

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2341 Strojírenství  
Studijní zaměření: Programování NC strojů

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Možnosti parametrizace u řídicích systémů Heidenhain

Autor: **Petr PETREK**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jiří ČESÁNEK, Ph.D.**

Akademický rok 2011/2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Petr PETREK  
Osobní číslo: S10B0346P  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: Programování NC strojů  
Název tématu: Možnosti parametrizace u řídicích systémů Heidenhain  
Zadávající 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 současných možností řídicích systémů v oblasti parametrizace
3. Ukázka možností parametrizace na vybraném typu součásti pro zvolený typ CNC řídicího systému
4. Zhodnocení a závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**  
Seznam odborné literatury:

Jandečka, K., Česánek, J., Kožmín, P.: Programování NC strojů. Plzeň: ZČU, 2000

Vrabec, M., Mádl, J.: NC programování v obrábění. Praha: ČVUT, 2004

Balík, O., Vrabec, M.: Technologie obrábění s využitím CAD/CAM systémů. VŠB-TU Ostrava 2002

Firemní literatura


Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Jiří Česánek, Ph.D.**  
Katedra technologie obrábění  
Konzultant bakalářské práce: **Doc. Ing. Jiří Česánek, Ph.D.**  
Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: **18. listopadu 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **29. června 2012**

  
Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.  
děkan



  
Ing. Jan Řehoř, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 18. prosince 2011

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Česánkovi, Ph.D., za odborné rady při zpracování této bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat celému pedagogickému sboru Katedry technologie obrábění za získané znalosti během studia.

V neposlední řadě bych rád poděkoval společnostem, které mi poskytli potřebné informace a podklady pro tuto bakalářskou práci.

## **Prohlášení o autorství**

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

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

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

## ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

|                      |  |                   |                         |
|----------------------|--|-------------------|-------------------------|
| <b>AUTOR</b>         | Příjmení<br>Petrek                                   | Jméno<br>Petr     |                         |
| <b>STUDIJNÍ OBOR</b> | 2341R001 „Programování NC strojů“                    |                   |                         |
| <b>VEDOUcí PRÁCE</b> | Příjmení<br>Doc. Ing. Česánek, Ph.D.                 | Jméno<br>Jiří     |                         |
| <b>PRACOVIŠTĚ</b>    | ZČU-FST-KTO  |                   |                         |
| <b>DRUH PRÁCE</b>    | <b>DIPLOMOVÁ</b>                                     | <b>BAKALÁŘSKÁ</b> | Nehodící se<br>škrtněte |
| <b>NÁZEV PRÁCE</b>   | Možnosti parametrizace u řídicích systémů Heidenhain |                   |                         |

|                |         |                |     |                    |      |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|
| <b>FAKULTA</b> | STROJNÍ | <b>KATEDRA</b> | KTO | <b>ROK ODEVZD.</b> | 2012 |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|

**POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)**

|               |     |                     |    |                      |    |
|---------------|-----|---------------------|----|----------------------|----|
| <b>CELKEM</b> | 106 | <b>TEXTOVÁ ČÁST</b> | 57 | <b>GRAFICKÁ ČÁST</b> | 49 |
|---------------|-----|---------------------|----|----------------------|----|

|  |  |
|--|--|
| <b>STRUČNÝ POPIS<br/>(MAX 10 ŘÁDEK)<br/>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL<br/>POZNATKY A PŘÍNOSY</b>           | <p>Bakalářská práce je zaměřena na parametrické programování v řídicím systému Heidenhain. Práce popisuje princip a funkce parametrického programování. Porovnání mezi programováním bez a s parametrickým programováním včetně vytvořených NC programů a výkresu použité součásti. Dále tato práce obsahuje analýzu současného stavu.</p> |
| <b>KLÍČOVÁ SLOVA<br/>ZPRAVIDLA<br/>JEDNOSLOVNÉ POJMY,<br/>KTERÉ VYSTIHUJÍ<br/>PODSTATU PRÁCE</b> | <p>Parametrické programování, řídicí systém Heidenhain,<br/>Q-parametry</p>  |

## SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

|                          |   |                 |                            |
|--------------------------|---|-----------------|----------------------------|
| <b>AUTHOR</b>            | Surname<br>Petrek                                       | Name<br>Petr    |                            |
| <b>FIELD OF STUDY</b>    | 2341R001 „Programming of NC Machines“                   |                 |                            |
| <b>SUPERVISOR</b>        | Surname<br>Doc. Ing. Česánek, Ph.D.                     | Name<br>Jiří    |                            |
| <b>INSTITUTION</b>       | ZČU - FST - KKS   |                 |                            |
| <b>TYPE OF WORK</b>      | <b>DIPLOMA</b>  | <b>BACHELOR</b> | Delete when not applicable |
| <b>TITLE OF THE WORK</b> | Parameterization options for Heidenhain control systems |                 |                            |

|                |                        |                   |     |                     |      |
|----------------|------------------------|-------------------|-----|---------------------|------|
| <b>FACULTY</b> | Mechanical Engineering | <b>DEPARTMENT</b> | KTO | <b>SUBMITTED IN</b> | 2012 |
|----------------|------------------------|-------------------|-----|---------------------|------|

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

|                |     |                  |    |                       |    |
|----------------|-----|------------------|----|-----------------------|----|
| <b>TOTALLY</b> | 106 | <b>TEXT PART</b> | 57 | <b>GRAPHICAL PART</b> | 49 |
|----------------|-----|------------------|----|-----------------------|----|

|   |   |
|---|---|
| <b>BRIEF DESCRIPTION</b><br><br><b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b> | Bachelor thesis focuses on the parametric programming in control system Heidenhain. It describes principle and function of parametric programming. Comparison of the without parametric and with parametric programming including created NC programmes and a drawing of the used component. The thesis contains the analysis of the current situation. |
| <b>KEY WORDS</b>  | Parametric programming, control system Heidenhain,<br>Q-parametres  |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 ÚVOD .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2 MOŽNOSTI ŘÍDÍCÍHO SYSTÉMU HEIDENHAIN V OBLASTI<br/>PARAMETRIZACE .....</b>         | <b>2</b>  |
| 2.1 ZÁKLADY PARAMETRICKÉHO PROGRAMOVÁNÍ .....   | 2         |
| 2.1.1 <i>Typická parametrizace součásti</i> .....                                       | 2         |
| 2.1.1 <i>Základní rozdělení Q-parametrů</i> .....                                       | 3         |
| 2.1.1 <i>Umístění definovaného Q-parametru</i> .....                                    | 4         |
| 2.2 PŘEHLED FUNKCÍ S Q-PARAMETRY .....  | 5         |
| 2.2.1 <i>Základní funkce</i> .....  | 5         |
| 2.2.2 <i>Úhlové funkce</i> .....  | 7         |
| 2.2.3 <i>Výpočet kružnice</i> .....   | 7         |
| 2.2.4 <i>Skok - logické operace</i> .....   | 8         |
| 2.2.5 <i>Postup - přímé zadání vzorce</i> .....   | 8         |
| 2.2.6 <i>Zvláštní funkce definované firmou Heidenhain v manuálu pro uživatele</i> ..... | 12        |
| 2.2.6.1 <i>Hlášení o chybě FN14 CHYBA =</i> .....                                       | 12        |
| 2.2.6.2 <i>Formátovaný tisk textu nebo hodnoty Q-parametru</i> .....                    | 12        |
| 2.2.6.3 <i>Formátovaný výpis textů a hodnot Q-parametrů</i> .....                       | 13        |
| 2.2.6.4 <i>Čtení systémových dat FN 18</i> .....  | 13        |
| 2.2.6.5 <i>FN19 PLC =</i> .....   | 13        |
| 2.2.6.6 <i>Synchronizace NC a PLC</i> .....   | 13        |
| 2.3 PŘÍDAVNÉ FUNKCE DEFINOVANÉ FIRMOU HEIDENHAIN V PŘÍRUČCE .....                       | 14        |
| 2.3.1 <i>Nastavení nového vztažného bodu</i> .....                                      | 14        |
| 2.3.2 <i>Otevření volně definované tabulky</i> .....                                    | 14        |
| 2.3.3 <i>Zapsání do volně definované tabulky</i> .....                                  | 14        |
| 2.3.4 <i>Čtení volně definované tabulky</i> .....                                       | 15        |
| 2.4 PŘEDOBSAZENÉ Q-PARAMETRY DEFINOVANÉ FIRMOU HEIDENHAIN .....                         | 15        |
| 2.4.1 <i>Hodnoty z PLC</i> .....  | 15        |
| 2.4.2 <i>Aktivní rádius nástroje</i> .....  | 15        |
| 2.4.3 <i>Osa nástroje</i> .....   | 16        |
| 2.4.4 <i>Stav vřetena</i> .....   | 16        |
| 2.4.5 <i>Přívod chladící kapaliny</i> .....   | 16        |
| 2.4.6 <i>Faktor přesahu</i> .....   | 16        |
| 2.4.7 <i>Rozměrové údaje v programu</i> .....   | 17        |
| 2.4.8 <i>Délka nástroje</i> .....   | 17        |
| 2.4.9 <i>Souřadnice pro snímání během chodu programu</i> .....                          | 17        |
| <b>3 PARAMETRICKÉ PROGRAMOVÁNÍ SOUČÁSTI V ŘS HEIDENHAIN .....</b>                       | <b>18</b> |
| 3.1 ZADÁNÍ SOUČÁSTI .....   | 18        |
| 3.2 VÝKRES SOUČÁSTI, NC PROGRAM BEZ PARAMETRIZACE & S PARAMETRIZACÍ .....               | 19        |
| 3.3 TVORBA PROGRAMU BEZ POUŽITÍ PARAMETRICKÉHO PROGRAMOVÁNÍ .....                       | 25        |
| 3.4 TVORBA PROGRAMU S VYUŽITÍM PARAMETRICKÉHO PROGRAMOVÁNÍ .....                        | 33        |
| 3.5 POZNATKY ZÍSKANÉ TVORBOU PROGRAMU .....   | 37        |
| 3.5.1 <i>Parametrizace volné programování</i> .....                                     | 37        |
| 3.5.2 <i>Zaokrouhlovací chyba</i> .....   | 37        |
| 3.5.3 <i>Volně použitelné parametry určené pro uživatele</i> .....                      | 37        |
| <b>4 SOUČASNÝ STAV PARAMETRICKÉHO PROGRAMOVÁNÍ V PRAXI .....</b>                        | <b>39</b> |
| 4.1 ÚVOD .....  | 39        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.2      | ŠKODA MACHINE TOOL, A.S.   | 39        |
| 4.3      | ŠKODA JS, A.S.   | 39        |
| 4.4      | BRUSH SEM, S.R.O.  | 40        |
| 4.5      | LASSELSBERGER, S.R.O.  | 40        |
| 4.6      | GTW BEARIGS, S.R.O.  | 40        |
| 4.7      | STREICHER, S.R.O.  | 41        |
| 4.8      | PILSEN TOOLS, S.R.O.   | 41        |
| 4.9      | MBTECH BOHEMIA, S.R.O.   | 42        |
| 4.10     | FORMY TACHOV, S.R.O.   | 42        |
| 4.11     | G-TEAM, A.S.   | 42        |
| 4.12     | ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYUŽITÍ PARAMETRICKÉHO PROGRAMOVÁNÍ<br>V ŘÍDÍCÍM SYSTÉMU HEIDENHAIN V PRAXI | 43        |
| <b>5</b> | <b>ZHODNOCENÍ A ZÁVĚR</b>  | <b>45</b> |
|          | <b>POUŽITÁ LITERATURA</b>  | <b>47</b> |

## SEZNAM PŘÍLOH

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Příloha č.1  | Interní chybová hlášení  | P1  |
| Příloha č.2  | Formátovací funkce   | P5  |
| Příloha č.3  | Systémová data   | P7  |
| Příloha č.4  | PLC operandy   | P16 |
| Příloha č.5  | Výsledky měření cyklů dotykové sondy   | P18 |
| Příloha č.6  | Číslování Q-parametrů ve společnosti Škoda Machine Tool, a.s.                                    | P21 |
| Příloha č.7  | Výkresová dokumentace a NC program pro zkušební obrábění společnosti<br>Škoda Machine Tool, a.s. | P23 |
| Příloha č.8  | Program pro hrubování polotovarů tvaru krychle spol. Škoda JS, a.s.                              | P29 |
| Příloha č.9  | Výkresová dokumentace a NC program pro izostatický razník společnosti<br>Lasselsberger, s.r.o.   | P31 |
| Příloha č.10 | NC program pro profilování úkosu SL cyklem spol. Pilsen Tools                                    | P37 |
| Příloha č.11 | Výkresová dokumentace a NC program pro n-úhelník, Jaroslav Černáček<br>Heidenhain, s.r.o.        | P41 |
| Příloha č.12 | Výkresová dokumentace a NC program pro polokouli, Jaroslav Černáček<br>Heidenhain, s.r.o.        | P44 |
| Příloha č.13 | Výkresová dokumentace a NC program pro srdce, Jaroslav Černáček<br>Heidenhain, s.r.o.            | P47 |



## **Seznam zkratek a symbolů**

|                |  |
|----------------|--|
| NC .....       | Číslicové řízení ( Numerical Control )                       |
| CNC .....      | Počítačově číslicové řízení ( Computer Numerical Control )   |
| iTNC .....     | Číslicové řízení firmy Heidenhain ( s procesorem Intel )     |
| CAD .....      | Počítačem podporované projektování ( Computer Aided Design ) |
| CAM .....      | Počítačová podpora obrábění ( Computer Aided Manufacturing ) |
| ŘS .....       | Řídící systém  |
| FK .....       | Volné programování   |
| SL-cykly ..... | Cykly k obrábění obrysů ( Subcontur List )                   |
| 2D .....       | Dvojdímenzionální  |
| 3D .....       | Trojdímenzionální  |

# 1 Úvod

Tématem této bakalářské práce jsou **možnosti parametrizace u řídicích systémů Heidenhain**. Pod tímto názvem si lze představit způsoby parametrického programování v konkrétním řídicím systému Heidenhain.

Parametrické programování je specifická část, resp. způsob, programování tvarově podobných součástí. Tento druh programování pracuje s tzv. Q-parametry. Q-parametr je proměnná. Uživatel může parametrizovat jak celou součást, tak jen určitou část programu, kterou následně může využít třeba i v jiném programu, tedy jako podprogram. Postup pro vytvoření NC programu s využitím parametrického programování je obdobný, jako při klasickém programování NC programu. Uživatel za číselné hodnoty dosazuje Q-parametry, které definuje v programu. Parametrizace součástí může být produktivním způsobem programování. Díky parametrizaci lze ušetřit čas, a tedy i peníze, zjednodušit práci a výrobu. V dnešní době, kdy se neustále hledají možnosti snížení nákladů na výrobu, může být parametrizace vhodným způsobem ekonomické výroby.

Hlavním cílem bakalářské práce je podrobně a jednoduše popsat problematiku a možnosti parametrického programování v řídicím systému Heidenhain. Součástí bakalářské práce je vytvořit NC program pro zadanou součást a zmapovat současné využití parametrického programování v řídicím systému Heidenhain v praxi.

Parametrické programování u různých řídicích systémů je obdobné. Liší se pouze v zadávání, definování a značení. Základní princip parametrického programování je u různých řídicích systémů stejný. Proto je tato práce zaměřena na parametrické programování v řídicím systému Heidenhain, který umí všechny základní matematické operace, jako ostatní řídicí systémy.

Téma bakalářské práce vzniklo během výuky předmětu, Automatizace tvorby NC programování 1, při řešení semestrální úlohy. Mimo jiné bylo zadáno parametrizovat danou součást tak, aby při změně celkové délky nebo šířky součásti, resp. délky i šířky součásti, došlo ke zmenšení či zvětšení celé součásti při zachování původního poměru. Vzhledem k tomu, že při řešení této problematiky bylo nalezeno několik nedostatků, bylo navrženo zabývat se touto specifickou oblastí programování hlouběji v bakalářské práci.

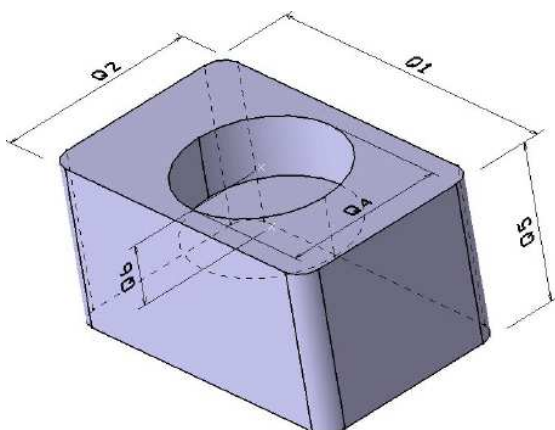
## 2 Možnosti řídicího systému Heidenhain v oblasti parametrizace

### 2.1 Základy parametrického programování

#### 2.1.1 Typická parametrizace součásti

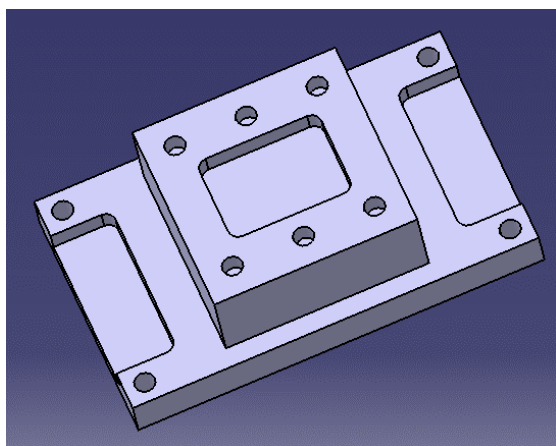
Parametrizovat lze tvarově podobné součásti nebo součásti, které mají daný tvar, ale mění se u nich příslušné parametry. Vhodným příkladem, jak a co si pod pojmem parametrizace představit, je podívat se do jakýchkoliv strojnických tabulek. V nich nalezneme normalizované součásti, např. šrouby, matice, ozubená kola, ložiska, kolíky, čepy, atd. U těchto normalizovaných součástí je tvar stejný, resp. podobný. Pouze se mění jejich specifické rozměry, tedy parametry.

Na obr. 1-1 je tvarově jednoduchá parametrická součást. Tato součást je zakótována pomocí Q-parametrů. Za normálních okolností by nad kótou byla uvedena číselná hodnota, která by udávala daný rozměr součásti. V tomto případě jsou nad kótami Q-parametry, které jsou označeny ještě číslem, např. Q1, Q2, Q3, atd. Daným rozměrům jsou tedy přiřazeny Q-parametry, resp. Q-parametrům jsou přiřazeny určité rozměry. Jinak řečeno, pod každým Q-parametrem z obrázku si lze představit určitou hodnotu. V momentě, kdy se z nějakých důvodů změní hodnota určitého rozměru, např. průměru díry Q4 z 25 mm na 20 mm, stačí přepsat pouze hodnotu parametru Q4. Není třeba zasahovat do hlavního programu.

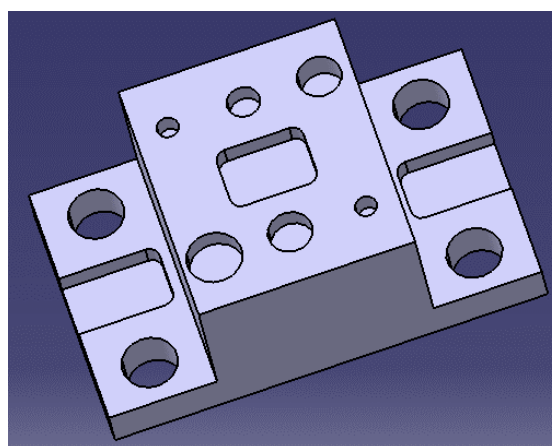


Obr. 1-1: Parametrizovaná součást [1]

Ukázkovým příkladem je situace, že společnost obdrží dvě zakázky. První zakázku na výrobu 600 kusů součástek, obr. 1-2. Druhou zakázku na výrobu 500 kusů součástek, obr. 1-3. Na první pohled se může zdát, že součástky z obr. 1-2 jsou zcela odlišné od součástek z obr. 1-3. Po důkladnější prostudování zakázek je patrné, že součástky z obr. 1-2 jsou tvarově podobné jako součástky z obr. 1-3. Pouze se liší některými rozměry. Programátor má dvě možnosti. První možnost je vytvořit dva odlišné programy. Jeden program pro součástky z obr. 1-2 a druhý program pro součástky z obr. 1-3. Druhá možnost je vytvořit pouze jeden program, ve kterém programátor aplikuje parametrické programování. Jestliže si programátor zvolí první možnost, vynaloží větší úsilí a čas, potažmo peníze, než by bylo třeba, přestože programy budou velmi podobné. Jestliže programátor zvolí druhou variantu, naopak ušetří čas i peníze na výrobu těchto součástí. Další výhodou je, že pokud zákazník za určitou dobu bude požadovat vytvořit tvarově podobné součásti s jinými rozměry, nemusí programátor vytvářet další program. Pouze přepíše hodnoty Q-parametrů.



Obr. 1-2: První zakázka



Obr. 1-3: Druhá zakázka

### 2.1.1 Základní rozdělení Q-parametrů

Řídicí systém Heidenhain používá pro parametry označení Q. Všechny Q-parametry, které se vyskytují v programu musí obsahovat označení Q a číslo. Výrobce udává, které Q-parametry může uživatel použít pro parametrické programování a které parametry jsou již předdefinované.

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Parametry pro uživatele:       | Q0 – Q99    |
| Parametry pro zvláštní funkce: | Q100 – Q199 |
| Parametry pro cykly:           | Q200 – Q399 |

#### Q-parametry lze použít pro:

##### 1) Souřadnice

*Například:* Q10 = +25; Q13 = +7

L X+25 Y+7 RL  $\Rightarrow$  L X+Q10 Y+Q13

##### 2) Rádus

*Například:* Q4 = +8

FCT R8 CCX+15 DR+  $\Rightarrow$  FCT RQ4 CCX+15 DR+

##### 3) Otáčky

*Například:* Q5 = 700

TOOL CALL 1 S700  $\Rightarrow$  TOOL CALL 1 SQ5

##### 4) Posuv

*Například:* Q3 = +500

L X+13 Y+22 F500  $\Rightarrow$  L X+13 Y+22 FQ3

##### 5) Data cyklů

### 2.1.1 Umístění definovaného Q-parametru

Q-parametry je třeba v programu definovat takovým způsobem, aby k načtení Q-parametru došlo před načtením bloku s příslušným parametrem. Definované Q-parametry lze umístit prakticky kdekoliv v programu.

#### 1) Umístění Q-parametrů před daným blokem

Definované Q-parametry jsou přečteny před blokem, ve kterém je chce programátor aplikovat. Takto umístěné Q-parametry jsou vhodné v případě, že programátor již nebude měnit tyto Q-parametry. Využívá se to u Q-parametrů, které nejsou pro obsluhu důležité a do kterých nebude obsluha zasahovat.

*Například:*

```
168 Q33 = 190
169 L Z+100 W+0 RO F500 M3
170 L X+Q33 Y-60 RO F500
171 L Z-0.3 F500
172 L X-Q33 RO F500
173 L Y+60 RO F500
174 L X+190 RO F500
```

V případě, že by obsluha tyto parametry měnila, jsou takto umístěné a definované Q-parametry nevýhodné. Uživatel by musel vstoupit do hlavního programu a zdlouhavě vyhledat dané Q-parametry. Program by se tak stal pro obsluhu nepřehledný.

#### 2) Umístění Q-parametrů na začátku programu

Q-parametry jsou přečteny na začátku programu. Takto umístěné a definované Q-parametry se používají v případě předpokladu jejich změny. Výhodou je, že obsluha nemusí zdlouhavě hledat dané Q-parametry v programu. Hned na začátku programu se obsluha seznámí s Q-parametry, které se mohou měnit a které bude potřebovat ke své práci.

*Například:*

```
0 BEGIN PGM z85px96 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-170 Y-170 Z-60
2 BLK FORM 0.2 X+170 Y+170 Z+0
3 ; *****
4 * - DEFINICE AKTUALNICH ROZMERU
5 ; *****
6 FN O: Q15 =+240.5
7 FN O: Q12 =+9.01
8 FN O: Q14 =+0.8
9 ; *****
10 TOOL CALL 50 Z S500
11 L Z+100 Y+0 RO F500 M11
12 L X-250 Y+140 RO F500 M3
```

### 3) Umístění Q-parametrů v podprogramu

Q-parametry jsou umístěny v podprogramu na konci programu. Tento způsob umístění a definování Q-parametrů je vhodný pro parametry, které obsluha nepotřebuje pro svoji práci. Po vyvolání podprogramu řídicí systém přečte definované Q-parametry a pokračuje v programu. Výhodou takto umístěných a definovaných Q-parametrů je, že je lze snadno přepisovat.

*Například:*

```

0 BEGIN PGM z85px96 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-170 Y-170 Z-60
2 BLK FORM 0.2 X+170 Y+170 Z+0
3 CALL LBL 1
4 TOOL CALL 50 Z S500
5 L Z+100 Y+0 RO F500 M11
6 L X-250 Y+140 RO F500 M3
...
59 STOP M30
60 LBL 2
61 Q10 = 96
62 Q11 = 500
63 Q13 = 20
64 LBL 0
65 END PGM z85px96 MM

```

## 2.2 Přehled funkcí s Q-parametry

### 2.2.1 Základní funkce

**V základních funkcích, mohou být Q- parametry definovány:**

1. Číslem nebo Q-parametrem

*Například 1 :* FN O : Q3 = +16

FN O : Q3 = +Q15

2. Kombinací Q-parametru a čísla

*Například :* FN 3 : Q83 = +Q51 \* +3

3. Kombinací čísel nebo kombinací Q-parametrů

*Například 1 :* FN 1 : Q25 = +20 + +31

FN 1 : Q25 = +Q1 + +Q34

### Znaménka

Všechny Q-parametry, resp. číselné hodnoty mají znaménkem plus nebo mínus

*Například :* FN 1 : Q8 = +Q1 + +35 ⇒ +Q1.....kladná hodnota Q-parametru jedna

+.....jedná se o sčítání

+35.....kladná hodnota čísla

**Platí základní matematická pravidla:**

- 1) Není možné dělit nulou.
- 2) Není možné odmocnit ze záporné hodnoty.

**1) Přiřazení hodnoty danému parametru FN0  $X = Y$** 

|         |
|---------|
| FN0     |
| $X = Y$ |

*Například:* 12 FN 0 : Q3 = +16  
13 L X+Q3

**2) Sčítání FN1  $X + Y$** 

|         |
|---------|
| FN1     |
| $X + Y$ |

Q-parametr je součtem dvou hodnot.  
*Například:* FN 1 : Q8 = +Q1 + +35

**3) Odčítání FN2  $X - Y$** 

|         |
|---------|
| FN2     |
| $X - Y$ |

Q-parametr je rozdílem dvou hodnot.  
*Například:* FN 2 : Q11 = +Q4 - +18

**4) Násobení FN3  $X * Y$** 

|         |
|---------|
| FN3     |
| $X * Y$ |

Q-parametr je součinem dvou hodnot.  
*Například:* FN 3 : Q23 = +Q55 \* +3

**5) Dělení FN4  $X / Y$** 

|         |
|---------|
| FN4     |
| $X / Y$ |

Q-parametr je podíl dvou hodnot.  
*Například:* FN 4 : Q17 = +Q6 DIV +Q2

**6) Odmocnina FN5 Odmocnina**

|           |
|-----------|
| FN5       |
| Odmocnina |

Q-parametru je přiřazena druhá odmocnina z hodnoty.  
*Například:* FN 5 : Q20 = SQRT +Q10

Výhodou základních funkcí je, že jsou jednoduché a lze si je snadno zapamatovat. Naopak nevýhodou těchto funkcí je, že Q-parametr nemůže být definován více než 2 číselnými hodnotami, resp. parametry. Nelze tedy například sčítat tři čísla pomocí základních funkcí ( FN1 ). Pokud chce uživatel sečíst například tři čísla, resp. Q-parametry, je třeba vytvořit dva Q-parametry. První Q-parametr sečte dvě čísla a druhý Q-parametr sečte výsledek prvního Q-parametru a přičte k němu třetí hodnotu.

### 2.2.2 Úhlové funkce

#### 1) Sinus FN6 SIN ( X )

|                  |
|------------------|
| FN6<br>SIN ( X ) |
|------------------|

Q-parametr je sinus úhlu ve stupních.

*Například:* FN 6 : Q14 = SIN +21

#### 2) Cosinus FN7 COS ( X )

|                  |
|------------------|
| FN7<br>COS ( X ) |
|------------------|

Q-parametr je cosinus úhlu ve stupních.

*Například:* FN 7 : Q41 = COS +51

#### 3) Odmocnina ze součtu druhých mocnin FN8 X LEN Y

|                |
|----------------|
| FN8<br>X LEN Y |
|----------------|

Q-parametr je délka ze dvou hodnot pomocí Pythagorovy věty.

*Například:* FN 8 : Q7 = +23 LEN +15

#### 4) Úhel FN13 X ANG Y

|                 |
|-----------------|
| FN13<br>X ANG Y |
|-----------------|

Q-parametr je arctg úhlu.

*Například:* FN 13: Q34 = +9 ANG +48

### 2.2.3 Výpočet kružnice

Funkce pro výpočet kružnice slouží k určení rádiusu kružnice nebo středu kružnice.

#### 1) Zjištění dat kružnice ze 3 bodů kružnice FN23 Kružnice ze 3 bodů

|                                |
|--------------------------------|
| FN 23<br>Kružnice ze<br>3 bodů |
|--------------------------------|

*Například:* FN 23 : Q20 = CDATA Q30

„Dvojice souřadnic tří bodů kružnice musí být uloženy v parametru Q30 a následujících pěti parametrech – zde tedy až Q35.

TNC pak uloží střed kruhu v hlavní ose ( X při osa vřetená Z ) do parametru Q20, střed kruhu ve vedlejší ose ( Y při osa vřetená Z ) do parametru Q21 a rádius kruhu do parametru Q22. “ [2]

#### 2) Zjištění dat kružnice ze 4 bodů kružnice FN24 Kružnice ze 4 bodů

|                                |
|--------------------------------|
| FN 24<br>Kružnice ze<br>4 bodů |
|--------------------------------|

*Například:* FN 24 : Q20 = CDATA Q30

Dvojice souřadnic čtyř bodů kružnice musí být uloženy v parametru Q30 a následujících sedmi parametrech – zde tedy až Q37.

TNC pak uloží střed kruhu v hlavní ose ( X při osa vřetená Z ) do parametru Q20, střed kruhu ve vedlejší ose ( Y při osa vřetená Z ) do parametru Q21 a rádius kruhu do parametru Q22. “ [2]



### 2.2.4 Skok - logické operace

Při parametrickém programování můžeme využít skoků (logických operací). Výhodou je, že bloky jsou načteny pouze v případě, když je definovaná podmínka splněna. TNC porovnává Q-parametr s číselnou hodnotou nebo jiným Q-parametrem.

#### 1) Je-li rovno ⇒ skok **FN9 IF X EQ Y GOTO**

|           |
|-----------|
| FN9       |
| IF X EQ Y |
| GOTO      |

*Například:* FN 9 : IF +Q51 EQU +Q34 GOTO LBL 3

Jestliže +Q51 je rovno +Q34 jdi na návěstí 3.

#### 2) Není-li rovno ⇒ skok **FN10 IF X NE Y GOTO**

|           |
|-----------|
| FN10      |
| IF X NE Y |
| GOTO      |

*Například:* FN 10 : IF +Q8 NE +Q19 GOTO LBL 5

Jestliže +Q8 je různé od +Q19 jdi na návěstí 5

#### 3) Je-li větší ⇒ skok **FN11 IF X GT Y GOTO**

|           |
|-----------|
| FN11      |
| IF X GT Y |
| GOTO      |

*Například:* FN 11 : IF +Q5 GT +Q2 GOTO LBL 7

Jestliže +Q5 je větší než +Q2 jdi na návěstí 7

#### 4) Je-li menší ⇒ skok **FN12 IF X LT Y GOTO**

|           |
|-----------|
| FN12      |
| IF X LT Y |
| GOTO      |

*Například:* FN 12 : IF +Q21 LT +Q18 GOTO LBL 4

Jestliže +Q21 je menší než Q18 jdi na návěstí 4

### 2.2.5 Postup - přímé zadání vzorce

Do programu lze zapsat parametr, který je definovaný matematickým vzorcem. Použitím přímého zadání vzorce je program přehlednější a jednodušší pro uživatele. Vzorec může být kombinací několika matematických operací, přičemž platí základní matematická pravidla. Z tohoto důvodu může být použití přímého zadání vzorce výhodnější než použití základních funkcí.

#### 1) Sčítání +

|   |
|---|
| + |
|---|

*Například:* Q1 = Q12 + Q16 + 13

Narozdíl od FN 1 lze sčítat více číselných hodnot nebo Q-parametrů.

#### 2) Odčítání -

|   |
|---|
| - |
|---|

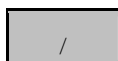
*Například:* Q5 = 350 - Q8 - Q7

Narozdíl od FN 2 lze odčítat více číselných hodnot nebo Q-parametrů.

**3) Násobení \***

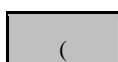
*Například:*  $Q17 = Q9 * Q17 * Q18$

Narozdíl od FN 3 lze násobit více číselných hodnot nebo Q-parametrů.

**4) Dělení /**

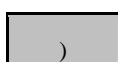
*Například:*  $Q14 = ( Q7 / Q10 ) / Q1$

Narozdíl od FN 4 lze dělit více číselných hodnot nebo Q-parametrů.

**5) Úvodní závorka (**

*Například:*  $Q3 = ( 19 / 90 ) * Q2$

Výhodou je, že lze použít více úvodních závorek.

**6) Koncová závorka )**

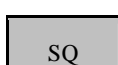
*Například:*  $Q3 = ( 19 / 90 ) * Q2$

Výhodou je, že lze použít více koncových závorek.

**7) Druhá odmocnina SQRT**

*Například:*  $Q36 = \text{SQRT } Q10 + 25$

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

**8) Druhá mocnina SQ**

*Například:*  $Q41 = \text{SQ } Q53 + Q23$

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

**9) Sinus úhlu SIN**

*Například:*  $Q16 = \text{SIN } 42$

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

**10) Cosinus úhlu COS**

*Například:*  $Q19 = \text{COS } Q13$

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

**11) Tangens úhlu TAN**

*Například:*  $Q37 = \text{TAN } Q18$

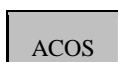
Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

**12) Arcus-sinus ASIN**

*Například:*  $Q83 = \text{ASIN } Q13$

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

Inverzní funkce k sinus. Lze zadat pouze v postupu ( přímé zadání vzorce ).

**13) Arcus-cosinus ACOS**

*Například:*  $Q59 = \text{ACOS } Q31$

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

Inverzní funkce ke cosinus. Lze zadat pouze v postupu.

**14) Arcus-tangens ATAN**

ATAN

*Například:* Q33 = ATAN 64

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

Inverzní funkce k tangens. Lze zadat pouze v postupu.

**15) Umocňování hodnot ^**

^

*Například:* Q71 = Q17 ^ 3

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

**16) Konstanta PI (3,14159) PI**

PI

*Například:* Q76 = PI \* Q54

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

**17) Přirozený logaritmus LN**

LN

*Například:* Q75 = LN Q15 + 19

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

Základ 2,7183.

**18) Desítkový logaritmus LOG**

LOG

*Například:* Q96 = LOG Q56 + 91

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

Základ 10.

**19) Exponenciální funkce EXP**

EXP

*Například:* Q63 = EXP Q77 + 10

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

2,7183 na n-tou.

**20) Negace hodnoty NEG**

NEG

*Například:* Q71 = NEG Q15

Negace je násobení číselné hodnoty nebo Q-parametru číslem -1.

Výhodou je, že lze pokračovat ve vzorci kombinací dalších matem. operací.

**21) Celočíselná hodnota INT**

INT

*Například:* Q58 = INT Q44

Vytvoření celého čísla bez desetinných míst.

**22) Absolutní hodnota ABS**

ABS

*Například:* Q97 = ABS Q62

Vytvoření absolutní hodnoty čísla.

**23) Test znaménka čísla SGN**

SGN

*Například:* Q39 = SGN Q22Jestliže je vrácená hodnota  $Q39 = 1 : Q22 \geq 0$ Jestliže je vrácená hodnota  $Q39 = 0 : Q22 < 0$ **24) Vytvoření zlomku FRAC**

FRAC

*Například:* Q77 = FRAC Q55

Odříznutí míst před desetinnou čárkou.

**25) Zbytek dělení %**

%

*Například:* Q22 = 500 % 450*Výsledek:* Q22 = 50

Výsledkem je číselná hodnota, která zbyla po dělení.

**26) TONUMB**

TONUMB

*Například:* Q67 = TONUMB ( SRC\_QS57 )**27) INSTR**

INSTR

*Například:* Q58 = INSTR ( SRC\_QS47 SEA\_QS84 BEG47 )**28) STRLEN**

STRLEN

*Například:* Q52 = STRLEN ( SRC\_QS46 )**29) STRCOMP**

STRCOMP

*Například:* Q81 = STRCOMP ( SRC\_QS55 SEA\_QS73 )

## 2.2.6 Zvláštní funkce definované firmou Heidenhain v manuálu pro uživatele

### 2.2.6.1 Hlášení o chybě FN14 CHYBA =

|                 |
|-----------------|
| FN14<br>CHYBA = |
|-----------------|

*Například:* FN 14 : ERROR = 221

TNC vypíše hlášení uložené pod číslem chyby 221.

Jestliže TNC dojde k bloku s FN14, přeruší činnost a vydá hlášení o chybě, která je předprogramovaná firmou Heidenhain. Interní chybová hlášení definované firmou Heidenhain viz. příloha 1.

| Rozsah čísel chyb | Standardní dialog                |
|-------------------|----------------------------------|
| 0 ... 299         | FN 14: číslo chyby 0...299       |
| 300...999         | Dialog specifický pro daný stroj |
| 1000 ... 1099     | Interní chybová hlášení          |

Tab. 2-1: Čísla chyb [2]

### 2.2.6.2 Formátovaný tisk textu nebo hodnoty Q-parametru

|              |
|--------------|
| FN15<br>TISK |
|--------------|

FN15 TISK

*Například:* FN 15 : PRINT 91

Pomocí funkce FN 15: TISK může být vypsáno přes datové rozhraní hodnoty Q-parametrů a chybová hlášení, například na tiskárnu. Jestliže tyto hodnoty budou uloženy interně či odeslány do počítače, TNC uloží data do souboru %FN15RUN.A ( výpis během provádění programu ) nebo do souboru %FN15SIM.A ( výpis během testu programu ).

Vydání je provedeno ze zásobníku a spuštěno nejpozději na konci programu, nebo když je program zastaven. Během provozního režimu „Po Bloku“ je přenos dat spouštěn na konci bloku.

#### Výpis dialogů a chybových hlášení s FN 15: TISK „hodnota čísla“

Číselní hodnota 0 až 99: Dialogy pro cykly výrobce

Od 100: Chybová hlášení PLC

Příklad: výpisu dialogu číslo 20

FN 15: TISK 20

#### Vypsání dialogů a Q-parametrů s FN 15: TISK „Q-parametry“

Příklad použití: protokolování měření obrobku.

Může být současně vypsáno až šest Q-parametrů a číselných hodnot. TNC tyto oddělí lomítky.

Příklad: výpis dialogu 1 a číselné hodnoty Q1

FN 15: TISK 1 / Q1

### 2.2.6.3 Formátovaný výpis textů a hodnot Q-parametrů

|           |
|-----------|
| FN16      |
| F – PRINT |

FN16 F – PRINT

*Například:* FN 16 : F – PRINT 215 / 16

Pomocí funkce FN 16: F-TISK může být formátovaně vypsáno, přes datové rozhraní, hodnoty Q-parametrů a texty, například na tiskárnu. Pokud tyto hodnoty jsou uloženy interně nebo odeslány do počítače, uloží TNC data do souboru, který nadefinuje v bloku FN 16. V bloku FN 16 je třeba vždy programovat soubor formátu a soubor protokolu s příponou.

Pro výpis formátovaných textů a hodnot Q-parametrů lze vytvořit v textovém editoru TNC textový soubor, ve kterém lze nadefinovat formáty a Q-parametry.

Pokud je v programu použito FN 16 vícekrát, pak TNC uloží všechny texty do souboru, který byl nadefinován u první funkce FN 16. Výpis souboru následuje teprve poté, až TNC načte blok END PGM nebo po stisknutí tlačítka NC-stop nebo po uzavření souboru s M\_CLOSE.

K vytvoření textového souboru lze využít formátovací funkce, viz. příloha 2. Pro umožnění současného výpisu různých informací do protokolovacího souboru jsou k dispozici dané funkce, viz. příloha 2.

### 2.2.6.4 Čtení systémových dat FN 18

|           |
|-----------|
| FN18      |
| čtení     |
| syst. dat |

*Například:* FN 18 : SYSREAD Q32 = ID46 NR18 INDX54.9

Pomocí funkce FN 18: SYS-DATUM READ lze číst systémová data a ukládat je do Q-parametrů. Volba systémového datumu se provede pomocí čísla skupiny ( ID-č. ), čísla a případně pomocí indexu. Tabulka viz. příloha 3.

### 2.2.6.5 FN19 PLC =

|       |
|-------|
| FN19  |
| PLC = |

*Například:* FN 19 : PLC = +25 / +Q9

Pomocí této funkce lze předat číselnou hodnotu nebo Q-parametr do PLC.

### 2.2.6.6 Synchronizace NC a PLC

|         |
|---------|
| FN20    |
| čkej na |

Funkce FN 20 čkej na lze použít pouze se souhlasem výrobce stroje.

Pomocí funkce FN 20: WAIT FOR lze provést během provádění programu synchronizaci mezi NC a PLC. NC zastaví obrábění, dokud není splněna podmínka, která

byla uživatelem naprogramována v bloku FN20. TNC může testovat PLC operandy, viz. příloha 4.

V bloku FN 20 jsou dovoleny následující podmínky:

| Podmínka      | Zkrácené označení |
|---------------|-------------------|
| rovno         | = =               |
| menší než     | <                 |
| větší než     | >                 |
| menší – rovný | < =               |
| větší – rovný | > =               |

Tab. 2-2: Podmínky [2]

Kapitola 2.2.6 byla zpracována z Příručky pro uživatele řídicího systému Heidenhain. [2]

## 2.3 Přídavné funkce definované firmou Heidenhain v příručce

### 2.3.1 Nastavení nového vztažného bodu

Pomocí funkce FN 25: PRESET lze během chodu programu nastavit ve volitelné ose nový vztažný bod. Tuto funkci lze naprogramovat pouze tehdy, pokud byl zadán číselný kód 555343.

*Například:* FN25: PRESET = X / +100 / +0

Umístit na aktuální souřadnici X+100 nový vztažný bod

*Například:* FN25: PRESET = Z / +50 / -20

Aktuální souřadnice Z+50 má mít v novém souřadnicovém systému hodnotu -20.

### 2.3.2 Otevření volně definované tabulky

Pomocí funkce FN 26: TABOPEN lze otevřít volně definovatelnou tabulku pro zápis funkcí FN27, případně pro čtení z této tabulky pomocí FN28.

V programu NC může být vždy otevřena pouze jedna tabulka. Nový blok s TABOPEN automaticky uzavře poslední otevřenou tabulku. Otvíraná tabulka musí mít příponu .TAB.

*Například:* FN 26: TABOPEN TNC:/ DIR1 / TAB1.TAB

Otevřít tabulku TAB1.TAB, která je uložena v adresáři TNC:/ Dir1

### 2.3.3 Zapsání do volně definované tabulky

Pomocí funkce FN 27: TABWRITE lze zapsat data do tabulky, která byla otevřena funkcí FN 26 TABOPEN.

V jednom bloku TABWRITE lze definovat až 8 názvů sloupců, to znamená popsat. Názvy sloupců musí být mezi horními uvozovkami a musí být odděleny čárkou. Hodnotu, která má TNC zapsat do každého sloupce, lze stanovit v Q-parametrech. Lze popisovat pouze číselná pole tabulky.

V případě popsání více sloupců v jednom bloku, jsou zapisované hodnoty uloženy do za sebou následujících čísel Q-parametrů.

Kapitola 2.3 byla zpracována z Příručky pro uživatele řídicího systému Heidenhain. [2]

### 2.3.4 Čtení volně definované tabulky

Pomocí funkce FN 28: TABREAD lze přečíst data z tabulky, která byla předtím otevřena funkcí FN 26 TABOPEN.

V jednom bloku TABWRITE lze definovat až 8 názvů sloupců, to znamená číst. Názvy sloupců musí být mezi horními uvozovkami a musí být oddělené čárkou. Čísla Q-parametrů, do nichž má TNC zapsat první přečtenou hodnotu, lze definovat v bloku FN 28. Lze číst pouze číselná pole tabulky.

V případě čtení více sloupců v jednom bloku, TNC ukládá přečtené hodnoty do za sebou následujících čísel Q-parametrů.

## 2.4 Předobsazené Q-parametry definované firmou Heidenhain

Q-parametry Q100 až Q122 jsou obsazeny hodnotami z TNC. Těmto Q-parametrům jsou přiřazeny:

- hodnoty z PLC;
- údaje o nástroji a vřetenu;
- údaje o provozním stavu atd.

### 2.4.1 Hodnoty z PLC

Hodnoty z PLC: Q100 až Q107

TNC používá parametry Q100 až Q107 k převzetí hodnot z PLC do NC programu.

### 2.4.2 Aktivní rádius nástroje

Aktivní hodnota rádiusu nástroje je přiřazena parametru Q108.

Q108 se skládá z:

- rádiusu nástroje R ( tabulka nástrojů nebo blok TOOL DEF );
- Delta-hodnoty DR z tabulky nástrojů;
- Delta-hodnoty DR z bloku TOOL CALL.



### 2.4.3 Osa nástroje

Hodnota parametru Q109 závisí na aktuální ose nástroje:

| Osa nástroje                 | Hodnota parametru |
|------------------------------|-------------------|
| Osa nástroje není definována | Q109 = - 1        |
| Osa X                        | Q109 = 0          |
| Osa Y                        | Q109 = 1          |
| Osa Z                        | Q109 = 2          |
| Osa U                        | Q109 = 6          |
| Osa V                        | Q109 = 7          |
| Osa W                        | Q109 = 8          |

Tab. 2-3: Hodnota parametru Q109 [2]

### 2.4.4 Stav vřetena

Hodnota parametru Q110 závisí na naposledy programované M-funkci pro vřeteno:

| M-funkce   | Hodnota parametru |
|--|-------------------|
| Stav vřetena není definován                        | Q110 = - 1        |
| M03: START vřetena ve smyslu hodinových ručiček    | Q110 = 0          |
| M04: START vřetena proti smyslu hodinových ručiček | Q110 = 1          |
| M05 po M03   | Q110 = 2          |
| M05 po M04   | Q110 = 3          |

Tab. 2-4: Hodnota parametru Q110 [2]

### 2.4.5 Přívod chladící kapaliny

| M-funkce                   | Hodnota parametru |
|----------------------------|-------------------|
| M08: ZAP chladící kapaliny | Q111 = 1          |
| M09: VYP chladící kapaliny | Q111 = 0          |

Tab. 2-5: Hodnota parametru Q111 [2]

### 2.4.6 Faktor přesahu

TNC přiřadí parametru Q112 faktor překrytí při frézování kapes ( MP7430 ).

### 2.4.7 Rozměrové údaje v programu

Hodnota parametru Q113 závisí při vnořování s PGM CALL na rozměrových jednotkách toho programu, který jako první volá jiný program.

| Měrové jednotky hlavního programu | Hodnota parametru |
|-----------------------------------|-------------------|
| Metrický systém ( mm )            | Q113 = 0          |
| Palcový systém ( inch )           | Q113 = 1          |

Tab. 2-6: Hodnota parametru Q113 [2]

### 2.4.8 Délka nástroje

Aktuální hodnota délky nástroje je přiřazena parametru Q114.

### 2.4.9 Souřadnice pro snímání během chodu programu

Parametry Q115 až Q119 obsahují po programovaném měření 3D-dotykovou sondou souřadnice polohy včetně v okamžiku sejmutí. Tyto souřadnice se vztahují k vztažnému bodu, který je aktivní v ručním provozním režimu. Délka dotykového hrotu a radius snímací kuličky se pro tyto souřadnice neberou v úvahu.

| Souřadnicová osa        | Hodnota parametru |
|-------------------------|-------------------|
| Osa X                   | Q115              |
| Osa Y                   | Q116              |
| Osa Z                   | Q117              |
| IV. osa závisí na MP100 | Q118              |
| V. osa závisí na MP100  | Q119              |

Tab. 2-7: Měření 3D-dotykovou sondou [2]

Kapitola 2.4 byla zpracována z Příručky pro uživatele řídicího systému Heidenhain. [2]

### 3 Parametrické programování součásti v ŘS Heidenhain

#### 3.1 Zadání součásti

Vstupem je výkresová dokumentace s názvem SOUČÁST Č.7. Výstupem bude parametricky naprogramovaná součást. Úkolem je, aby při změně celkové délky a šířky součásti, resp. délky i šířky součásti, došlo ke změně ostatních rozměrů při zachování původního poměru.

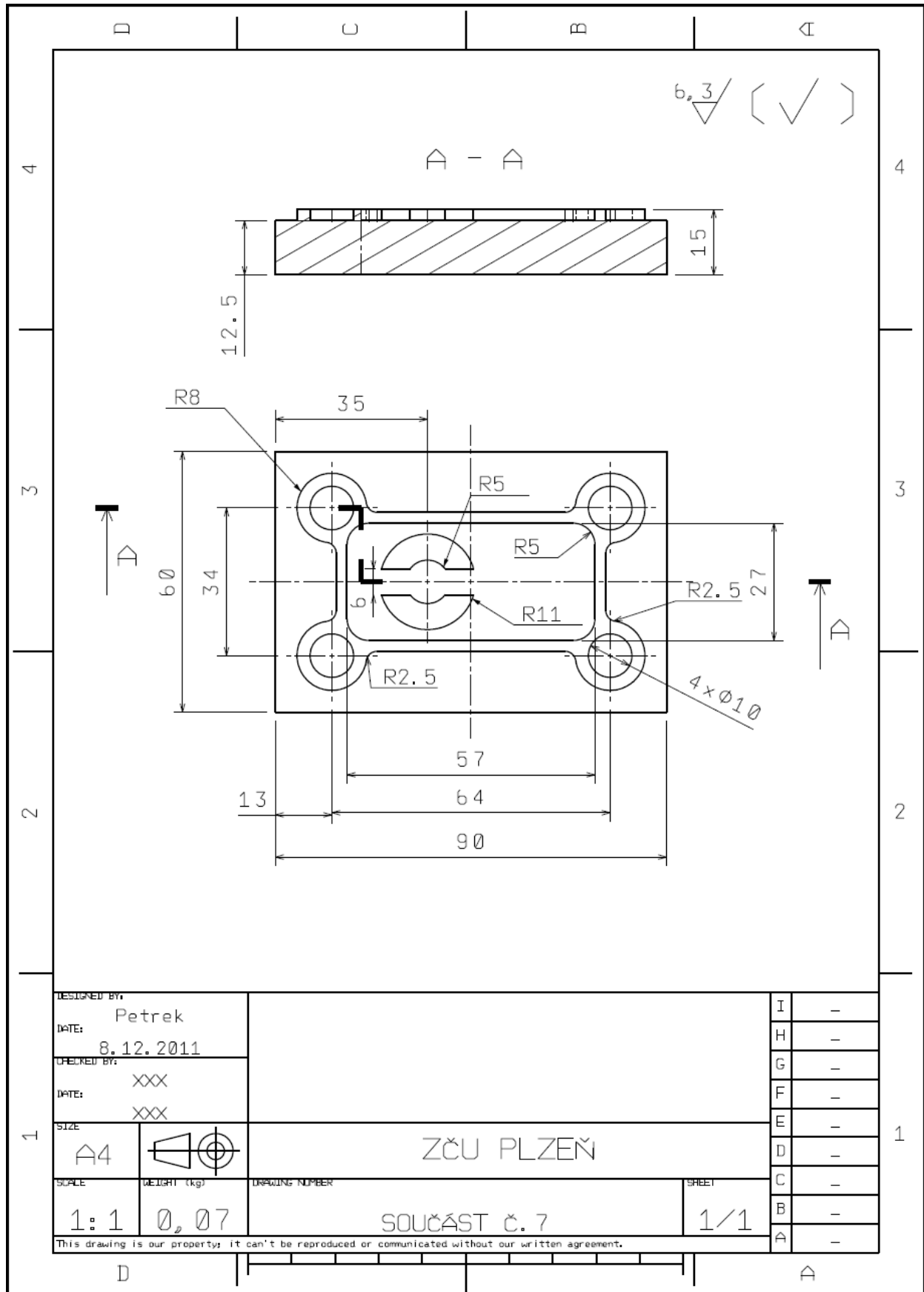
Pro lepší názornost budou vytvořeny dva programy. Nejprve bude vytvořen klasický NC program bez využití parametrického programování, viz. kapitola níže, levý sloupec. Následně bude vytvořen druhý program zkopírováním prvního programu. V dalším kroku budou definovány Q-parametry a přepsány všechny číselné hodnoty pomocí již definovaných Q-parametrů, viz. kapitola níže, pravý sloupec.

Aby bylo možné provést jednoduché srovnání programu bez využití parametrického programování oproti programu s využitím parametrického programování, je výhodné Q-parametry umístit do podprogramu na konci programu. Podprogram s definovanými Q parametry bude zavolán na začátku programu. Díky tomu dojde ke shodě příkazů programu bez využití parametrizace a programu s využitím parametrizace na každém řádku.

Porovnáním programu s využitím parametrického programování a programu bez využití parametrického programování bude zřejmé, do jaké míry se tyto programy od sebe liší. Čtenář si tak může udělat názor, zda se z časového hlediska vyplatí použít parametrické programování pro tvarově podobné součásti nebo zda je efektivnější vytvořit pro každou součást nový program i v případě tvarově podobných součástí.

Z výkresové dokumentace je zřejmé, že se jedná o symetrickou součást v horizontální i vertikální ose. Z tohoto důvodu bude výhodné zvolit počátek souřadného systému uprostřed součásti. Vzhledem k tomu, že součást není dostatečně okótovaná, bude muset být použito volné programování ( FK ). Při volném programování je nutné zadávat maximum možných informací. V případě, že TNC má možnost výběru řešení, vždy se dotáže, které řešení je správné.

### 3.2 Výkres součásti, NC program bez parametrizace & s parametrizací



|    |                                   |                                       |
|----|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 0  | BEGIN PGM soucast_7 MM            | BEGIN PGM soucast_7 MM                |
| 1  | BLK FORM 0.1 Z X-45 Y-30 Z-15     | BLK FORM 0.1 Z X-45 Y-30 Z-15         |
| 2  | BLK FORM 0.2 X+45 Y+30 Z+0        | BLK FORM 0.2 X+45 Y+30 Z+0            |
| 3  | ;                                 | ;                                     |
| 4  | TOOL CALL 2 Z S1000; FREZA 4 HSS  | TOOL CALL 2 Z S1000 ; FREZA 4 HSS     |
| 5  | ;                                 | CALL LBL 7                            |
| 6  | ;                                 | ;                                     |
| 7  | L X-63 Y-12 Z+100 RO FMAX M3      | L X-Q36 Y-Q37 Z+Q38 RO FMAX M3        |
| 8  | CYCL DEF 14.0 OBRYS               | CYCL DEF 14.0 OBRYS                   |
| 9  | CYCL DEF 14.1 LBL OBRYSU 1 / 2    | CYCL DEF 14.1 LBL OBRYSU 1 / 2        |
| 10 | CYCL DEF 20 DATA OBRYSU           | CYCL DEF 20 DATA OBRYSU               |
|    | Q1 = -2.5; HLOUBKA FREZOVANI      | Q1 = -2.5 ; HLOUBKA FREZOVANI         |
|    | Q2 = +1 ; PREKRYTI DRAHY NASTR.   | Q2 = +1 ; PREKRYTI DRAHY NASTR.       |
|    | Q3 = +0 ; PRIDAVEK PRO STRANU     | Q3 = +0 ; PRIDAVEK PRO STRANU         |
|    | Q4 = +0 ; PRIDAVEK PRO DNO        | Q4 = +0 ; PRIDAVEK PRO DNO            |
|    | Q5 = +0 ; SOURADNICE POVRCHU      | Q5 = +0 ; SOURADNICE POVRCHU          |
|    | Q6 = +2 ; BEZPEC. VZDALENOST      | Q6 = +2 ; BEZPEC. VZDALENOST          |
|    | Q7 = +50 ; BEZPECNA VYSKA         | Q7 = +50 ; BEZPECNA VYSKA             |
|    | Q8 = +0 ; RADIUS ZAOBLENI         | Q8 = +0 ; RADIUS ZAOBLENI             |
|    | Q9 = +1 ; SMYSL OTACENI           | Q9 = +1 ; SMYSL OTACENI               |
| 11 | CYCL DEF 22 VYHRUBOVANI           | CYCL DEF 22 VYHRUBOVANI               |
|    | Q10 = -2.5 ; HLOUBKA PRISUVU      | Q10 = -2.5 ; HLOUBKA PRISUVU          |
|    | Q11 = +150 ; POSUV NA HLOUBKU     | Q11 = +150 ; POSUV NA HLOUBKU         |
|    | Q12 = +500 ; POSUV PRO FREZ.      | Q12 = +500 ; POSUV PRO FREZOVANI      |
|    | Q18 = +0 ; NASTR. PREDHRUB.       | Q18 = +0 ; NASTR. PREDHRUBOVANI       |
|    | Q19 = +0 ; POSUV PENDLOVANI       | Q19 = +0 ; POSUV PENDLOVANI           |
|    | Q208 = +99999 ; POSUV NAVRATU     | Q208 = +99999 ; POSUV NAVRATU         |
|    | Q401 = +100 ; FEED RATE REDUC.    | Q401 = +100 ; FEED RATE REDUCTION     |
|    | Q404 = +0 ; FINE ROUGH STRAT.     | Q404 = +0 ; FINE ROUGH STRATEGY       |
| 12 | CYCL CALL M13                     | CYCL CALL M13                         |
| 13 | L X-63 Y-12 Z+100 R0 FMAX M5      | L X-Q36 Y-Q37 Z+Q38 R0 FMAX M5        |
| 14 | ;                                 | ;                                     |
| 15 | ;                                 | ;                                     |
| 16 | TOOL CALL 4 Z S700 ; LOPAT. FR. 8 | TOOL CALL 4 Z S700 ; LOPAT. FR. 8 HSS |
| 17 | CYCL DEF 208 FREZOVANI DIRY       | CYCL DEF 208 FREZOVANI DIRY           |
|    | Q200 = +2 ; BEZPEC. VZDAL.        | Q200 = +2 ; BEZPEC. VZDALENOST        |
|    | Q201 = -2.5 ; HLOUBKA             | Q201 = -2.5 ; HLOUBKA                 |
|    | Q206 = +150 ; POSUV NA HLOUBKU    | Q206 = +150 ; POSUV NA HLOUBKU        |
|    | Q334 = +0.25 ; HLOUBKA PRISUVU    | Q334 = +0.25 ; HLOUBKA PRISUVU        |
|    | Q203 = +0 ; SOURAD. POVRCHU       | Q203 = +0 ; SOURADNICE POVRCHU        |
|    | Q204 = +50 ; 2. BEZPEC. VZDAL.    | Q204 = +50 ; 2. BEZPEC. VZDALENOST    |
|    | Q335 = +10 ; ZADANY PRUMER        | Q335 = +10 ; ZADANY PRUMER            |
|    | Q342 = +0 ; PRUMER PREDVRT.       | Q342 = +0 ; PRUMER PREDVRTANI         |
|    | Q351 = +1 ; ZPUSOB FREZOVANI      | Q351 = +1 ; ZPUSOB FREZOVANI          |
| 18 | CALL LBL 3                        | CALL LBL 3                            |
| 19 | CYCL DEF 208 FREZOVANI DIRY       | CYCL DEF 208 FREZOVANI DIRY           |

|    |                                   |                                       |
|----|-----------------------------------|---------------------------------------|
|    | Q200 = +2 ; BEZPEC. VZDAL.        | Q200 = +2 ; BEZPEC. VZDALENOST        |
|    | Q201 = -2.5 ; HLOUBKA             | Q201 = -2.5 ; HLOUBKA                 |
|    | Q206 = +150 ; POSUV NA HL.        | Q206 = +150 ; POSUV NA HLOUBKU        |
|    | Q334 = +0.25 ; HLOUBKA PRISUVU    | Q334 = +0.25 ; HLOUBKA PRISUVU        |
|    | Q203 = +0 ; SOURAD. POVRCHU       | Q203 = +0 ; SOURADNICE POVRCHU        |
|    | Q204 = +50 ; 2. BEZPEC. VZDAL.    | Q204 = +50 ; 2. BEZPEC. VZDALENOST    |
|    | Q335 = +10 ; ZADANY PRUMER        | Q335 = +Q52 ; ZADANY PRUMER           |
|    | Q342 = +0 ; PRUMER PREDVRT.       | Q342 = +0 ; PRUMER PREDVRTANI         |
|    | Q351 = +1 ; ZPUSOB FREZOVANI      | Q351 = +1 ; ZPUSOB FREZOVANI          |
| 20 | CALL LBL 4                        | CALL LBL 4                            |
| 21 | ;                                 | ;                                     |
| 22 | ;                                 | ;                                     |
| 23 | TOOL CALL 3 Z S800 ; FR. 6 ZAVRT. | TOOL CALL 3 Z S800 ; FR. 6 ZAVRT. HSS |
| 24 | CYCL DEF 14.0 OBRYS               | CYCL DEF 14.0 OBRYS                   |
| 25 | CYCL DEF 14.1 LBL OBRYSU 5 / 6    | CYCL DEF 14.1 LBL OBRYSU 5 / 6        |
| 26 | CYCL DEF 20 DATA OBRYSU           | CYCL DEF 20 DATA OBRYSU               |
|    | Q1 = -2.5 ; HLOUBKA FREZ.         | Q1 = -2.5 ; HLOUBKA FREZOVANI         |
|    | Q2 = +1 ; PREK. DRAHY NASTR.      | Q2 = +1 ; PREKRYTI DRAHY NASTR.       |
|    | Q3 = +0.25 ; PRID. PRO STRANU     | Q3 = +0.25 ; PRIDAVEK PRO STRANU      |
|    | Q4 = +0 ; PRIDAVEK PRO DNO        | Q4 = +0 ; PRIDAVEK PRO DNO            |
|    | Q5 = +0 ; SOURAD. POVRCHU         | Q5 = +0 ; SOURADNICE POVRCHU          |
|    | Q6 = +2 ; BEZPEC. VZDAL.          | Q6 = +2 ; BEZPEC. VZDALENOST          |
|    | Q7 = +50 ; BEZPECNA VYSKA         | Q7 = +50 ; BEZPECNA VYSKA             |
|    | Q8 = +0 ; RADIUS ZAObLENI         | Q8 = +0 ; RADIUS ZAObLENI             |
|    | Q9 = +1 ; SMYSL OTACENI           | Q9 = +1 ; SMYSL OTACENI               |
| 27 | CYCL DEF 22 VYHRUBOVANI           | CYCL DEF 22 VYHRUBOVANI               |
|    | Q10 = -1 ; HLOUBKA PRISUVU        | Q10 = -1 ; HLOUBKA PRISUVU            |
|    | Q11 = +150 ; POSUV NA HLOUBKU     | Q11 = +150 ; POSUV NA HLOUBKU         |
|    | Q12 = +500 ; POSUV PRO FREZ.      | Q12 = +500 ; POSUV PRO FREZOVANI      |
|    | Q18 = +0 ; NASTR. PREDHRUB.       | Q18 = +0 ; NASTR. PREDHRUBOVANI       |
|    | Q19 = +0 ; POSUV PENDLOVANI       | Q19 = +0 ; POSUV PENDLOVANI           |
|    | Q208 = +99999 ; POSUV NAVRATU     | Q208 = +99999 ; POSUV NAVRATU         |
|    | Q401 = +100 ; FEED RATE REDUC.    | Q401 = +100 ; FEED RATE REDUCTION     |
|    | Q404 = +0 ; FINE ROUGH STRAT.     | Q404 = +0 ; FINE ROUGH STRATEGY       |
| 28 | CYCL CALL M13                     | CYCL CALL M13                         |
| 29 | ;                                 | ;                                     |
| 30 | ;                                 | ;                                     |
| 31 | TOOL CALL 1 Z S1000 ; FREZA 2     | TOOL CALL 1 Z S1000 ; FREZA 2         |
| 32 | CYCL DEF 24 DOKONCOVANI STEN      | CYCL DEF 24 DOKONCOVANI STEN          |
|    | Q9 = +1 ; SMYSL OTACENI           | Q9 = +1 ; SMYSL OTACENI               |
|    | Q10 = -5 ; HLOUBKA PRISUVU        | Q10 = -5 ; HLOUBKA PRISUVU            |
|    | Q11 = +150 ; POSUV PRO HL.        | Q11 = +150 ; POSUV PRO HLOUBKU        |
|    | Q12 = +500 ; POSUV PRO FREZ.      | Q12 = +500 ; POSUV PRO FREZOVANI      |
|    | Q14 = +0 ; PRID. PRO STRANU       | Q14 = +0 ; PRIDAVEK PRO STRANU        |
| 33 | CYCL CALL M13                     | CYCL CALL M13                         |
| 34 | ;                                 | ;                                     |

|    |                                |                                    |
|----|--------------------------------|------------------------------------|
| 35 | ;                              | ;                                  |
| 36 | L X-10 Y+0 FMAX                | L X-Q43 Y+0 FMAX                   |
| 37 | CYCL DEF 251 PRAVOUHLA KAPSA   | CYCL DEF 251 PRAVOUHLA KAPSA       |
|    | Q215 = +1 ; ZPUSOB FREZOVANI   | Q215 = +1 ; ZPUSOB FREZOVANI       |
|    | Q218 = +24 ; 1. DELKA STRANY   | Q218 = +Q49 ; 1. DELKA STRANY      |
|    | Q219 = +6 ; 2. DELKA STRANY    | Q219 = +Q50 ; 2. DELKA STRANY      |
|    | Q220 = +0 ; RADIUS V ROHU      | Q220 = +0 ; RADIUS V ROHU          |
|    | Q368 = +0 ; PRID. PRO STRANU   | Q368 = +0 ; PRIDAVEK PRO STRANU    |
|    | Q224 = +0 ; UHEL NATOCENI      | Q224 = +0 ; UHEL NATOCENI          |
|    | Q367 = +0 ; POLOHA KAPSY       | Q367 = +0 ; POLOHA KAPSY           |
|    | Q207 = +500 ; FREZOVACI POSUV  | Q207 = +500 ; FREZOVACI POSUV      |
|    | Q351 = +1 ; ZPUSOB FREZOVANI   | Q351 = +1 ; ZPUSOB FREZOVANI       |
|    | Q201 = -2.5 ; HLOUBKA          | Q201 = -2.5 ; HLOUBKA              |
|    | Q202 = +5 ; HLOUBKA PRISUVU    | Q202 = +5 ; HLOUBKA PRISUVU        |
|    | Q369 = +0 ; PRIDAVEK PRO DNO   | Q369 = +0 ; PRIDAVEK PRO DNO       |
|    | Q206 = +150 ; POSUV NA HL.     | Q206 = +150 ; POSUV NA HLOUBKU     |
|    | Q338 = +0 ; PRISUV NA CISTO    | Q338 = +0 ; PRISUV NA CISTO        |
|    | Q200 = +0 ; BEZPEC. VZDAL.     | Q200 = +0 ; BEZPEC. VZDALENOST     |
|    | Q203 = +0 ; SOURAD. POVRCHU    | Q203 = +0 ; SOURADNICE POVRCHU     |
|    | Q204 = +50 ; 2. BEZPEC. VZDAL. | Q204 = +50 ; 2. BEZPEC. VZDALENOST |
|    | Q370 = +1 ; PREK. DRAHY NAST.  | Q370 = +1 ; PREKRYTI DRAHY NAST.   |
|    | Q366 = +1 ; PONOROVAT          | Q366 = +1 ; PONOROVAT              |
|    | Q385 = +500 ; POSUV NA CISTO   | Q385 = +500 ; POSUV NA CISTO       |
| 38 | L X-10 Y+0 Z+100 FMAX M99 M5   | L X-Q43 Y+0 Z+Q38 FMAX M99 M5      |
| 39 | ;                              | ;                                  |
| 40 | ;                              | ;                                  |
| 41 | STOP M30                       | STOP M30                           |
| 42 | ;                              | ;                                  |
| 43 | ;                              | ;                                  |
| 44 | LBL 1                          | LBL 1                              |
| 45 | L X-45 Y+0 RL F300             | X-Q34 Y+0 RL F300                  |
| 46 | L Y-30                         | Y-Q35                              |
| 47 | L X+45                         | X+Q34                              |
| 48 | L Y+30                         | Y+Q35                              |
| 49 | L X-45                         | X-Q34                              |
| 50 | L Y+0                          | L Y+0                              |
| 51 | LBL 0                          | LBL 0                              |
| 52 | ;                              | ;                                  |
| 53 | ;                              | ;                                  |
| 54 | LBL 2                          | LBL 2                              |
| 55 | L X+40 Y+17 RL F500            | L X+Q29 Y+Q28 RL F500              |
| 56 | FC R8 CLSD+ DR- CCX+32 CCY+17  | FC RQ25 CLSD+ DR- CCX+Q27 CCY+Q28  |
| 57 | FCT R2.5 DR+ CCX+33.5          | FCT RQ26 DR+ CCX+Q31               |
| 58 | FSELECT2                       | FSELECT2                           |
| 59 | FLT X+31                       | FLT X+Q30                          |
| 60 | FCT R2.5 DR+ CCX+33.5          | FCT RQ26 DR+ CCX+Q31               |
| 61 | FCT R8 DR- CCX+32 CCY-17       | FCT RQ25 DR- CCX+Q27 CCY-Q28       |

|    |                                |                                   |
|----|--------------------------------|-----------------------------------|
| 62 | FSELECT1                       | FSELECT1                          |
| 63 | FCT R2.5 DR+ CCY-18.5          | FCT RQ26 DR+ CCY-Q33              |
| 64 | FSELECT2                       | FSELECT2                          |
| 65 | FLT Y-16                       | FLT Y-Q32                         |
| 66 | FCT R2.5 DR+ CCY-18.5          | FCT RQ26 DR+ CCY-Q33              |
| 67 | FCT R8 DR- CCX-32 CCY-17       | FCT RQ25 DR- CCX-Q27 CCY-Q28      |
| 68 | FSELECT1                       | FSELECT1                          |
| 69 | FCT R2.5 DR+ CCX-33.5          | FCT RQ26 DR+ CCX-Q31              |
| 70 | FSELECT1                       | FSELECT1                          |
| 71 | FLT X-31                       | FLT X-Q30                         |
| 72 | FCT R2.5 DR+ CCX-33.5          | FCT RQ26 DR+ CCX-Q31              |
| 73 | FCT R8 DR- CCX-32 CCY+17       | FCT RQ25 DR- CCX-Q27 CCY+Q28      |
| 74 | FSELECT2                       | FSELECT2                          |
| 75 | FCT R2.5 DR+ CCY+18.5          | FCT RQ26 DR+ CCY+Q33              |
| 76 | FSELECT1                       | FSELECT1                          |
| 77 | FLT Y+16                       | FLT Y+Q32                         |
| 78 | FCT R2.5 DR+ CCY+18.5          | FCT RQ26 DR+ CCY+Q33              |
| 79 | FCT R8 DR- CCX+32 CCY+17 CLSD- | FCT RQ25 DR- CCX+Q27 CCY+Q28CLSD- |
| 80 | FSELECT2                       | FSELECT2                          |
| 81 | LBL0                           | LBL0                              |
| 82 | ;                              | ;                                 |
| 83 | ;                              | ;                                 |
| 84 | LBL 3                          | LBL 3                             |
| 85 | L X-32 Y-17 Z+100 R0 FMAX M3   | L X-Q27 Y-Q28 Z+Q38 R0 FMAX M3    |
| 86 | CYCL DEF 221 RASTR V RADE      | CYCL DEF 221 RASTR V RADE         |
|    | Q225 = -32 ; STARTBOD V 1.OSE  | Q225 = -Q27 ; STARTBOD V 1.OSE    |
|    | Q226 = -17 ; STARTBOD V 2.OSE  | Q226 = -Q28 ; STARTBOD V 2.OSE    |
|    | Q237 = +64 ; ROZTEC V 1. OSE   | Q237 = +Q41 ; ROZTEC V 1. OSE     |
|    | Q238 = +34 ; ROZTEC V 2. OSE   | Q238 = +Q42 ; ROZTEC V 2. OSE     |
|    | Q242 = +2 ; POČET SLOUPKU      | Q242 = +2 ; POČET SLOUPKU         |
|    | Q243 = +2 ; POČET RADEK        | Q243 = +2 ; POČET RADEK           |
|    | Q224 = +0 ; UHEL NATOCENI      | Q224 = +0 ; UHEL NATOCENI         |
|    | Q200 = +2 ; BEZPEC. VZDAL.     | Q200 = +2 ; BEZPECNA VZDALENOST   |
|    | Q203 = +0 ; SOURAD. POVRCHU    | Q203 = +0 ; SOURADNICE POVRCHU    |
|    | Q204 = +50 ; 2. BEZPEC. VZDAL. | Q204 = +50 ; 2. BEZPECNA VZDALEN. |
|    | Q301 = +1 ; NAJET BEZP.VYSKU   | Q301 = +1 ; NAJET BEZPEC. VYSKU   |
| 87 | LBL 0                          | LBL 0                             |
| 88 | ;                              | ;                                 |
| 89 | ;                              | ;                                 |
| 90 | LBL 4                          | LBL 4                             |
| 91 | L X-10 Y+0 FMAX M99            | L X-Q43 Y+0 FMAX M99              |
| 92 | L Z+100 FMAX M5                | L Z+Q38 FMAX M5                   |
| 93 | LBL 0                          | LBL 0                             |
| 94 | ;                              | ;                                 |
| 95 | ;                              | ;                                 |
| 96 | LBL 5                          | LBL 5                             |
| 97 | L X-28.5 Y+0 RL                | L X-Q44 Y+0 RL                    |



|     |                      |                                 |
|-----|----------------------|---------------------------------|
| 98  | L Y-13.5             | L Y-Q45                         |
| 99  | RND R5               | RND RQ46                        |
| 100 | L X+28.5             | L X+Q44                         |
| 101 | RND R5               | RND RQ46                        |
| 102 | L Y+13.5             | L Y+Q45                         |
| 103 | RND R5               | RND RQ46                        |
| 104 | L X-28.5             | L X-Q44                         |
| 105 | RND R5               | RND RQ46                        |
| 106 | L Y+0                | L Y+0                           |
| 107 | LBL 0                | LBL 0                           |
| 108 | ;                    | ;                               |
| 109 | ;                    | ;                               |
| 110 | LBL 6                | LBL 6                           |
| 111 | L X+1 Y+0 RR         | L X+Q48 Y+0 RR                  |
| 112 | CC X-10 Y+0          | CC X-Q43 Y+0                    |
| 113 | C X+1 Y+0 DR+        | C X+Q48 Y+0 DR+                 |
| 114 | LBL 0                | LBL 0                           |
| 115 | ;                    | LBL 7                           |
| 116 | END PGM soucast_7 MM | Q23 = 90 ; DELKA                |
| 117 |                      | Q24 = 60 ; SIRKA                |
| 118 |                      | Q25 = ( 8 / 90 ) * Q23          |
| 119 |                      | Q26 = ( 2.5 / 60 ) * Q24        |
| 120 |                      | Q27 = ( 32 / 90 ) * Q23         |
| 121 |                      | Q28 = ( 17 / 60 ) * Q24         |
| 122 |                      | Q29 = ( 40 / 90 ) * Q23         |
| 123 |                      | Q30 = ( 31 / 90 ) * Q23         |
| 124 |                      | Q31 = Q30 + Q26                 |
| 125 |                      | Q32 = ( 16 / 60 ) * Q24         |
| 126 |                      | Q33 = Q32 + Q26                 |
| 127 |                      | Q34 = Q23 / 2                   |
| 128 |                      | Q35 = Q24 / 2                   |
| 129 |                      | Q36 = Q23 * 0.7                 |
| 130 |                      | Q37 = Q24 * 0.2                 |
| 131 |                      | Q38 = 100                       |
| 132 |                      | Q41 = ( 64 / 90 ) * Q23         |
| 133 |                      | Q42 = ( 34 / 60 ) * Q24         |
| 134 |                      | Q43 = ( 10 / 90 ) * Q23         |
| 135 |                      | Q44 = ( ( 57 / 90 ) * Q23 ) / 2 |
| 136 |                      | Q45 = ( ( 27 / 60 ) * Q24 ) / 2 |
| 137 |                      | Q46 = ( 5 / 60 ) * Q24          |
| 138 |                      | Q47 = ( 11 / 60 ) * Q24         |
| 139 |                      | Q48 = Q47 - Q43 ;               |
| 140 |                      | Q49 = ( 24 / 90 ) * Q23         |
| 141 |                      | Q50 = ( 6 / 60 ) * Q24          |
| 142 |                      | Q51 = ( 5 / 8 ) * Q25 * 2       |
| 143 |                      | Q52 = ( 5 / 11 ) * Q47 * 2      |
| 143 |                      | LBL 0                           |
| 144 |                      | END PGM soucast_7 MM            |

### 3.3 Tvorba programu bez použití parametrického programování

V bloku 0 bude definován název a rozměr součásti. V bloku 1 BLK FORM 0.1 budou definovány hodnoty v ose  $X$  [ -45 ],  $Y$  [ -30 ],  $Z$  [ -15 ]. V bloku 2 BLK FORM 0.2 budou definovány hodnoty v ose  $X$  [ +45 ], v ose  $Y$  [ +30 ],  $Z$  [ 0 ].

V bloku 4 bude zavolán nástroj TOOL CALL 2, definována osa vřetena  $Z$  a otáčky vřetena S1000. Pod číslem nástroje 2 je definována čelní válcová fréza průměru 4mm z HSS (nástrojová ocel slitinová rychlořezná).

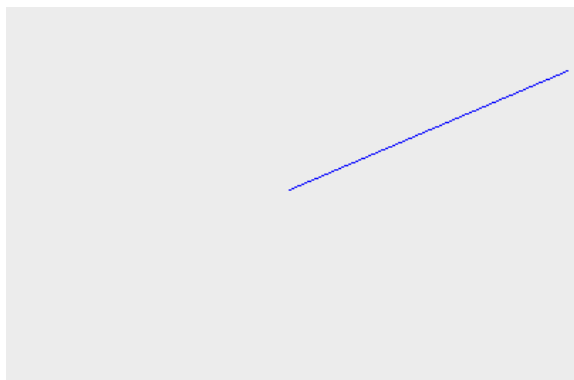
V bloku 7 bude definován nájezd nástroje přímkou ( L ) v ose  $X$  [ -63 ], v ose  $Y$  [ -12 ] a v ose  $Z$  [ +100 ], korekce nástroje RO ( bez korekce ), maximální posuv FMAX a start otáčení vřetena ve směru otáčení hodinových ručiček M3.

Nejprve bude obráběna vnější kontura součásti. S výhodou bude využito předdefinovaných SL cyklů 14.0 OBRYS, 14.1 LBL OBRYSU. Bude zapotřebí vytvořit dvě návěstí ( LBL 1 a LBL 2 ).

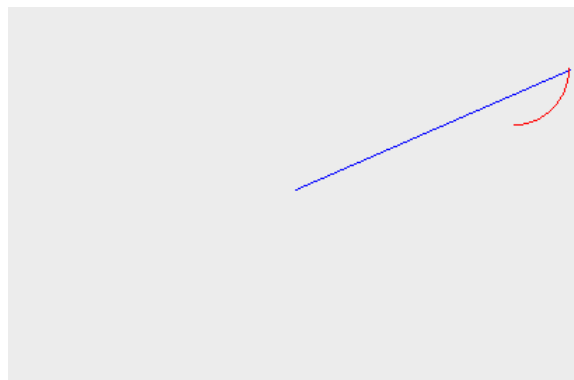
Label 1 ( blok 44 ) definuje základní rozměr součásti ( 90 x 60 ). Již zde je vidět výhoda dobře zvoleného počátku. Hodnoty souřadnic se opakují. Mění se pouze kladná či záporná hodnota dle postavení nástroje vzhledem k počátku souřadného systému. V následujících blocích budou postupně definovány souřadnice koncového bodu přímkou ( L ) v ose  $X$  a  $Y$  [ -45 ; 0 ], v ose  $Y$  [ -30 ], v ose  $X$  [ +45 ], v ose  $Y$  [ +30 ], v ose  $X$  [ -45 ] a v ose  $Y$  [ 0 ].

Label 2 charakterizuje tvar obrysu vnější plochy. V tomto návěstí je opět vidět výhoda vhodně zvoleného počátku souřadnic. Zde je nutno využít volného programování ( FK ). V bloku 55 je definována příмка ( L ) v ose  $X$  a  $Y$  [ +40 ; +17 ], korekce nástroje zleva RL a posuv nástroje F500, viz. obr. 3-1. V bloku 56 bude definován kruhový oblouk bez tangenciálního napojení ( FC ) a v něm rádius R8, střed rádiusu v ose  $X$  a  $Y$ , CCX [ +32 ] a CCY [ +17 ], směr otáčení DR- ( ve směru otáčení hodinových ručiček ) a začátek uzavřeného obrysu CLSD+, obr. 3-2. Červená barva obrysu znamená, že obrys ještě není dostatečně definovaný.

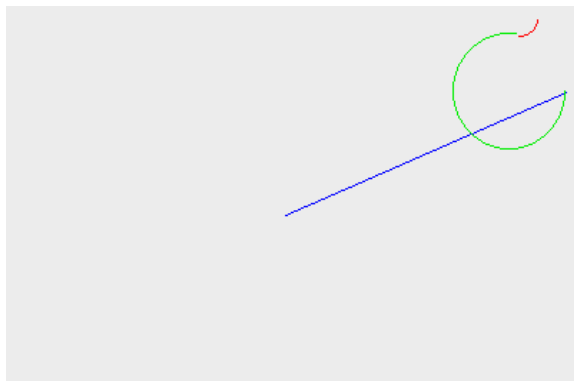
V bloku 57 bude definován kruhový oblouk s tangenciálním napojením ( FCT ) a v něm rádius R2.5, směr otáčení DR+ ( proti směru otáčení hodinových ručiček ) a střed rádiusu v ose  $X$ , CCX [ +33,5 ], obr. 3-3. Zelený obrys znamená, že existuje více řešení a je třeba zvolit správné řešení ( FSELECT 2 ), obr. 3-4.



Obr. 3-1: Blok 55



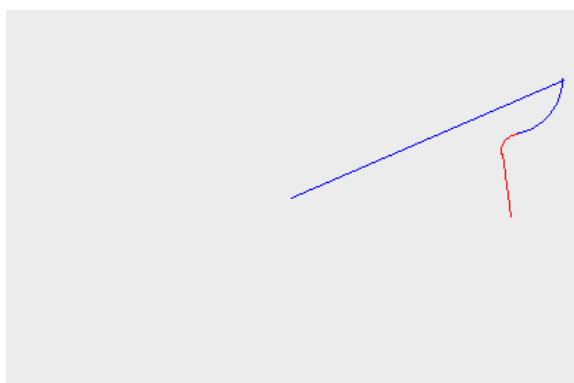
Obr. 3-2: Blok 56



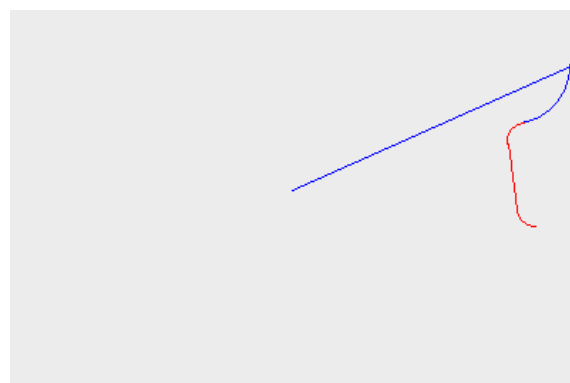
Obr. 3-3: Blok 57



Obr. 3-4: Blok 58



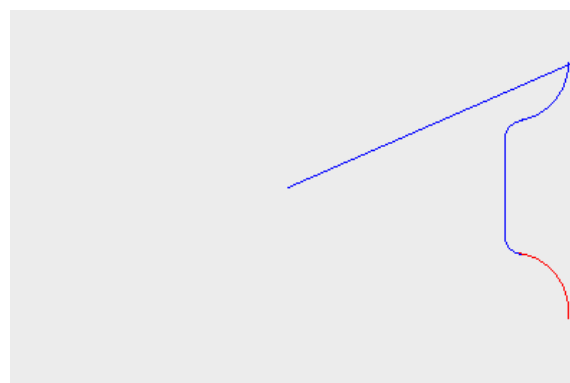
Obr. 3-5: Blok 59



Obr. 3-6: Blok 60



Obr. 3-7: Blok 61



Obr. 3-8: Blok 62

V bloku 59 bude definována přímka s tangenc. napojením ( FLT ) v ose X, CCX [ +31 ], obr. 3-5. Následně bude definován kruhový oblouk s tangenc. napojením ( FCT ) a v něm rádius R2.5, směr otáčení DR+, střed rádiusu v ose X [ +33,5 ], obr. 3-6.

V bloku 61 bude definovaný opět kruhový oblouk s tangenc. napojením ( FCT ) a v něm rádius R8, směr otáčení DR- a střed rádiusu v ose X a Y, CCX [ +32 ] a CCY [ -17 ], obr. 3-7. Existuje více řešení, je třeba zvolit správné řešení ( FSELECT 1 ), viz. obr. 3-8.

V bloku 63 bude definovaný kruhový oblouk s tangenc. napojením ( FCT ) a v něm rádius R2.5, směr otáčení DR+ a střed rádiusu v ose Y, CCY [ -18.5 ], obr. 3-9. Existuje více řešení, je třeba zvolit správné řešení ( FSELECT 2 ), obr. 3-10.

V bloku 65 bude definovaná přímka s tangenc. napojením ( FLT ) v ose Y [ -16 ], obr. 3-11. Poté bude definovaný kruhový oblouk s tangenc. napojením ( FLC ) a v něm rádius R2.5, směr otáčení DR+ a střed rádiusu v ose Y, CCY [ -18.5 ], obr. 3-12.

V bloku 67 bude definovaný opět kruhový oblouk s tangenc. napojením ( FCT ) a v něm rádius R8, směr otáčení DR- a střed rádiusu v ose X a Y, CCX [ -32 ] a CCY [ -17 ], obr. 3-13. Existuje více řešení a je třeba zvolit správné řešení ( FSELECT 1 ), obr. 3-14.

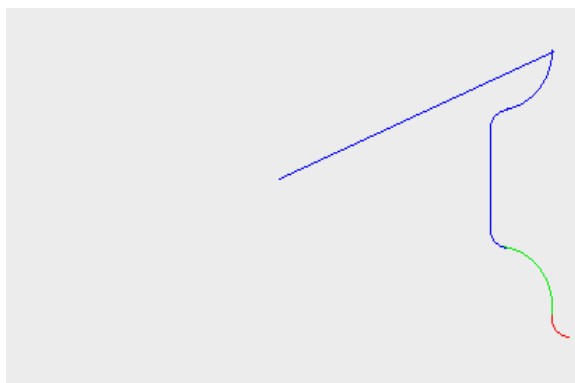
V bloku 69 bude definován kruhový oblouk s tangenc. napojením ( FCT ) a v něm rádius R2.5, směr otáčení DR+ a střed rádiusu v ose X, CCX [ -33.5 ], obr. 3-15. Existuje více řešení, je třeba zvolit správné řešení ( FSELECT 1 ), obr. 3-16.

V bloku 71 bude definována přímka s tangenc. napojením ( FLT ) v ose X [ -31 ], obr. 3-17. V dalším bloku bude definován kruhový oblouk s tangenc. napojením ( FCT ) a v něm rádius R2.5. směr otáčení DR+ a střed rádiusu v ose X, CCX [ -33.5 ], obr. 3-18.

V bloku 73 bude definovaný opět kruhový oblouk s tangenc. napojením ( FCT ) a v něm rádius R8, směr otáčení DR- a střed rádiusu v ose X a Y, CCX [ -32 ] a CCY [ +17 ], obr. 3-19. Existuje více řešení a je třeba zvolit správné řešení ( FSELECT 2 ), viz. obr. 3-20.

V bloku 75 bude definován kruhový oblouk s tangenc. napojením ( FCT ) a v něm rádius R2.5, směr otáčení DR+ a střed rádiusu v ose Y, CCY [ +18.5 ], obr. 3-21. Existuje více řešení a je třeba zvolit správné řešení ( FSELECT 1 ), obr. 3-22.

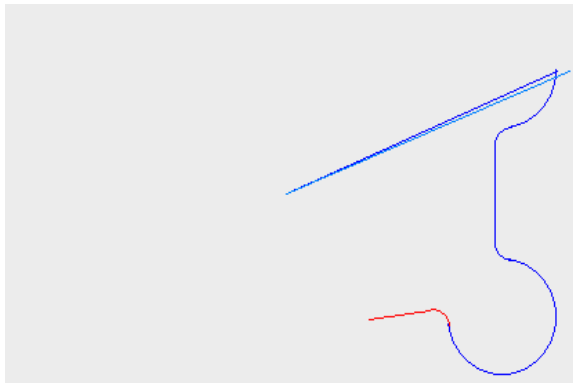
V bloku 77 bude definována přímka s tangenc. napojením ( FLT ) v ose Y [ +16 ], obr. 3-23. V dalším bloku bude definovaný kruhový oblouk s tangenc. napojením ( FCT ) a v něm rádius R2.5, směr otáčení DR+ a střed rádiusu v ose Y, CCY [ +18.5 ], obr. 3-24.



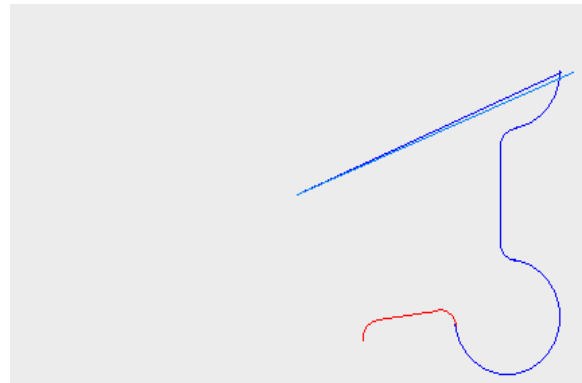
Obr. 3-9: Blok 63



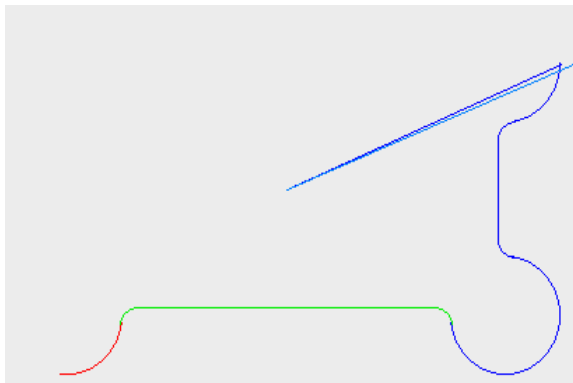
Obr. 3-10: Blok 64



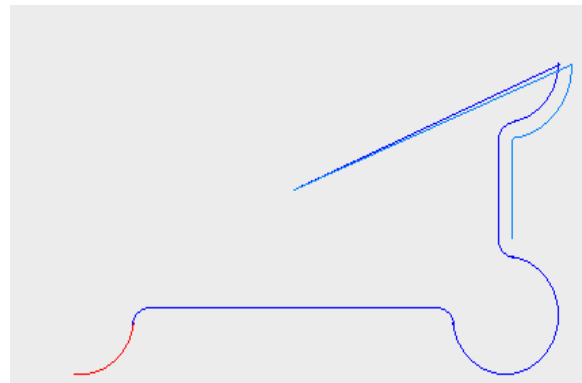
Obr. 3-11: Blok 65



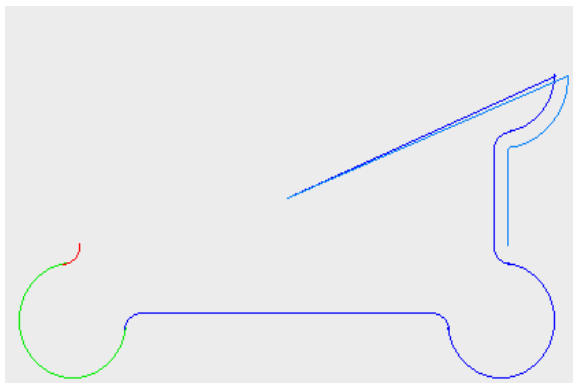
Obr. 3-12: Blok 66



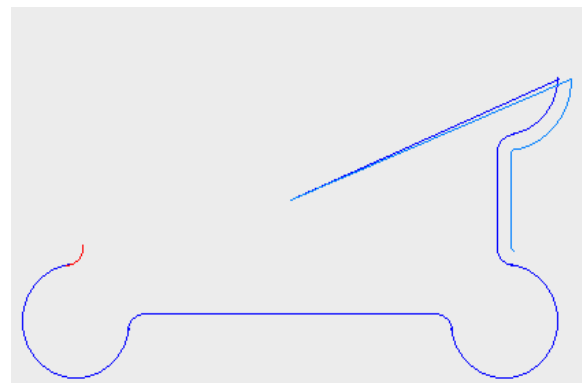
Obr. 3-13: Blok 67



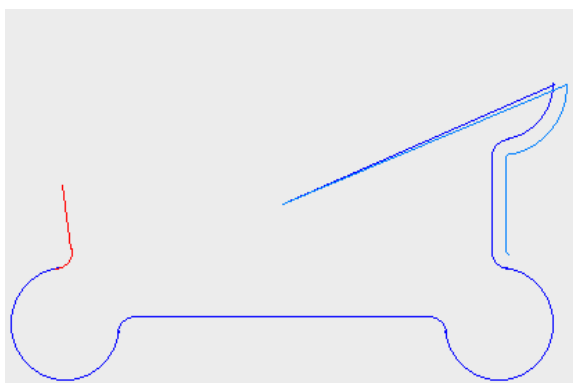
Obr. 3-14: Blok 68



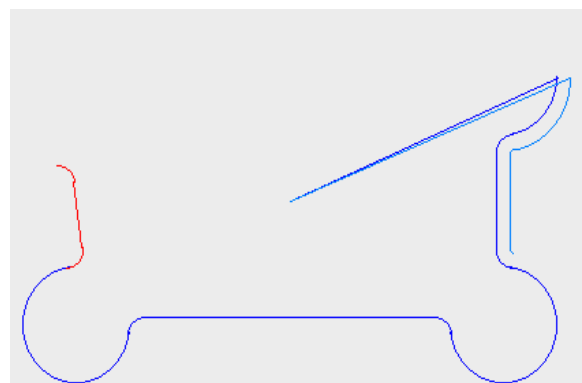
Obr. 3-15: Blok 69



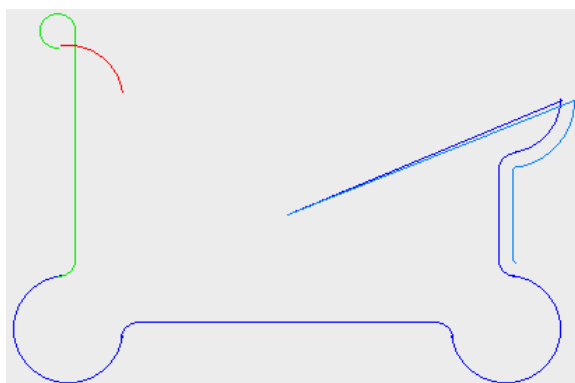
Obr. 3-16: Blok 70



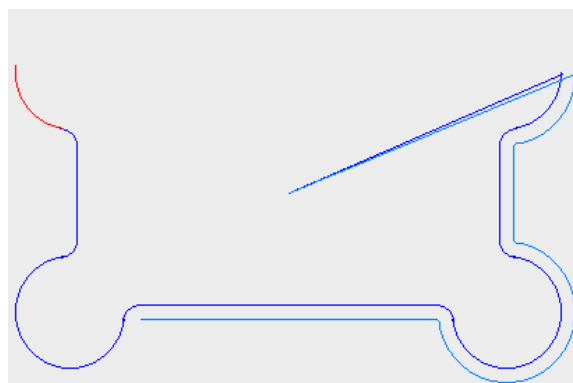
Obr. 3-17: Blok 71



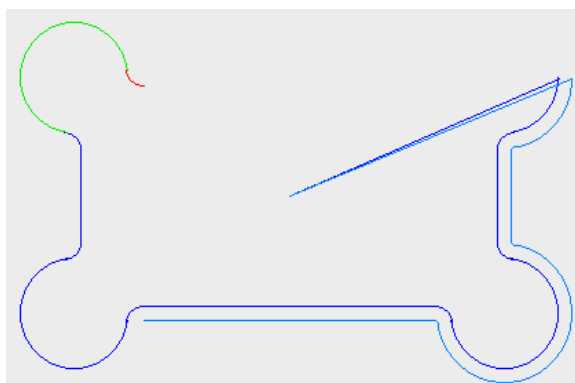
Obr. 3-18: Blok 72



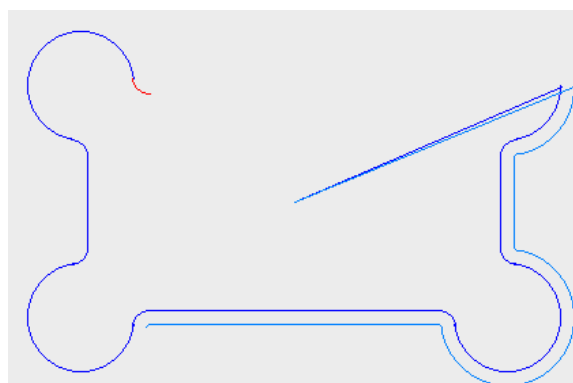
Obr. 3-19: Blok 73



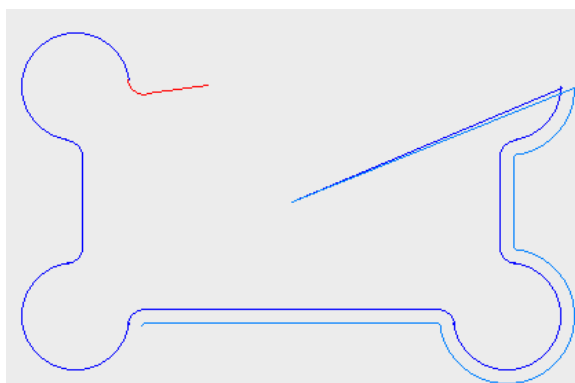
Obr. 3-20: Blok 74



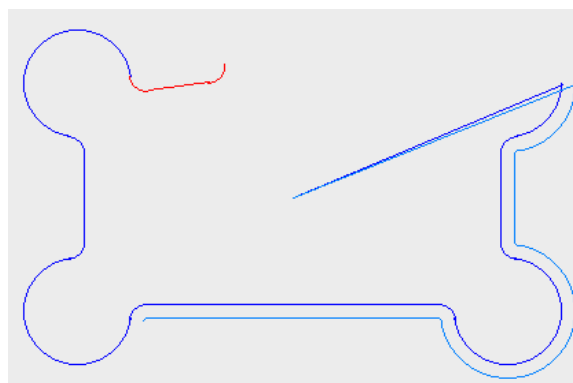
Obr. 3-21: Blok 75



Obr. 3-22: Blok 76



Obr. 3-23: Blok 77



Obr. 3-24: Blok 78

V bloku 79 bude definovaný opět kruhový oblouk s tangenc. napojením ( FCT ) a v něm rádius R8, směr otáčení DR-, střed rádiusu v ose X a Y, CCX [ +32 ] a CCY [ +17 ] a konec uzavřeného obryse CLSD-, obr. 3-25. Existuje více řešení a je třeba zvolit správné řešení ( FSELECT 2 ), obr. 3-26.

Tmavší modrý obrys znamená, že obrys je dostatečně určen. Světlejší modrá ekvidistanta modrého obrysu je korekce nástroje, viz. obr. 3-27.

V dalším kroku ( blok 10 ) bude použit předdefinovaný SL cyklus 20 DATA OBRYSU, kde bude přiřazena parametru Q1 hloubka frézování  $-2.5$  mm, parametru Q2 překrytí dráhy nástroje hodnota  $+1$  mm, parametru Q3 přídavek pro stranu hodnota  $0$  mm, parametru Q4 přídavek pro dno hodnota  $0$  mm, parametru Q5 souřadnice povrchu hodnota  $0$  mm, parametru

Q6 bezpečnostní vzdálenost +2 mm, parametru Q7 bezpečná výška +50 mm, parametru Q8 rádius zaoblení hodnota 0 a parametru Q9 smysl otáčení +1.

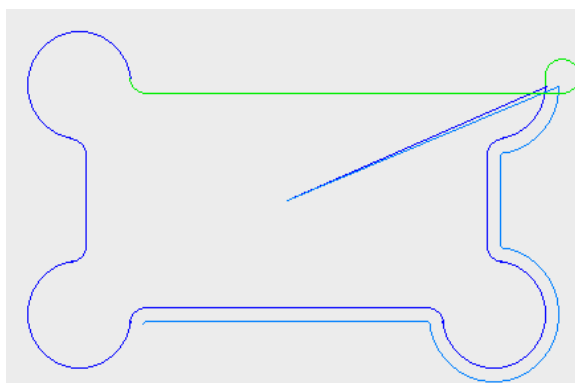
V následujícím bloku bude využit předdefinovaný cyklus 22 VYHRUBOVANI, kde bude přiřazeno parametru Q10 hloubka přířezu -2.5 mm, parametru Q11 posuv na hloubku +150 mm/min, parametru Q12 posuv pro frézování +500 mm/min, parametru Q18 nástrojové předhrubování hodnota 0, parametru Q09 posuv pendlování hodnota 0, parametru Q208 posuv návratu hodnota +99999 mm/min, parametru Q401 feed rate reduction hodnota +100 a parametru Q404 fine rough strategy hodnota 0.

V bloku 13 bude definovaný odjezd nástroje přímkou ( L ) v ose X [ -63 ], v ose Y [ -12 ] a v ose Z [ +100 ]. Dále bude definována korekce nástroje RO ( bez korekce ), maximální posuv FMAX a stop vřetena M5. Na obr. 3-28 jsou vidět dráhy nástroje.

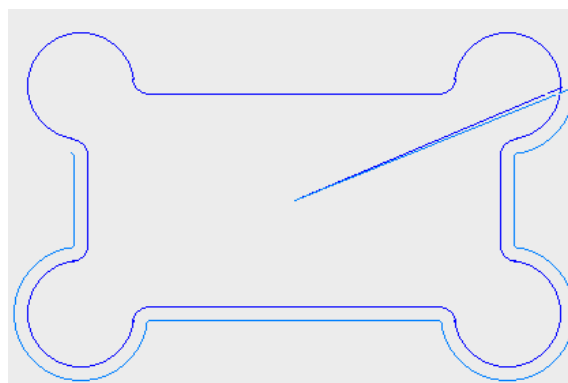
V bloku 16 bude definován, resp.zavolán nástroj. TOOL CALL 4, definována osa vřetena Z a otáčky vřetena S700. Pod číslem nástroje 4 je definována lopatková fréza průměru 8 mm z HSS (nástrojová ocel slitinová rychlořezná).

V následujícím bloku 17 bude využit SL cyklus 208 FREZOVANI DIRY, kde parametru Q200 pro bezpečnou vzdálenost bude přiřazena hodnota +2 mm, parametru Q201 pro hloubku hodnota -2.5 mm, parametru Q206 pro posuv na hloubku hodnota +150 mm/min, parametru Q334 pro hloubku přířezu hodnota +0.25 mm, parametru Q203 pro souřadnice povrchu hodnota 0, parametru Q204 pro 2.bepečnou vzdálenost hodnota +50 mm, parametru Q335 pro zadaný průměr hodnota +10 mm, parametru Q342 pro průměr předvrtání hodnota 0 a parametru Q351 pro způsob frézování hodnota +1.V následujícím bloku bude zavolán label 3.

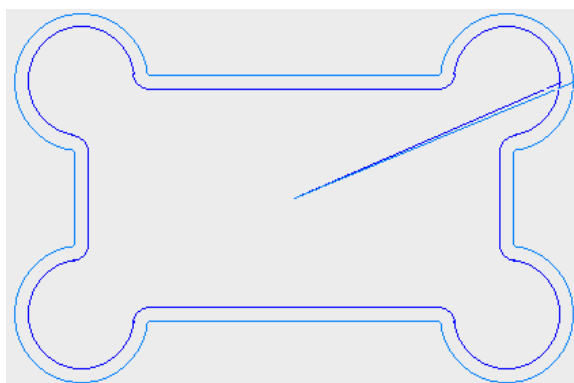
Label 3 ( blok 84 ) definuje, kde se má provést frézování děr. V bloku 85 bude definován nájezd nástroje přímkou ( L ) v ose X [ -32 ], v ose Y [ -17 ] a v ose Z [ +100 ]. Dále bude definována korekce nástroje RO ( bez korekce ), maximální posuv FMAX a start otáčení vřetena ve smyslu otáčení hodinových ručiček M3. V dalším bloku bude s výhodou použit cyklus 221 RASTR V RADE, kde následujícím Q-parametrům bude přiřazena hodnota. Pro startovací bod v 1.ose Q225 = -32mm, pro startovací bod v 2.ose Q226 = -17mm, pro rozteč v 1.ose Q237 = +64mm, pro rozteč v 2. ose Q238 = 34mm, pro počet sloupků Q242 = 2, pro počet řádek Q243 = 2, pro úhel natočení Q224 = 0, pro bezpečnou vzdálenost Q200 = +2mm, pro souřadnice povrchu Q203 = 0, pro 2.bepečnostní vzdálenost Q204 = +50mm. Výsledek tohoto vrtání viz obr. 3-29.



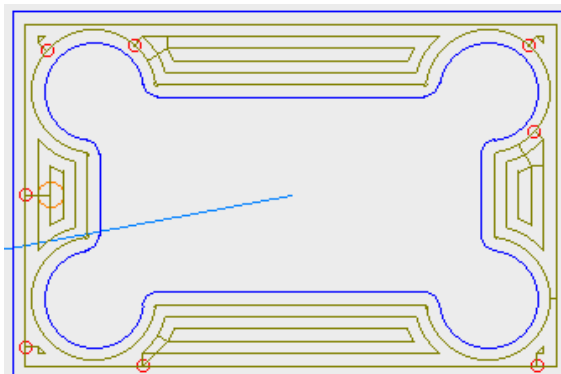
Obr. 3-25: Blok 79



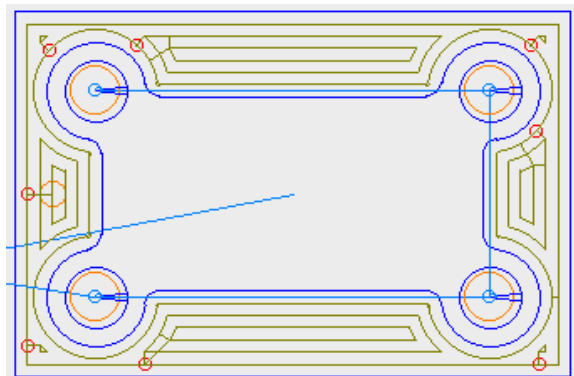
Obr. 3-26: Blok 80



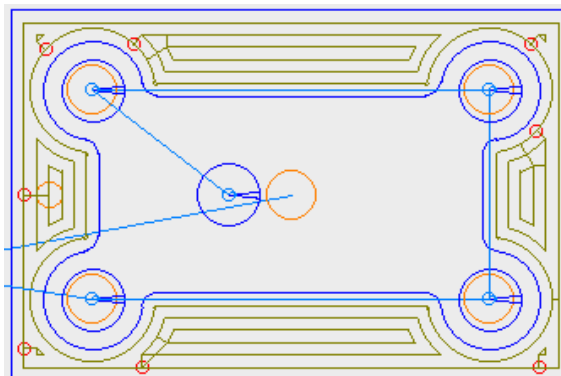
Obr. 3-27: Obrys s korekcí



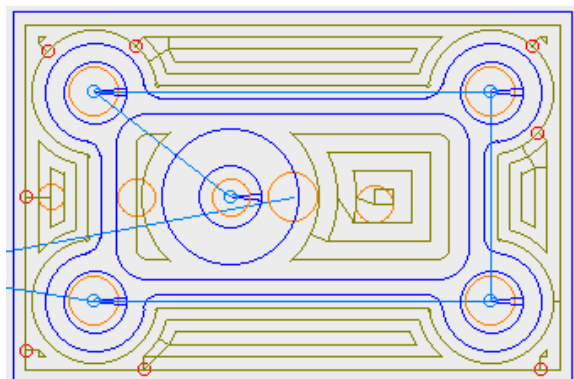
Obr. 3-28: Dráhy nástroje – vnější obrys



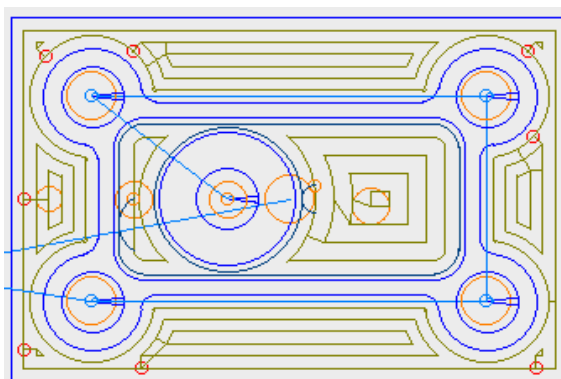
Obr. 3-29: Frézování děr



Obr. 3-30: Frézování díry uprostřed



Obr. 3-31: Vyhrubování vnitřní kapsy



Obr. 3-32: Dokončování vnitřní kapsy

V bloku 19 bude znovu zvolen předdefinovaný cyklus 208 FREZOVANI DIRY, kde všechny hodnoty Q-parametrů zůstanou stejné jako v předchozím případě. Následně bude zavolán label 4 ( blok 90 ).

Label 4 definuje, kde se má frézování díry provést. V bloku 91 bude definována souřadnice koncového bodu přímky ( L ) v ose X a Y [ -10 ; +0 ], maximální posuv nástroje FMAX a vyvolání cyklu účinné v bloku M99. V následujícím bloku definujeme odjetí nástroje pomocí přímky ( L ) v ose Z, maximální posuv nástroje FMAX a stop vřetena M5. Výsledek tohoto cyklu je znázorněn na obr. 3-30.



V bloku 23 bude definován, resp.zavolán nástroj. TOOL CALL 3, definována osa vřetena Z a otáčky vřetena S800. Pod číslem nástroje 3 je definována zavrtávací fréza průměru 6mm z HSS (nástrojová ocel slitinová rychlořezná).

V dalších blocích budou použity SL cykly 14.0 OBRYS a 14.1 LBL OBRYSU 5 / 6.

Label 5 ( blok 96 ) definuje vnitřní kapsu. V bloku 97 budou definovány souřadnice počátečního bodu přímký ( L ) v ose X a Y [ -28.5 ; 0 ] a korekce nástroje zleva RL. Následně bude definována souřadnice koncového bodu přímký ( L ) v ose Y [ -13.5 ]. V bloku 99 bude definován rohový rádius ( RND ) R5. Následně bude definována souřadnice koncového bodu přímký ( L ) v ose X [ +28.5 ]. Opět vidíme praktické výhody vhodně zvoleného počátku souřadnic. Numerické hodnoty jsou stejné, pouze se mění znaménka, podle toho, v jakém kvadrantu se nacházíme. V bloku 101 bude definován rohový rádius ( RND ) R5. V bloku 102 bude definována souřadnice koncového bodu přímký ( L ) v ose Y [ +13.5 ]. V bloku 103 bude definován rohový rádius ( RND ) R5. V bloku 104 bude definována souřadnice koncového bodu přímký ( L ) v ose X [ -28.5 ]. V bloku 105 bude definován rohový rádius ( RND ) R5 a v bloku 106 bude definována souřadnice koncového bodu přímký ( L ) v ose Y [ 0 ].

Label 6 ( blok 110 ) definuje ostrůvek. V bloku 111 budou definovány souřadnice počátečního bodu přímký ( L ) v ose X a Y [ +1 ; 0 ] a korekce nástroje zprava RR. V dalším bloku bude definovaná souřadnice středu kruhu ( CC ) v ose X a Y [ -10 ; 0 ]. V bloku 113 bude definovaná souřadnice koncového bodu kruhu ( C ) v ose X a Y [ +1 ; 0 ] a smysl otáčení DR+ .

V dalším kroku ( blok 26 ) bude použito SL cyklu 20 DATA OBRYSU, kde bude přiřazena parametru Q1 hloubka frézování -2.5 mm, parametru Q2 překrytí dráhy nástroje hodnota +1mm, parametru Q3 pro přídavek pro stranu hodnota 0.25 mm, parametru Q4 přídavek pro dno hodnota 0, parametru Q5 souřadnice povrchu hodnota 0, parametru Q6 bezpečnostní vzdálenost + 2 mm, parametru Q7 bezpečná výška +50 mm, parametru Q8 rádius zaoblení hodnota 0 a parametru Q9 smysl otáčení +1.

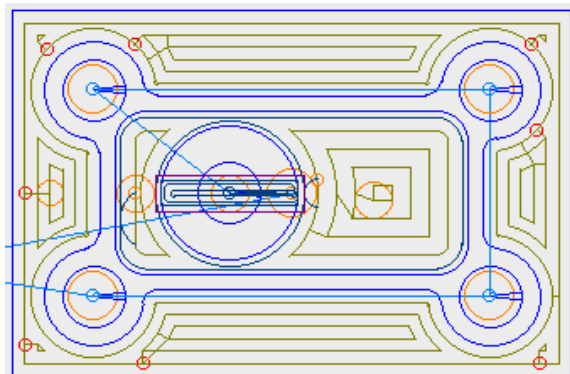
V bloku 27 použijeme SL cyklus 22 VYHRUBOVANI, kde bude přiřazeno parametru Q10 hloubka přísuvu -1 mm, parametru Q11 posuv na hloubku +150 mm/min a parametru Q12 posuv pro frézování +500 mm/min, parametru Q18 nástrojové předhrubování hodnota 0, parametru Q09 posuv pendlování hodnota 0, parametru Q208 posuv návratu hodnota +99999 mm/min, parametru Q401 feed rate reduction hodnota +100 a parametru Q404 fine rough strategy hodnota 0. Na obr. 3-31 je možno vidět dráhy nástroje po vykování těchto cyklů.

V bloku 31 bude definován, resp.zavolán nástroj. TOOL CALL 1, definována osa vřetena Z a otáčky vřetena S1000. Pod číslem nástroje 1 je definována fréza o průměru 2 mm z HSS (nástrojová ocel slitinová rychlořezná).

V dalším bloku bude využit SL cyklus 24 DOKONCOVANI STEN. Předdefinovaným Q-parametrům budou přiřazeny hodnoty. Parametru Q9 pro smysl otáčení +1 ( ), parametru Q10 pro hloubku přísuvu -5 mm, parametru Q11 pro posuv na hloubku +150 mm/min, parametru Q12 pro posuv na frézování +500 mm/min a Q14 pro přídavek pro stěnu +0. Na obr. 3-32 je možno vidět dráhy nástroje při dokončování stěn.

V bloku 36 bude definovaný nájezd nástroje pomocí přímký ( L ) v ose X a Y [ -10 ; 0 ] a maximální posuv nástroje FMAX.

V dalším bloku využijeme cyklus 251 PRAVOUHLA KAPSA. Předdefinovaným Q-parametrům přiřadíme hodnoty. Parametru Q215 pro způsob frézování hodnotu +1 (na čisto), parametru Q218 pro 1. délku strany hodnotu +24 mm, parametru Q219 pro 2. délku strany hodnotu +6 mm, parametru Q220 pro rádius v rohu hodnotu 0, parametru Q368 pro přídavek pro stranu hodnotu 0, parametru Q224 pro úhel natočení hodnotu 0, parametru Q367 pro polohu kapsy hodnotu 0, parametru Q207 pro frézovací posuv +500 mm/min, parametru Q351 pro způsob frézování +1, parametru Q201 pro hloubku hodnotu -2.5 mm, parametru Q202 pro hloubku přísluvu hodnotu +5 mm, parametru Q369 pro přídavek pro dno hodnotu 0 mm, parametru Q206 pro posuv na hloubku +150 mm/min, parametru Q338 pro přísluv na čisto hodnotu 0 mm, parametru Q200 pro bezpečnostní vzdálenost hodnotu +2 mm, parametru Q203 pro souřadnice povrchu hodnotu 0, parametru Q204 pro 2. bezpečnostní vzdálenost hodnotu +50 mm, parametru Q370 pro překrytí nástroje hodnotu +1 mm, parametru Q385 pro posuv na čisto +500 mm/min. Na obr. 3-33 je možno vidět dráhy nástroje po vytvoření kapsy.



Obr. 3-33: Pravoúhlá kapsa

### 3.4 Tvorba programu s využitím parametrického programování

V této části bude vytvořen program součásti s využitím parametrického programování. Úkolem je, aby při změně délky nebo šířky, resp. délky i šířky součásti, došlo ke změně součásti při zachování původního poměru.

Program s využitím parametrického programování bude obdobný jako program bez použití parametrického programování. Jádro programu (nástroje, otáčky, posuvy, předdefinované SL cykly, návěští) zůstane zachované, pouze dojde k přepsání číselných hodnot pomocí definovaných Q-parametrů. Souřadnicový systém bude výhodně ponechán uprostřed součásti, takže nedojde ke změně znamének plus / minus.

V bloku 5 bude zavolán label 7 CALL LABEL 7. Do tohoto návěští budou definovány Q-parametry. Návěští bude umístěno na konec programu.

Q-parametry budou využity již při definování nájezdu v bloku 7, kde dojde k přepsání číselných hodnot pomocí Q-parametrů. Uživatel si může zvolit libovolné číselné označení Q-parametru od 0 do 99. Pro osu X bude zvolen například parametr Q36, pro osu Y parametr Q37 a pro osu Z parametr Q38. Následně je třeba definovat Q-parametry v labelu 7. Při definování Q-parametrů budou psány převážně vzorce, proto je výhodné použít přímé zadávání vzorců. Nejprve bude třeba definovat celkovou délku a šířku součástí pomocí Q-parametru. Pro délku součástí 90 mm bude zvolen např. parametr Q23 a pro šířku součástí 60 mm parametr Q24. Toto jsou dva hlavní Q-parametry, na kterých budou závislé ostatní

Q-parametry. Tím bude zaručeno zachování původního poměru. Následně bude definován parametr Q36 jako násobek délky součásti Q23 a číselné hodnoty 0.7. Tím bude dosaženo původní hodnoty z předchozího programu. Parametr Q37 bude definován jako násobek šířky součásti a číselné hodnoty 0.2. Parametru Q38 bude přiřazena hodnota 100.

V dalším kroku je definován obrys pomocí labelu 1 a 2. V labelu 1 ( blok 44 ), který definuje základní obrys součásti [ 90 x 60 ], budou přepsány číselné hodnoty v ose X například parametrem Q34 a číselné hodnoty v ose Y [ +/- 30 ] parametrem Q35. Následně budou parametry definovány v labelu 7. Parametr Q34 bude definován jako celková délka součásti Q23 děleno dvěma. Parametr Q35 bude definován jako celková šířka součásti Q24 děleno dvěma.

V labelu 2 ( blok 54 ), který definuje obrys kontury to je poněkud složitější. V bloku 55 bude přepsána hodnota v ose X například parametrem Q29 a v ose Y parametrem Q28. V labelu 7 bude parametr Q28 definován jako vzdálenost v ose Y [ 17 ] děleno celkovou šířkou součásti [ 60 ] a to celé vynásobené parametrem Q24, který definuje šířku součásti. Při změně šířky součásti tak bude zachován původní poměr. Parametr Q29 bude definován jako vzdálenost v ose X [ 40 ] děleno celkovou délkou součásti [ 90 ] a to celé vynásobené parametrem Q23, který definuje délku součásti.

V bloku 56 budou přepsány hodnoty středu rádiusu v ose X například parametrem Q27 a v ose Y parametrem Q28. Je nutné, aby i rádius R8 byl definován pomocí Q-parametru, například parametrem Q25. Není možné, aby tento rádius zůstal pevně definován číselnou hodnotou. V labelu 7 bude definován parametr Q27 jako vzdálenost středu rádiusu v ose X [ 32 ] děleno celkovou délkou součásti [ 90 ] a to celé vynásobené parametrem Q23, který definuje délku součásti. Parametr Q28 je již definován. Zbývá definovat parametr Q25 jako velikost rádiusu R8 děleno celkovou délkou součásti a to celé vynásobené parametrem Q23, který definuje délku součásti.

V bloku 57 budou přepsány hodnoty rádiusu R2.5 například parametrem Q26 a středu rádiusu v ose X parametrem Q31. V labelu 7 bude definován parametr Q26 jako velikost rádiusu R2.5 děleno celkovou šířkou součásti [ 60 ] a to celé vynásobené parametrem Q24, který definuje šířku součásti. K definování parametru Q31 bude zapotřebí definovat parametr Q30 jako vzdálenost přímky v ose X [ 31 ] děleno celkovou délkou součásti [ 90 ] a to celé vynásobené parametrem Q23, který definuje délku součásti. Nyní bude definován parametr Q31 jako součet parametru Q30 a parametru Q26. Tím budou definovány Q-parametry až do bloku 62, pouze stačí přepsat číselné hodnoty příslušnými parametry.

V bloku 63 bude přepsána velikost rádiusu parametrem Q26, který je již definován a střed rádiusu v ose Y například parametrem Q33. V labelu 7 bude zapotřebí k definování parametru Q33 nejprve definovat parametr Q32. Parametr Q32 lze definovat jako vzdálenost přímky v ose Y [ 16 ] děleno celkovou šířkou součásti [ 60 ] a to celé vynásobené parametrem Q24, který definuje šířku součásti. Následně bude definován parametr Q33 jako součet parametru Q32 a Q26. Další Q-parametry v tomto návěští není třeba definovat, pouze budou přepsány číselné hodnoty již definovanými parametry.

Předdefinované SL cykly 20 DATA OBRYSU a 22 VYHRUBOVANI budou totožné jako v předchozím programu. Pouze dojde k přepsání souřadnic odjezdu pomocí již definovaných Q-parametrů.

V následujícím cyklu 208 FREZOVANI DIRY zůstanou všechny hodnoty stejné, jako u předchozího programu. Pouze dojde k přepsání žádaného průměru, který je výrobcem

v cyklu označen jako Q335, parametrem například Q51. V labelu 7 definujeme parametr Q51 jako  $R5$  děleno  $R8$  to celé vynásobené parametrem Q25, který charakterizuje změnu  $R8$  v závislosti na změně celkové délky součásti, a to celé ještě vynásobíme dvěma, protože se jedná o průměr.

Následně bude zavolán label 3 ( blok 84 ), kde přepíšeme souřadnice nájezdu pro vrtanou díru pomocí již definovaných Q-parametrů v osách X, Y, Z [ -Q27 ; -Q28 ; +Q38 ].

Následně bude přepsáno několik číselných hodnot v SL cyklu 221 RASTR V RADE. Startovacímu bodu v první ose, který je předdefinovaný výrobcem jako Q225 přidělíme již definovaný parametr Q27. Startovacímu bodu v druhé ose, který je předdefinovaný výrobcem jako Q226 přidělíme již definovaný parametr Q28. Rozteči v první ose, která je předdefinována výrobcem jako Q237 přidělíme parametr například Q41. Rozteči v druhé ose, která je předdefinována výrobcem jako Q238 přidělíme parametr například Q42. V labelu 7 bude definován parametr Q41 jako rozteč v ose X [ 64 ] děleno celkovou délkou součásti a to celé vynásobené parametrem Q23, který charakterizuje délku součásti. Parametr Q42 bude definován jako rozteč v ose Y [ 34 ] děleno celkovou šířkou součásti a to celé vynásobené parametrem Q24, který charakterizuje šířku součásti.

V dalším kroku ( blok 17 ) bude opět v SL cyklu 208 FRECOVANI DIRY přepsána hodnota předdefinovaného parametru Q335, který označuje žádaný průměr, například parametrem Q52. V labelu 7 bude nejprve definován parametr Q47 s jehož pomocí bude definován parametr Q52. Parametr Q47 bude definován jako  $R11$  děleno celkovou šířkou součásti [ 60 ] a to celé vynásobené parametrem Q24. Parametr Q52 bude definován jako  $R5$  děleno  $R11$ , to celé vynásobené parametrem Q47 a to celé vynásobené dvěma, protože se jedná o průměr .

Následně bude zavolán label 4 ( blok 90 ). V bloku 91 bude přepsána hodnota v ose X například parametrem Q43. Následně bude přepsána hodnota v ose Z již definovaným parametrem Q38. Parametr Q43 bude definován v labelu 7 jako průměr díry [ 10 ] děleno celkovou délkou součásti [ 90 ] a to celé vynásobené parametrem Q23.

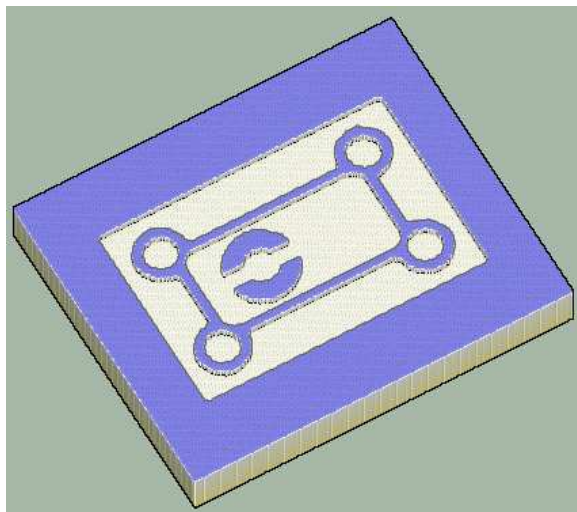
V dalším kroku je definován obrys pomocí labelu 5 a 6. V labelu 5 ( bloku 97 ) bude přepsána hodnota v ose X například parametrem Q44. V bloku 98 bude přepsána hodnota v ose Y například parametrem Q45. V bloku 99 bude přepsána hodnota  $R5$  například parametrem Q46. V labelu 7 bude parametr Q44 definován jako délka kapsy [ 57 ] děleno celkovou délkou součásti [ 90 ], to vynásobené parametrem Q23 a celé toto vydělené dvěma, protože počátek souřadnicového systému je uprostřed součásti. Parametr Q45 bude definován jako šířka kapsy [ 27 ] děleno celkovou šířkou součásti [ 60 ], to vynásobené parametrem Q24 a celé toto vydělené dvěma. Parametr Q46 bude definován jako  $R5$  děleno celkovou šířkou součásti [ 60 ] a to celé vynásobené parametrem Q24. V další části labelu 5 už není třeba definovat jiné Q-parametry, pouze budou přepsány hodnoty pomocí již definovaných Q-parametrů.

V labelu 6 ( blok 110 ), který definuje ostrůvek je nutné přepsat hodnotu přímky v ose X například pomocí parametru Q48. V labelu 7 bude parametr Q48 definován jako rozdíl parametru Q47 a Q43. Oba parametry jsou již definované. Ve zbytku labelu 6 už není třeba definovat další parametry, pouze přepíšeme hodnoty pomocí již definovaných Q-parametrů.

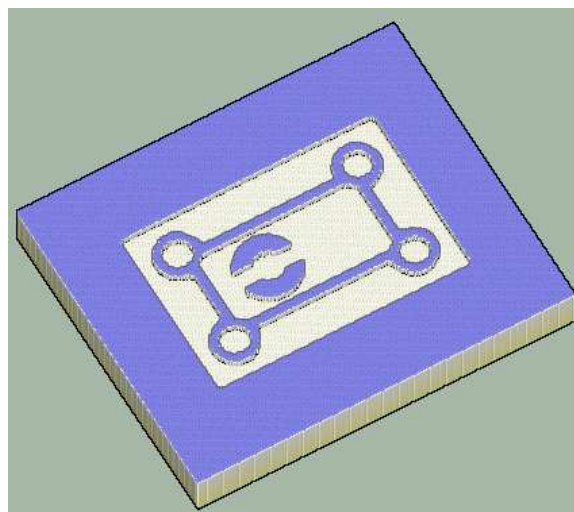
V SL cyklech 20 DATA OBRYSU, 22 VYHRUBOVANI a 24 DOKONCOVANI STEN nedojde k přepsání žádných hodnot, tyto údaje zůstanou totožné jako v předchozím programu.

Před a za cyklem 251 PRAVOUHLE KAPSA budou přepsány nájezdy a odjezdy pomocí již definovaných Q-parametrů. V cyklu dojde k přepsání hodnoty 1. délky strany označené předdefinovaným parametrem Q218 pomocí například parametru Q49. Následně dojde k přepsání hodnoty 2. délky strany označené předdefinovaným parametrem Q219 pomocí například parametru Q50. Ostatní hodnoty v cyklu zůstávají stejné jako v předchozím programu. V labelu 7 bude parametr Q49 definován jako délka drážky [ 24 ] děleno celkovou délkou součásti [ 90 ] a to celé vynásobené definovaným parametrem Q23. Parametr Q49 bude definován jako šířka drážky [ 6 ] děleno celkovou šířkou součásti [ 60 ] a to celé vynásobené definovaným parametrem Q24.

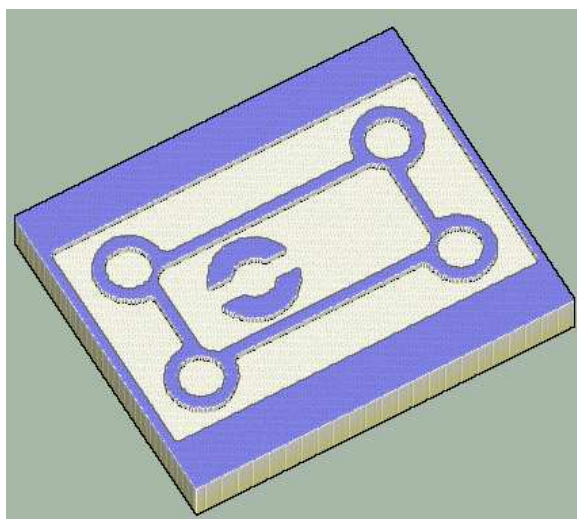
Aby bylo patrné, že program s parametrizací funguje i po změně celkové délky a šířky. Byl zvolen polotovár 120 x 100 mm. Polotovár zůstane stejný. Měnit se bude součást v závislosti na hodnotě celkové délky a šířky při zachování původního poměru, viz. obr. 3-34, obr. 3-35 a obr. 3-36. Je třeba brát na vědomí, že v programu jsou definované konkrétní nástroje. Pakliže dojde k výraznější změně součásti, je vhodné změnit nástroje.



Obr. 3-34: Celková délka a šířka [ 90 ; 60 ]



Obr. 3-35: Celková délka a šířka [ 85 ; 55 ]



Obr. 3-36: Celková délka a šířka [ 115 ; 70 ]

### 3.5 Poznatky získané tvorbou programu

#### 3.5.1 Parametrizace volné programování

Volné programování ( FK ) se používá pro obrysy, které nejsou dostatečně definované, resp. okótované. V takovém případě je nutno zadávat všechny známé informace, tedy i opakující se informace z předchozího bloku. Řídící systém následně dopočte zbývající údaje.

Parametrické programování lze aplikovat i pro volné programování. Vzhledem k tomu, že u volného programování řídicí systém dopočítává chybějící údaje, je nezbytné při aplikaci parametrického programování u volného programování parametrizovat celou část volného programování. V opačném případě můžete dojít k rozpornému zadání.

#### 3.5.2 Zaokrouhlovací chyba

Při definování Q-parametru je výhodné nechat řídicí systém, aby si vypočítal všechny hodnoty sám. Jestliže řídicímu systému dodáme námi vypočítaný mezivýsledek, může dojít k zaokrouhlovací chybě. Proto je výhodné použít raději postupový vzorec nebo definovat další Q-parametr, který použijeme pro výpočet jiného parametru.

#### 3.5.3 Volně použitelné parametry určené pro uživatele

Jak bylo již zmíněno na začátku této práce, Q-parametry jsou rozděleny do několika skupin. V příručce pro uživatele řídicího systému Heidenhain z roku 2002 je deklarováno, že uživatel má k dispozici parametry Q0 – Q99, viz. tab. 3-1.

| Význam  | Rozsah       |
|---|--------------|
| Volně použitelné parametry, všeobecně účinné pro všechny programy nacházející se v paměti TNC.              | Q0 až Q99    |
| Parametry pro zvláštní funkce TNC.  | Q100 až Q199 |
| Parametry používané především pro cykly, všeobecně účinné pro všechny programy nacházející se v paměti TNC. | Q200 až Q399 |

Zdroj: Manuál Heidenhain

Tab. 3-1: Rozdělení Q-parametrů

Dle této tabulky společnost deklaruje, že předdefinované cykly obsahují parametry Q200 – Q399. Když se ale podíváme na některé předdefinované cykly, např. Data obrysu ( obr. 3-37 ), Vyhrubování ( obr. 3-38 ), Dokončování stěn ( obr. 3-39 ), zjistíme, že v těchto cyklech se vyskytují i parametry Q1-Q22. Přestože výrobce v příručce pro uživatele deklaroval, že parametry Q0-Q99 jsou vyhrazeny pro uživatele a parametry Q200-Q399 jsou pro cykly. Tato problematika se týká všech SL-cyklů.

```

CYCL DEF 20 DATA OBRYSU
Q1=-2.5 ;HLOUBKA FREZOVANI
Q2=+1 ;PREKRYTI DRAHY NAST.
Q3=+0 ;PRIDAVEK PRO STRANU
Q4=+0 ;PRIDAVEK PRO DNO
Q5=+0 ;SOURADNICE POUVCHU
Q6=+2 ;BEZPEC. VZDALENOST
Q7=+50 ;BEZPECNA VYSKA
Q8=+0 ;RADIUS ZAOBLENI
Q9=+1 ;SMYSL OTACENI

```

Obr. 3-37: Cykl - Data obrysu

```

CYCL DEF 22 VYHRUBOVANI
Q10=-2.5 ;HLOUBKA PRISUVU
Q11=+150 ;POSUV NA HLOUBKU
Q12=+500 ;POSUV PRO FREZOVANI
Q18=+0 ;NASTR. PREDHRUBOVANI
Q19=+0 ;POSUV PENDLOVANI
Q208=+99999 ;POSUV NAVRATU
Q401=+100 ;FEED RATE REDUCTION
Q404=+0 ;FINE ROUGH STRATEGY

```

Obr. 3-38: Cykl – Vyhrubování

```

CYCL DEF 24 DOKONCOVANI STEN
Q9=+1 ;SMYSL OTACENI
Q10=-5 ;HLOUBKA PRISUVU
Q11=+150 ;POSUV NA HLOUBKU
Q12=+500 ;POSUV PRO FREZOVANI
Q14=+0 ;PRIDAVEK PRO STRANU

```

Obr. 3-39: Cykl – Dokončování stěn

V příručce pro uživatele řídicího systému Heidenhain z roku 2007 jsou Q-parametry rozděleny do 7 skupin, viz. tab. 3-2. I v této tabulce je deklarováno, že parametry Q0-Q99 jsou určeny pro uživatele, ovšem **pokud nemůže dojít k přepsání SL cykly**. Tato skutečnost je přinejmenším podivná. Skupiny Q-parametrů se zavádějí právě proto, aby nemohlo dojít k přepsání některého z Q-parametrů. Tato skutečnost může na někoho působit dojmem, že SL-cykly byly nějakým způsobem na poslední chvíli dodělávány.

| Význam   | Rozsah         |
|--|----------------|
| Volně použitelné parametry, všeobecně účinné pro všechny programy nacházející se v paměti TNC  | Q1600 až Q1999 |
| Volně použitelné parametry účinné globálně pro všechny programy v paměti TNC, pokud nemůže dojít k přepsání cykly SL   | 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 výrobců, všeobecně účinné pro všechny programy nacházející se v paměti TNC. Případně je nutné projednání s výrobcem stroje nebo třetí stranou. | Q1200 až Q1399 |
| Parametry používané především pro cykly výrobce Call-Aktive, účinné všeobecně pro všechny programy v paměti TNC  | Q1400 až Q1499 |
| Parametry používané především pro cykly výrobce Def-Aktive, účinné všeobecně pro všechny programy v paměti TNC   | Q1500 až Q1599 |

Tab. 3-2:  
Rozdělení Q-parametrů [ 3 ]

## 4 Současný stav parametrického programování v praxi

### 4.1 Úvod

K zjištění současného stavu využití parametrického programování v praxi bylo kontaktováno 210 společností ze Západočeského kraje. Stěžejní otázkou bylo, zda společnost vlastní CNC stroje, popř. zda používá řídicí systém Heidenhain. Pokud byla reakce kladná, rozvinula se komunikace o parametrické programování.

Odpovědělo 90 společností, z toho 52 společností uvedlo, že obráběcí stroje vlastní. Osobní konzultace proběhla ve 20 společnostech, s ostatními společnostmi probíhala komunikace formou emailové korespondence.

### 4.2 ŠKODA MACHINE TOOL, a.s.

Tato společnost se zabývá výrobou a montáží těžkých horizontálních frézovacích strojů, těžkých soustruhů, vyvrtávacích hlav atd. Zákazníci po společnosti vyžadují neustále nové funkce, schopnosti a vlastnosti stroje, které ještě nebyly vymyšlené. Každý stroj je tedy originál. Společnost vyrábí stroje přesně dle požadavků zákazníka. Kromě toho, že využívají již předdefinovaných cyklů, vytváří i vlastní cykly, ve kterých definují svoje Q-parametry. Q-parametry používají pro nabírání frézovacích hlav. Tím určují, který nástroj chtějí v následné operaci použít a v jaké pozici nástroj bude. Další využití parametrického programování v této společnosti je v cyklech pro natáčení frézovací hlavy. Obsluha stroje pouze zadá úhel, o který se frézovací hlava má natočit. Při číslování Q-parametrů používají interní tabulku. Původě pro číslování Q-parametrů používali čísla 0-99. V současné době přešli na nové číslování Q-parametrů od 370 – 399, viz. příloha 6.

Program „Naskus“, viz. příloha 7, je testovací program pro zkušební obrábění, který je součástí předávacího protokolu všech strojů. Je to klasický program, který je ve společnosti používán, když dochází k předávání stroje podle protokolu. Podle tohoto programu se vyrábí zkušební součást, na které je zákazníkovi demonstrováno, jak přesně stroj vyrábí a měří. Zkušební součást je vždy tvarově stejná, pouze se liší rozměry. Proto není třeba pokaždé psát sáhodlouhé programy, stačí využít parametrického programování. Do parametru Q15 je napsán rozměr průměru, který je naměřen. Poté je definován parametr Q14 pro hloubku třísky. Déle jsou definovány posuvy a rychlosti. V cyklu 247 jsou definovány nulové body, do kterého pomocí Q-parametru jsou definovány, kde mají nulu.

### 4.3 ŠKODA JS, a.s.

Tato společnost vyrábí komponenty do jaderných elektráren. Společnost je rozdělena do dvou závodů. Jeden závod se nachází ve Škodovce, kde se dělají nádoby a velké kusy. Druhý závod se nachází v Třemošný na Orlíku, kde se dělají menší a členitější kusy. V tomto závodě využívají parametrického programování k hrubování polotovarů ve tvaru krychle. Program „Rovinne frezovani“ viz. příloha 7, má několik specifik, které vyžadovali na dílně dle zvyklostí. Tento program pro společnost Škoda JS, a.s. vytvořila jiná firma, neboť programátoři společnosti si nevěděli rady s parametrickým programováním. Veškeré otáčky a posuvy v programu nahrazují Q-parametry, aby je obsluha mohla snadno měnit dle potřeby. U většiny součástí generují dráhy nástroje pomocí CAD-CAM systémů. Parametrické programování s výhodou využívají při gravírování číslic a písmen.



#### 4.4 BRUSH SEM, s.r.o.

Společnost se zabývá výrobou, diagnostikou, montáží a demontáží turbogenerátorů a hydrogenerátorů. Společnost vlastní pouze dvě frézky s řídicím systémem Heidenhain. Na první frézce, s pracovním stolem 4m dlouhým, se frézují ventilátory a vrtají dlouhé klíny a pravítka. Na druhé frézce, se stolem 2m, se frézují menší součásti. Programátoři této společnosti parametrické programování v řídicím systému Heidenhain nikdy nepoužívali. Přestože se na tomto pracovišti vyrábějí jednoduché součásti, do kterých jsou vrtány díry a mění se u nich rozteče. V tomto případě by šlo využít parametrické programování. Programátor se ale domnívá, že pro obsluhu stroje by byl program s Q-parametry špatně čitelný. Dělník by nevěděl, jestli nástroj vrtá na správných souřadnicích oproti klasickému programování, kde si může souřadnice porovnávat přímo s výkresem.

#### 4.5 LASSELSBERGER, s.r.o.

Ve společnosti jsou vyráběny keramické obklady a dlažby. Firma sídlící v Chlumčanech má několik CNC strojů, na kterých jsou vyráběny formy pro dlaždice a díky kterým renovují razníky. Formy se liší rozměrem a tvarem. Programátor vytvořil pro všechny druhy forem a razníků parametrické programy. Obsluha pouze mění rozměry a hloubku. Razníky, které jsou v lisu, se postupně opotřebovávají. Aby se nemusely vyhazovat, strhne se z nich guma, znovu se navaří a obrobí. Na toto obrábění je opět využito parametrické programování. Další parametrický program byl vytvořen pro obrábění návaru po renovaci a to jak na lícové, tak rubové razníky. Programátor si mimo jiné vytvořil cyklus, který v Heidenhainu není dodnes předdefinován. V situaci, kdy je třeba vyrobit např. 10 otvorů pro závit a v 5. otvoru se zlomí závitník, je za normálních okolností třeba ručně přeskočit všechny předchozí díry. Tento způsob je poněkud nepraktický. Díky cyklu, který si vytvořil programátor, začne řídicí systém rovnou od 6. díry. Programátor používá označení Q-parametrů od 0-99, ale nepoužívá SL cykly. Složitější tvarové věci programátor vytváří v Surfcamu. Programátor využívá Q-parametry i u měření. Systém změří součást a vytvoří protokol. Programátor se domnívá, že programování v řídicím systému Heidenhain je nepohodlné, protože nelze zadávat názvy vlastních proměnných. V příloze 8 je k dispozici výkres a program pro izostatický razník. Jedná se o soustavu drážek a dva závity. Na drážky je použit speciální nástroj, který vytvoří přímo tvar drážky.

#### 4.6 GTW BEARIGS, s.r.o.

Společnost se zabývá výrobou kluzných kompozitových ložisek. Společnost vlastní 6 CNC strojů s řídicím systémem Heidenhain. Výroba v této společnosti je klasickým příkladem, kde by se bez parametrického programování neobešli. Ložiska mají zhruba 80 tvarů, které jsou v tisíci velikostech. Pro většinu druhů ložisek má společnost vytvořen parametrický program ovšem v jiném řídicím systému než je Heidenhain.

Parametrické programování v řídicím systému Heidenhain společnost téměř nevyužívá. Když je třeba vyrobit např. drážku na ložisku, využije společnost předdefinovaný cyklus od výrobce. Když je třeba udělat více drážek, jednoduše je drážka posunuta či ozrcadlena.

Parametrické programování v řídicím systému Heidenhain má ve společnosti využití k výrobě axiální drážky. V případě výroby tvarově podobných součástí, které jsou obráběny na CNC strojích s řídicím systémem Heidenhain, společnost vytvoří jeden program a následně zkopíruje a přepíše pro novou součást.

Společnost se domnívá, že pro uživatele je tento řídicí systém málo tvárný. Například cyklus pro vytvoření kapsy je dobrý, ale nástroje najíždí vždycky ze středu. Cyklus je daný výrobcem a není možnost do něj zasáhnout. Proto v této firmě pracují v ISO kódu, kde si cyklus vytvoří přesně podle toho, jak potřebují.

#### 4.7 STREICHER, s.r.o

Společnost vyrábí součásti podle výkresové dokumentace zákazníka a zaměřuje se na výrobu speciálních zařízení, tlakových nádob, ocelových a svařovaných konstrukcí a vakuových komor. Principiálně dělají obdobné zakázky, které jsou hodně podobné, ale liší se např. v jiných závitech, jiném natočení, jiných vývodech, jiných průměrech, atd. Na první pohled se může zdát, že součást je skoro stejná, ale není tomu tak.

Vzhledem k charakteru výroby, opracování svařenců, používá společnost parametrické programování pro rychlejší úpravu programů přímo na stroji dle konkrétních požadavků. Na svařenci se vyskytují např. různé přídavky na opracování, deformace ploch apod. Vlastní pohyb nástroje programátor společnosti definuje v podprogramu, který má některé souřadnice parametrické. V hlavním programu jsou tyto parametry definované. Obsluha stroje tak může snadno změnit tyto parametry dle potřeby.

Programátor společnosti čas od času programuje některé křivky tak, že definuje parametricky matematický algoritmus dráhy nástroje. Řídicí systém stroje počítá konkrétní dráhu nástroje až při běhu programu.

Parametrické programování je v programech společnosti využito zejména při zadávání hloubek, aby obsluha mohla přidávat a určovat hloubku třísek. Dále k výrobě ozubených hřebenu. Programátor parametrizuje jeden zub, který následně zkopíruje na celé délce hřebenu. Společnost využívá Q-parametry i definování nástrojů.

Programátor společnosti se domnívá, že nevýhodou u řídicího systému Heidenhainu je omezení parametrů. V řídicím systému Sinumerik lze definovat svoje proměnné, navíc umožňuje lepší cyklování.

Číslování Q-parametrů je ve společnosti ustálené, např. Q19 používají pro definování hloubky v ose Z, Q30 pro definování průměru, parametry Q50 a výše k definování nástroje.

#### 4.8 PILSEN TOOLS, s.r.o.

Tato společnost zaměřuje svoji činnost na výrobu nářadí a opravu obráběcích a zvedacích strojů. Složitější součástky ( 3D ) programátor společnosti programuje pomocí softwaru, jednodušší součástky (2D) klasicky. Ve společnosti je používáno parametrické programování v řídicím systému Heidenhain např. pro vyklonění a naklonění hlavy.

Programátor společnosti se domnívá, že u parametrického programování je větší riziko výskytu chyby. Myslí si, že parametrické programování je příliš pracné a náchylné k chybě. Přesto ve společnosti parametrické programování využívají. Pro dokreslení toho, jakým způsobem parametrické programování využívají viz. příloha 9.

Programátor zastává názor, že cykly, které jsou předdefinované, jsou dostatečné a plnohodnotné. Nevýhodou předdefinovaných cyklů je, že nelze určit strategie obrábění. Například u frézování drážky v podstatě nelze říci, kde má nástroj začít frézovat. Řídicí systém si spočítá dráhy nástroje podle toho, jak je to pro něj nejideálnější.

#### **4.9 MBTECH BOHEMIA, s.r.o.**

Společnost se zabývá automobilovým průmyslem a vyrábí převážně prototypové formy. Společnost využívá parametrické programování např. při najíždění nástroje nebo u 5-ti osého obrábění. V případě zdatné obsluhy využívá programátor parametrické programování i při přípravě polotovarů. Programátor společnosti často využívá systémové parametry pro čtení a zapisování, např. pracovní rozsahy, ukládání nulového bodu v tabulce „preset“, čtení rádiusu nástroje, posunutí.

Pro součásti, které jsou tvarově podobné, vytvoří jeden program, zkopírují ho a přepíšou. Klasická ukázka, kdy lze aplikovat parametrické programování místo přepisování programu. Jednoduché součásti programují ručně, složitější součásti generují pomocí softwaru. Programátor si dává pozor na číslování Q-parametrů. Programátor používá parametry od Q50 a výše.

#### **4.10 FORMY TACHOV, s.r.o.**

Společnost se zabývá převážně tvarovým frézováním (3D). Některé tvary (vybrání, otvory, atd.) na dílech si obsluha v této společnosti musí napsat sama. Na takovéto operace má většina frézařů připravené programy, resp. podprogramy, s Q- parametry, ve kterých pouze edituje hodnoty (velikost otvoru, hloubku, pozici na díle, atd.). Pouští je buď samostatně nebo přes další spouštěcí program, ve kterém se například edituje nulový bod. Touto metodou se vyfrézuje rastr vybrání.

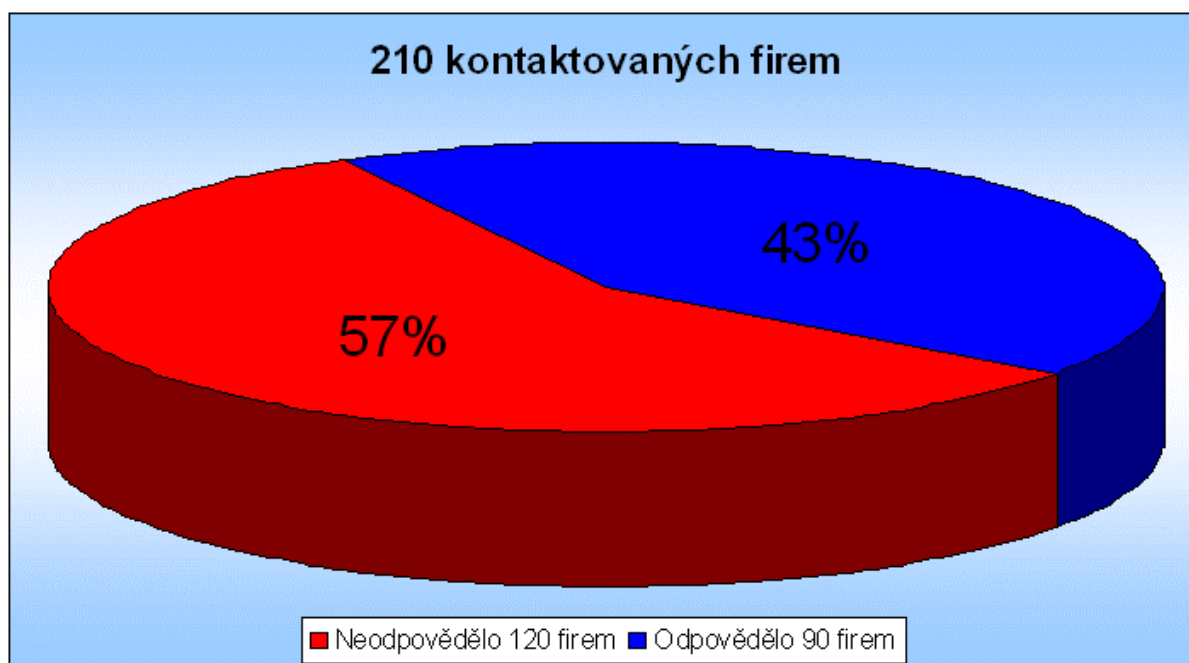
Ruční psaní programů, tzn. přepisování hodnot frézářem z výkresu do mašiny, se snaží postupně eliminovat. Předchází tím chybovosti a v některých případech se snižují prostoje mašiny, když jsou programy předem připraveny. Příprava programů probíhá u složitějších dílů, např. rámu, kde se programově připraví veškeré 2D vybrání a zároveň i vrtání děr.

#### **4.11 G-TEAM, a.s.**

Akciová společnost G-Team se zabývá výrobou parních a plynových turbín, parními ventily a klapkami, olejovými systémy, odvaděči kondenzátu atd. V této společnosti používají parametrické programování. Využívají číslování Q-parametrů od 0-99. SL cykly zde nepoužívají. V případě, že dostanou model, programují pomocí CAD systému, kde si ho zobrazí a následně vyčtou souřadnice. Programátor společnosti se domnívá, že v porovnání se Sinumerikem má Heidenhain menší možnosti. Sinumerik má indexované proměnné na rozdíl od Heidenhainu, který má jen jednotlivé proměnné a nelze indexovat. Sinumerik má navíc i pointery, který se uplatňuje pro kancelářské programování. Umožňuje to napsat velice efektivní programy. Heidenhain má bohužel pouze obyčejné proměnné

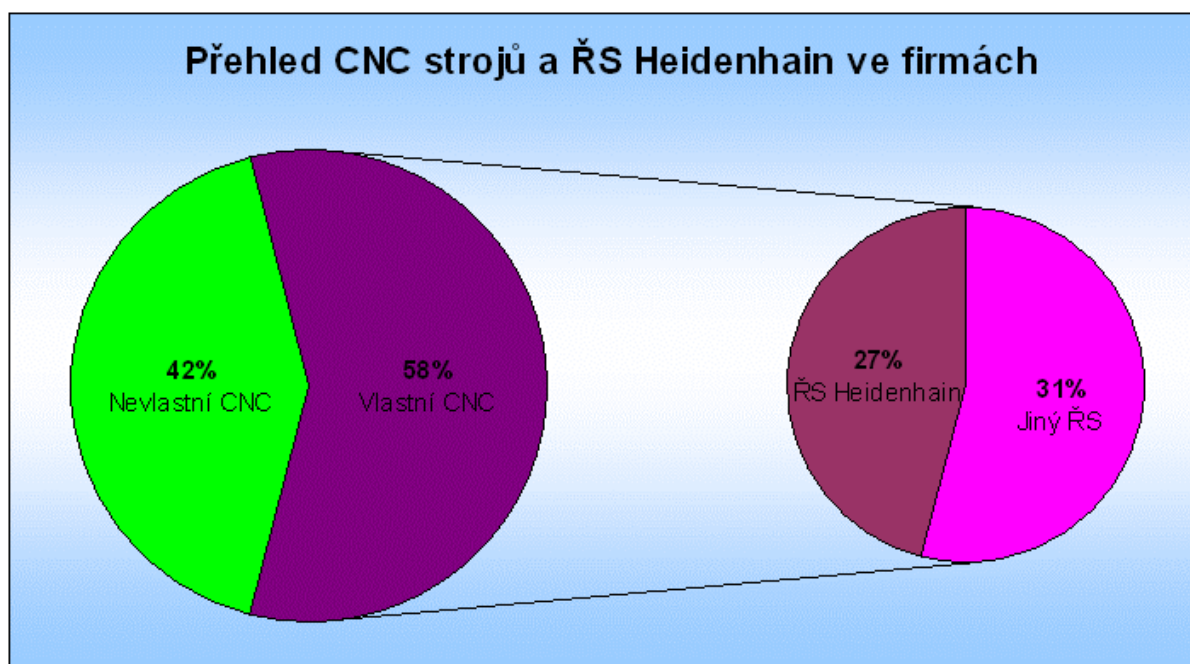
#### 4.12 Analýza současného stavu využití parametrického programování v řídicím systému Heidenhain v praxi

Jak již bylo řečeno v úvodu, ke zjištění současného stavu využití parametrického programování v řídicím systému Heidenhain v praxi bylo kontaktováno 210 společností ze Západočeského kraje, z toho 90 společností ( 43% ) odpovědělo a 120 společností ( 57% ) vůbec nereagovalo. Z grafu 4-1 je patrné grafické vyjádření.



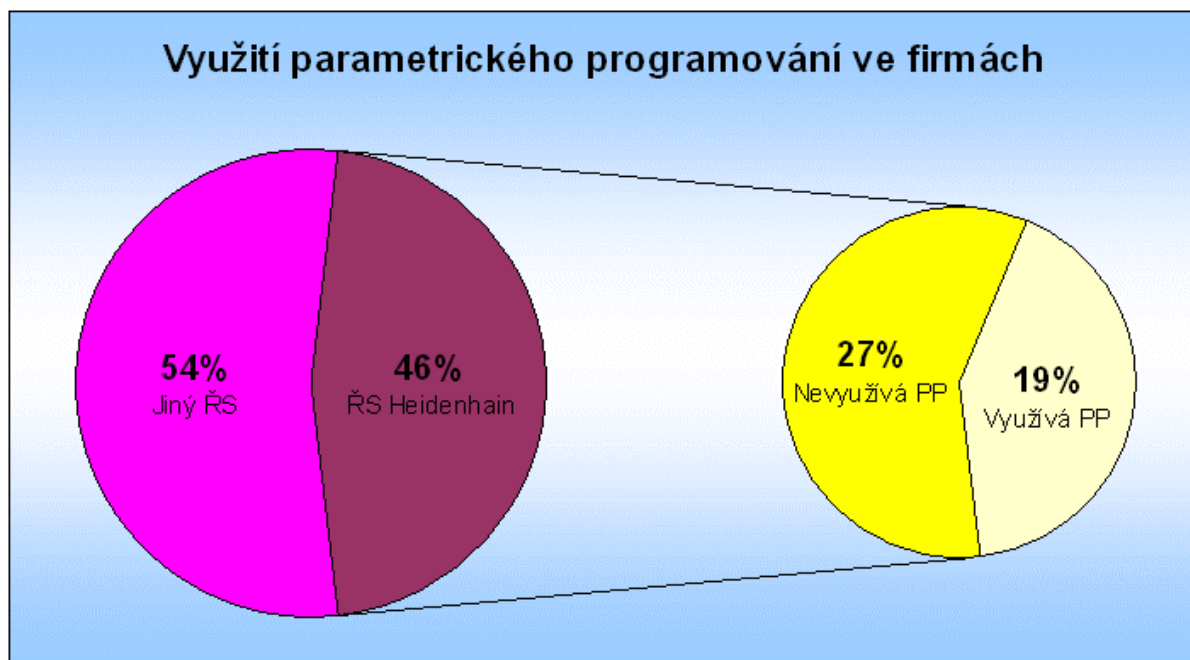
Graf 4-1: Zpětná vazba od společností

Z 90 společností, které reagovaly na emailovou korespondenci, 52 společností ( 58% ) uvedlo, že vlastní CNC stroje a 38 společností ( 42% ) uvedlo, že nevlastní CNC stroje. Z 52 společností ( 58% ), které uvedly, že vlastní CNC stroje, 24 společností ( 27% ) používá řídicí systém Heidenhain, ostatních 28 společností ( 31% ) používá jiný řídicí systém, viz. graf 4-2.



Graf: 4-2: Přehled o CNC strojů a ŘS Heidenhain ve firmách

Ze společností, které odpověděly a které používají CNC stroje s řídicím systémem Heidenhain, 10 společností ( 19% ) využívá parametrické programování a 14 společností ( 27% ) nevyužívá parametrické programování, viz. graf 4-3.



Graf 4-3: Využití parametrického programování ve firmách

#### **Závěr:**

Z 90 spolupracujících firem vlastní řídicí systém Heidenhain 27 % společností a 19 % firem využívá parametrické programování.

## 5 Zhodnocení a závěr

Parametrické programování se s výhodou aplikuje u tvarově podobných součástí. Vhodně použité parametrické programování ušetří programátorovi čas, práci a peníze. To jsou nejdůležitější faktory, které v dnešní době zmítané krizí hrají ve strojírenském průmyslu hlavní roli.

K maximálnímu využití parametrického programování je třeba, aby společnost měla zavedenou standardizaci. Jestliže ve společnosti nedochází ke třídění zakázek, programátor se ani nemusí dozvědět, že bude vyráběná tvarově podobná součást. Z tohoto hlediska je standardizace ve firmách velmi důležitým faktorem ekonomické výroby.

Je třeba znát systémové parametry, aby s nimi uživatel mohl pracovat a plnohodnotně využíval možnosti, které řídicí systém Heidenhain poskytuje. To vede k zefektivnění a zkvalitnění pracovního procesu.

Nespornou výhodou parametrického programování je, že lze napsat obecné programy na výrobu řady tvarů. Parametrické programování je poměrně dobře vymyšlené, možná je ale problém v tom, že uživatelé to neumí aplikovat do programu.

Jedním z důvodů, proč parametrické programování není více rozšířené a využívané v praxi, může být skutečnost, že vyžaduje znalosti matematiky jako takové (algebra, goniometrie, logické uvažování). V době, kdy má každý programátor na stole PC s CAD-CAM systémy, je to pro řadu z nich příliš složité.

Nevýhodou parametrického programování je, že program je pro obsluhu nečitelný a nesrozumitelný. Obsluha se v něm nevyzná a nedokáže kontrolovat, zda nástroj najel do správné pozice. Povětšinou je program srozumitelný jen pro toho, kdo jej vytvořil. Proto je nezbytné, aby všechny definované Q-parametry byly řádně popsány. Program tak bude pro obsluhu přehlednější a v případě, že se programátor vrátí k programu i po delší době, bude vědět, co který parametr znamená.

Další možnou nevýhodou může být pracnost a časová náročnost. Ta se odvíjí podle toho, jak je součást tvarově složitá. Nelze obecně říci, že parametrické programování je vždy o mnoho složitější než klasický způsob programování, i když někteří programátoři se domnívají, že by parametrickým programováním strávili mnohem více času než při klasickém programování.

Za nevýhody lze považovat i nemožnost zadávat vlastní proměnné. Proměnná je striktně daná. Všechny předdefinované cykly jsou pevně stanovené Q-parametry, kterým lze udávat hodnotu. Není možné měnit nebo zasahovat do předdefinovaného cyklu. Nelze tedy např. u kapsy určit strategii dle vlastního uvážení, např. kde má nástroj začít frézovat. TNC si rozpočítá dráhy nástroje podle toho, jak mu to nejvíce vyhovuje.

Je třeba, aby si uživatel dal pozor na číslování Q-parametrů. Parametry Q1-Q19 nelze použít v programu, kde se vyskytují SL cykly, protože v těchto cyklech se z nepochopitelných důvodů objevují zmíněné parametry. Pokud je to možné, měl by si programátor zapisovat, které Q-parametry použil a na co je použil, aby věděl, co vyjadřují.

Někteří programátoři se domnívají, že v parametrickém programování lze snadno udělat chybu. Těžko říci, do jaké míry je tato domněnka oprávněná, protože i při klasickém programování se často dělají chyby. Nicméně lze asi říci, že parametrické programování je

náchylnější k chybám. Zejména pro začátečníky. Je třeba, aby programátor měl nejprve dobře osvojené klasické programování, a teprve potom aplikoval parametrické programování.

I přes některé nevýhody parametrické programování má v praxi poměrně široké využití. Největší síla parametrického programování je v aplikaci u tvarově podobných ploch. Další možné využití je u nabírání frézovacích hlav, pro určení, který nástroj bude vybrán a v jaké pozici. Řada společností využívá tento specifický druh programování k vyklonění a naklánění frézovací hlavy. Některé firmy definují nástroje, posuvy a otáčky právě pomocí parametrického programování. Velmi často programátoři využívají parametrické programování také k zadávání hloubek a hrubování základních polotovarů. Další specifické využití parametrického programování je při gravírování číslic a písmen, výrobě razníků a raznic. Parametrické programování lze aplikovat také při výrobě ozubených hřebenů, převodů a také ložisek.

Z výsledků analýzy současného stavu využití parametrického programování v praxi lze konstatovat, že i v dnešní době moderní výpočetní techniky má parametrické programování stále ještě svoje místo a využití v řadě firem.

## Použitá literatura

- [ 1 ] JANDEČKA, K., ČESÁNEK, J., KOŽMÍN, P.: *Programování NC strojů*.  
Plzeň: ZČU, 2000.
- [ 2 ] HEIDENHAIN: *Příručka uživatelepopisných dialogů firmy Heidenhain iTNC 530*.  
NC-software 340 420-xx, 10/2002  
<http://www.heidenhain.cz>
- [ 3 ] HEIDENHAIN: *Příručka uživatele popisný dialog Heidenhain iTNC 530*.  
NC-software 340 490-494 –04, 10/2007  
<http://www.heidenhain.cz>
- [ 4 ] ŠKODA MACHINE TOOL, a.s., Plzeň, Tylova 57  
<http://www.cz-smt.cz>
- [ 5 ] ŠKODA JS, a.s., Plzeň, Orlík 266  
<http://www.skoda-js.cz>
- [ 6 ] LASSELSBERGER, s.r.o., Chlumčany  
<http://www.rako.cz>
- [ 7 ] PILSEN TOOLS, s.r.o., Plzeň, Tylova 57  
<http://www.pilsentools.cz>
- [ 8 ] JAROSLAV ČERNÁČEK, Heidenhain, s.r.o.  
<http://heidenhain.webnode.cz>



## **PŘÍLOHA č. 1**

### **Interní chybová hlášení**

| Číslo chyby | Text                            |
|-------------|---------------------------------|
| 1000        | Vřeteno                         |
| 1001        | Chybí osa nástroje              |
| 1002        | Šířka drážky příliš velká       |
| 1003        | Rádus nástroje příliš velký     |
| 1004        | Pracovní rozsah překročen       |
| 1005        | Výchozí poloha chybná           |
| 1006        | NATOČENÍ není dovoleno          |
| 1007        | ZMĚNA MĚŘÍTKA není dovolena     |
| 1008        | ZRCADLENÍ není dovoleno         |
| 1009        | Posunutí není dovoleno          |
| 1010        | Chybí posuv                     |
| 1011        | Chybná vstupní hodnota          |
| 1012        | Chybné znaménko                 |
| 1013        | Úhel není dovolen               |
| 1014        | Bod dotyku není dosažitelný     |
| 1015        | Příliš mnoho bodů               |
| 1016        | Rozporné zadání                 |
| 1017        | CYKLUS je neúplný               |
| 1018        | Chybně definované rovina        |
| 1019        | Programována chybná osa         |
| 1020        | Chybné otáčky                   |
| 1021        | Korekce rádiusu není definována |
| 1022        | Zaoblení není definováno        |
| 1023        | Rádus zaoblení příliš velký     |
| 1024        | Není definován start programu   |
| 1025        | Příliš hluboké vnořování        |
| 1026        | Chybí vztah úhlu                |
| 1027        | Není definován obráběcí cyklus  |
| 1028        | Příliš malá šířka drážky        |
| 1029        | Příliš malá kapsa               |
| 1030        | Q202 není definován             |
| 1031        | Q205 není definován             |
| 1032        | Q218 zadat větší než Q219       |
| 1033        | CYCL 210 není dovolen           |

| Číslo chyby | Text                                     |
|-------------|--|
| 1034        | CYCL 211 není dovolen                    |
| 1035        | Q220 je příliš veliký                    |
| 1036        | Q222 zadat větší než Q223                |
| 1037        | Q244 zadat větší než 0                   |
| 1038        | Q245 zadat různý od Q246                 |
| 1039        | Rozsah úhlu zadat < 360°                 |
| 1040        | Q223 zadat větší než Q222                |
| 1041        | Q214: 0 není povolena                    |
| 1042        | Není definován směr pojezdu              |
| 1043        | Není aktivní žádná tabulka nulových bodů |
| 1044        | Chyba polohy: střed 1. osy               |
| 1045        | Chyba polohy: střed 2. osy               |
| 1046        | Díra příliš malá                         |
| 1047        | Díra příliš velká                        |
| 1048        | Čep příliš malý                          |
| 1049        | Čep příliš velký                         |
| 1050        | Příliš malá kapsa Opravit 1.A.           |
| 1051        | Příliš malá kapsa Opravit 2.A.           |
| 1052        | Kapsa je příliš velká: zmetek 1.A.       |
| 1053        | Kapsa je příliš velká: zmetek 2.A.       |
| 1054        | Čep příliš malý: zmetek 1.A.             |
| 1055        | Čep příliš malý: zmetek 2.A.             |
| 1056        | Čep příliš velký: opravit 1.A.           |
| 1057        | Čep příliš velký: opravit 2.A.           |
| 1058        | TCHPROBE 425: chyba max. rozměru         |
| 1059        | TCHPROBE 425: chyba min. rozměru         |
| 1060        | TCHPROBE 426: chyba max. rozměru         |
| 1061        | TCHPROBE 426: chyba min. rozměru         |
| 1062        | TCHPROBE 430: průměr je příliš velký     |
| 1063        | TCHPROBE 430: průměr je příliš malý      |
| 1064        | Není definována osa měření               |
| 1065        | Překročena tolerance zlomení nástroje    |
| 1066        | Q247 zadat různé od 0                    |
| 1067        | Hodnotu Q247 zadat větší než 5           |

| <b>Číslo chyby</b> | <b>Text</b>                           |
|--------------------|---------------------------------------|
| 1068               | Tabulka nulových bodů?                |
| 1069               | Druh frézování Q351 zadat různý od 0  |
| 1070               | Zmenšit hloubku závitů                |
| 1071               | Provést kalibrování                   |
| 1072               | Tolerance překročena                  |
| 1073               | Předběh bloků je aktivní              |
| 1074               | ORIENTACE není povolena               |
| 1075               | 3DROT není povoleno                   |
| 1076               | 3DROT aktivovat                       |
| 1077               | Zadat hloubku zápornou                |
| 1078               | Q303 v měřicím cyklu není definováno! |
| 1079               | Osa nástroje není povolena            |
| 1080               | Vypočítaná hodnota je chybná          |
| 1081               | Měřicí body jsou rozporné             |

Tab. P1-1: Interní chybová hlášení [ 2 ]

## **PŘÍLOHA č. 2**

### **Formátovací funkce**

| <b>Speciální znaky</b> | <b>Funkce</b>   |
|------------------------|---|
| “*****“                | Definice výstupního formátu pro text a proměnné mezi uvozovkami                           |
| %5.3LF                 | Definice formátu Q-parametr: 5celých, 4 desetinná místa, Long, Floating (desítkové číslo) |
| %S                     | Formát pro textovou proměnnou   |
| ,                      | Oddělovací znak mezi vstupním formátem a parametrem                                       |
| ;                      | Znak konce bloku, zakončuje řádek   |

Tab. P2-1: Formátovací funkce [ 2 ]

| <b>Klíčové slovo</b> | <b>Funkce</b>  |
|----------------------|--|
| CALL_PATH            | Vypíše název cesty NC-programu, ve kterém se nachází funkce FN16<br>Příklad: “Měřicí program: %S“,CALL_PATH; |
| M_CLOSE              | Uzavře soubor, do kterého zapisujete s FN 16. Příklad: M_CLOSE;  |
| L_ENGLISH            | Text vypisovat jen u dialogu v angličtině  |
| L_GERMAN             | Text vypisovat jen u dialogu v němčině   |
| L_CZECH              | Text vypisovat jen u dialogu v češtině   |
| L_FRENCH             | Text vypisovat jen u dialogu ve francouzštině  |
| L_ITALIAN            | Text vypisovat jen u dialogu v italštině   |
| L_SPANISH            | Text vypisovat jen u dialogu ve španělštině  |
| L_SWEDISH            | Text vypisovat jen u dialogu ve švédštině  |
| L_DANISH             | Text vypisovat jen u dialogu v dánštině  |
| L_FINNICH            | Text vypisovat jen u dialogu ve finštině   |
| L_DUTCH              | Text vypisovat jen u dialogu v polštině  |
| L_HUNGARIA           | Text vypisovat jen u dialogu v maďarštině  |
| L_ALL                | Vypisovat text nezávisle na dialogu  |
| HOUR                 | Počet hodin normálního času  |
| MIN                  | Počet minut normálního času  |
| SEC                  | Počet vteřin normálního času   |
| DAY                  | Den normálního času  |
| MONTH                | Měsíc jako číslo normálního času   |
| STR_MONTH            | Zkratka měsíce normálního času   |
| YEAR2                | Dvojmístný rok normálního času   |
| YEAR4                | Čtyřmístný rok normálního času   |

Tab. P2-2: Funkce [ 2 ]

## **PŘÍLOHA č. 3**

### **Systemová data**

| <b>Jméno skupiny, ID-č.</b> | <b>Číslo</b>        | <b>Index</b> | <b>Význam</b>                               |
|-----------------------------|---------------------|--------------|---|
| Informace o programu, 10    | 1                   | -            | Stav mm/palce                               |
|                             | 2                   | -            | Faktor překrytí při frézování kapsy         |
|                             | 3                   | -            | Číslo aktivního obráběcího cyklu            |
| Stav stroje, 20             | 1                   | -            | Číslo aktivního nástroje                    |
|                             | 2                   | -            | Číslo připraveného nástroje                 |
|                             | 3                   | -            | Aktivní osa nástroje                        |
|                             | 4                   | -            | Programované otáčky vřetena                 |
|                             | 5                   | -            | Aktivní stav vřetena:<br>-1 = nedefinovaný, |
|                             | 8                   | -            | Stav chladící kapaliny: 0=vypnuta,          |
|                             |                     |              | 1 = zapnuta                                 |
|                             | 9                   | -            | Aktivní posuv                               |
|                             | 10                  | -            | Index připraveného nástroje                 |
|                             | 11                  | -            | Index aktivního nástroje                    |
|                             | Parametry cyklu, 30 | 1            | -   |
| 2                           |                     | -            | Hloubka vrtání/frézování aktivního          |
| 3                           |                     | -            | Hloubka přísuvu aktivního                   |
|                             |                     |              | obráběcího cyklu                            |
| 4                           |                     | -            | Přísuv na hloubku aktivního                 |
|                             |                     |              | obráběcího cyklu                            |
| 5                           |                     | -            | 1. délka strany pravoúhlé kapsy             |
| 6                           |                     | -            | 2. délka strany pravoúhlé kapsy             |
| 7                           |                     | -            | 1. délka strany cyklu drážky                |



| Jméno skupiny, ID-č.        | Číslo | Index          | Význam                                    |
|-----------------------------|-------|----------------|---|
|                             | 8     | -              | 2. délka strany cyklu drážky              |
|                             | 9     | -              | Rádus cyklu kruhové kapsy                 |
|                             | 10    | -              | Posuv při frézování aktivního obráběcího  |
|                             | 11    | -              | Smysl otáčení aktivního obráběcího cyklu  |
|                             | 12    | -              | Časová prodleva aktivního obráběcího      |
|                             | 13    | -              | Stoupání závitu v cyklu 17, 18            |
|                             | 14    | -              | Přídavek na dokončování aktivního         |
|                             | 15    | -              | Úhel frézování aktivního obráběcího cyklu |
| Data z tabulky nástrojů, 50 | 1     | Číslo nástroje | Délka nástroje                            |
|                             | 2     | Číslo nástroje | Rádus nástroje                            |
|                             | 3     | Číslo nástroje | Rádus R2 nástroje                         |
|                             | 4     | Číslo nástroje | Přídavek na délku nástroje DL             |
|                             | 5     | Číslo nástroje | Přídavek na rádus nástroje DR             |
|                             | 6     | Číslo nástroje | Přídavek na rádus nástroje DR2            |
|                             | 7     | Číslo nástroje | Nástroj blokován ( 0 nebo 1 )             |
|                             | 8     | Číslo nástroje | Číslo sesterského nástroje                |
|                             | 9     | Číslo nástroje | Maximální životnost TIME1                 |
|                             | 10    | Číslo nástroje | Maximální životnost TIME2                 |
|                             | 11    | Číslo nástroje | Aktuální čas nasazení CUR. TIME           |
|                             | 12    | Číslo nástroje | PLC-Stav                                  |
|                             | 13    | Číslo nástroje | Maximální délka břitu LCUTS               |
|                             | 14    | Číslo nástroje | Maximální úhel zanoření ANGEL             |

| Jméno skupiny, ID-č.                       | Číslo | Index          | Význam   |
|--|-------|----------------|--|
|  | 15    | Číslo nástroje | TT: Počet břitů CUT                              |
|  | 16    | Číslo nástroje | TT: Tolerance opotřebení délky LTOL              |
|  | 17    | Číslo nástroje | TT: Tolerance opotřebení rádiusu RTOL            |
|  | 18    | Číslo nástroje | TT: Směr otáčení DIRECT                          |
|  |       |                | ( 0 = kladný / -1 = záporný )                    |
|  | 19    | Číslo nástroje | TT: Přesazení roviny R-OFFS                      |
|  | 20    | Číslo nástroje | TT: Přesazení délky L-OFFS                       |
|  | 21    | Číslo nástroje | TT: Tolerance zlomení délky LBREAK               |
|  | 22    | Číslo nástroje | TT: Tolerance zlomení rádiusu RBREAK             |
| Bez indexu: data aktivního nástroje        |       |                |  |
| Data z tabulky nástrojů, 51                | 1     | Místo č.       | Číslo nástroje                                   |
|  | 2     | Místo č.       | Speciální nástroj                                |
|  | 3     | Místo č.       | Pevné místo: 0 = ne, 1 = ano                     |
|  | 4     | Místo č.       | Blokované místo: 0 = ne, 1 = ano                 |
|  | 5     | Místo č.       | PLC-Stav   |
| Číslo pozice nástroje v tabulce pozic, 52  | 1     | Číslo nástroje | Číslo pozice                                     |
|  |       |                |  |
| Přímo po TOOL CALL Programovaná poloha, 70 | 1     | -              | Platná/neplatná poloha ( 1/0 )                   |
|  | 2     | 1              | Osa X  |
|  | 2     | 2              | Osa Y  |
|  | 2     | 3              | Osa Z  |
|  | 3     | -              | Programovaný posuv (-1: posuv není programován ) |

| <b>Jméno skupiny, ID-č.</b>      | <b>Číslo</b> | <b>Index</b>                       | <b>Význam</b>                              |
|----------------------------------|--------------|------------------------------------|--|
| Aktivní korekce nástroje,<br>200 | 1            | -                                  | Rádus nástroje ( včetně hodnot<br>Delta )  |
|                                  | 2            | -                                  | Délka nástroje ( včetně hodnot<br>Delta )  |
| Aktivní transformace,210         | 1            | -                                  | Základní otočení – ruční provozní<br>režim |
|                                  | 2            | -                                  | Programované otočení s cyklem 10           |
|                                  | 3            | -                                  | Aktivní osa zrcadlení                      |
|                                  |              |                                    | 0: zrcadlení není aktivní                  |
|                                  |              |                                    | +1: zrcadlení osy X                        |
|                                  |              |                                    | +2: zrcadlení osy Y                        |
|                                  |              |                                    | +4: zrcadlení osy Z                        |
|                                  |              |                                    | +64: zrcadlení osy U                       |
|                                  |              |                                    | +128: zrcadlení osy V                      |
|                                  |              |                                    | +256: zrcadlení osy W                      |
|                                  |              |                                    | Kombinace = součet jednotlivých os         |
|                                  | 4            | 1                                  | Aktivní faktor změny měřítka os X          |
|                                  | 4            | 2                                  | Aktivní faktor změny měřítka osy Y         |
|                                  | 4            | 3                                  | Aktivní faktor změny měřítka osy Z         |
|                                  | 4            | 7                                  | Aktivní faktor změny měřítka osy U         |
|                                  | 4            | 8                                  | Aktivní faktor změny měřítka osy V         |
|                                  | 4            | 9                                  | Aktivní faktor změny měřítka osy W         |
|                                  | 5            | 1                                  | 3D-ROT osa A                               |
|                                  | 5            | 2                                  | 3D-ROT osa B                               |
|                                  | 5            | 3                                  | 3D-ROT osa C                               |
| 6                                | -            | Aktivní/neaktivní (-1/0) Naklopení |  |

| <b>Jméno skupiny, ID-č.</b>            | <b>Číslo</b> | <b>Index</b> | <b>Význam</b>                         |
|--|--------------|--------------|---------------------------------------|
|  | 7            | -            | Aktivní/neaktivní (-1/0) Naklopení    |
| Aktivní posunutí nulového bodu, 220    | 2            | 1            | Osa X                                 |
|  |              | 2            | Osa Y                                 |
|  |              | 3            | Osa Z                                 |
|  |              | 4            | Osa A                                 |
|  |              | 5            | Osa B                                 |
|  |              | 6            | Osa C                                 |
|  |              | 7            | Osa U                                 |
|  |              | 8            | Osa V                                 |
|  |              | 9            | Osa W                                 |
| Rozsah pojezdu, 230                    | 2            | 1 až 9       | Negativní software vypínač osy 1 až 9 |
|  | 3            | 1 až 9       | Kladný software vypínač osy 1 až 9    |
| Cílová poloha v REF-systému, 240       | 1            | 1            | Osa X                                 |
|  |              | 2            | Osa Y                                 |
|  |              | 3            | Osa Z                                 |
|  |              | 4            | Osa A                                 |
|  |              | 5            | Osa B                                 |
|  |              | 6            | Osa C                                 |
|  |              | 7            | Osa U                                 |
|  |              | 8            | Osa V                                 |
|  |              | 9            | Osa W                                 |
| Cílová poloha v zadávacím systému, 270 | 1            | 1            | Osa X                                 |

| Jméno skupiny, ID-č.          | Číslo | Index | Význam                                   |
|-------------------------------|-------|-------|--|
|                               |       | 2     | Osa Y                                    |
|                               |       | 3     | Osa Z                                    |
|                               |       | 4     | Osa A                                    |
|                               |       | 5     | Osa B                                    |
|                               |       | 6     | Osa C                                    |
|                               |       | 7     | Osa U                                    |
|                               |       | 8     | Osa V                                    |
|                               |       | 9     | Osa W                                    |
| Stav M 128, 280               | 1     | -     | 0: M 128 není aktivní, -1: M 128 aktivní |
|                               | 2     | -     | Posuv naprogramovaný s M 128             |
| Spínací dotyková sonda, 350   | 10    | -     | Osa dotykové sondy                       |
|                               | 11    | -     | Účinný rádius kuličky                    |
|                               | 12    | -     | Účinná délka hrotu                       |
|                               | 13    | -     | Rádius kalibračního prstence             |
|                               | 14    | 1     | Přesazení středu v hlavní ose            |
|                               |       | 2     | Přesazení středu ve vedlejší ose         |
|                               | 15    | -     | Směr přesazení středu oproti poloze 0°   |
| Stolní dotykový systém TT 130 | 20    | 1     | Střed v ose X ( systém REF )             |
|                               |       | 2     | Střed v ose Y ( REF-systém )             |
|                               |       | 3     | Střed v ose Z ( REF-systém )             |
|                               | 21    | -     | Rádius talíře                            |
| Měřicí dotyková sonda, 350    | 30    | -     | Kalibrovaná délka hrotu                  |

| Jméno skupiny, ID-č.  | Číslo        | Index  | Význam   |
|---|--------------|--------|--|
|   | 31           | -      | Rádus hrotu 1                                      |
|   | 32           | -      | Rádus hrotu 2                                      |
|   | 33           | -      | Průměr kalibračního prstence                       |
|   | 34           | 1      | Přesazení středu v hlavní ose                      |
|   |              | 2      | Přesazení středu ve vedlejší ose                   |
|   | 35           | 1      | Korekční faktor 1. osy                             |
|   |              | 2      | Korekční faktor 2. osy                             |
|   |              | 3      | Korekční faktor 3. osy                             |
|   | 36           | 1      | Silové poměry 1. osy                               |
|   |              | 2      | Silové poměry 2. osy                               |
|   |              | 3      | Silové poměry 3. osy                               |
| Poslední dotykový bod TCH PRBE- cyklus 0 nebo poslední dotykový bod z ručního režimu, 360 | 1            | 1 až 9 | pozice v aktivním souřadnicovém systému osy 1 až 9 |
|   |              |        |  |
|   | 2            | 1 až 9 | Pozice v systému REF osy 1 až 9                    |
| Hodnota z aktivní tabulky nulových bodů v aktivním souřadnicovém systému, 500             | NP-<br>číslo | 1 až 9 | Osa X až osa W                                     |
|   |              |        |  |
| Hodnota REF z aktivní tabulky nulových bodů, 501  | NP-<br>číslo | 1 až 9 | Osa X až osa W                                     |
| Navolena tabulka nulových bodů, 505   | 1            | -      | Vrácená hodnota = 0: není aktivní žádná            |
|   |              |        | tabulka nulových bodů                              |
|   |              |        | Vrácená hodnota = 1: tabulka nulových              |
| Data z aktivní tabulky nulových bodů, 510   | 1            | -      | Aktivní řádek                                      |
|   | 2            | -      | Číslo palety z pole PAL/PGM                        |

| <b>Jméno skupiny, ID-č.</b>           | <b>Číslo</b> | <b>Index</b> | <b>Význam</b>                           |
|---------------------------------------|--------------|--------------|---|
| Strojní parametr je k dispozici, 1010 | Číslo MP     | MP-index     | Vracená hodnota = 0:MP není k dispozici |
|                                       |              |              | Vracená hodnota = 1:MP je k dispozici   |

Tab. P3-3: Systémová data [ 2 ]

## **PŘÍLOHA č. 4**

### **PLC operandy**



| <b>PLC-operand</b> | <b>Zkrácené označení</b> | <b>Rozsah adres</b>         |
|--------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Merker             | M                        | 0 až 4999                   |
| Vstup              | I                        | 0 až 31, 128 až 152         |
|                    |                          | 64 až 126 (první PL 401 B)  |
|                    |                          | 192 až 254 (druhá PL 401 B) |
| Výstup             | O                        | 0 až 30                     |
|                    |                          | 32 až 62 (první PL 401 B)   |
|                    |                          | 64 až 94 (druhá PL 401)     |
| Čítač              | C                        | 48 až 79                    |
| Časovač            | T                        | 0 až 95                     |
| Byte               | B                        | 0 až 4095                   |
| Slovo              | W                        | 0 až 2047                   |
| Dojité slovo       | D                        | 2048 až 4095                |

Tab. P4-3: PLC operandy [ 2 ]

## **PŘÍLOHA č. 5**

### **Výsledky měření cyklů dotykové sondy**

| <b>Změření aktuální hodnoty</b>  | <b>Hodnota parametru</b> |
|----------------------------------|--------------------------|
| Úhel přímky                      | Q150                     |
| Střed v hlavní ose               | Q151                     |
| Střed ve vedlejší ose            | Q152                     |
| Průměr                           | Q153                     |
| Délka kapsy                      | Q154                     |
| Šířka kapsy                      | Q155                     |
| Délka v ose zvolené v cyklu      | Q156                     |
| Poloha středové osy              | Q157                     |
| Úhel osy A                       | Q158                     |
| Úhel osy B                       | Q159                     |
| Souřadnice v ose zvolené v cyklu | Q160                     |

Tab. P5-1: Změření aktuální hodnoty [ 2 ]

| <b>Zjištěná odchylka</b> | <b>Hodnota parametru</b> |
|--------------------------|--------------------------|
| Střed v hlavní ose       | Q161                     |
| Střed ve vedlejší ose    | Q162                     |
| Průměr                   | Q163                     |
| Délka kapsy              | Q164                     |
| Šířka kapsy              | Q165                     |
| Změřená délka            | Q166                     |
| Poloha středové osy      | Q167                     |

Tab. P5-2: Zjištěná odchylka [ 2 ]

| <b>Zjištěný prostorový úhel</b> | <b>Hodnota parametru</b> |
|---------------------------------|--------------------------|
| Otáčení kolem osy A             | Q170                     |
| Otáčení kolem osy B             | Q171                     |
| Otáčení kolem osy C             | Q172                     |

Tab. P5-3: Zjištěný prostorový úhel [ 2 ]

| <b>Status obrobku</b> | <b>Hodnota parametru</b> |
|-----------------------|--------------------------|
| Dobrý                 | Q180                     |
| Opravit               | Q181                     |
| Zmetek                | Q182                     |

Tab. P5-4: Status obrobku [ 2 ]

| <b>Odchylka naměřená cyklem 440</b> | <b>Hodnota parametru</b> |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Osa X                               | Q185                     |
| Osa Y                               | Q186                     |
| Osa Z                               | Q187                     |

Tab. P5-5: Odchylka naměřená cyklem 440 [ 2 ]

| <b>Rezervováno pro interní použití</b>   | <b>Hodnota parametru</b> |
|--|--------------------------|
| Příznaky pro cykly ( schémata obrábění ) | Q197                     |
| Číslo naposledy aktivního měřicího cyklu | Q198                     |

Tab. P5-6: Rezervováno pro interní použití [ 2 ]

| <b>Status měření nástroje sondou TT</b>        | <b>Hodnota parametru</b> |
|--|--------------------------|
| Nástroj v toleranci                            | Q199 = 0,0               |
| Nástroj je opotřeben ( LTOL/RTOL překročeno )  | Q199 = 1,0               |
| Nástroj je zlomen ( LBREAK/RBREAK překročeno ) | Q199 = 2,0               |

Tab. P5-7: Status měření nástroje sondou TT [ 2 ]

## **PŘÍLOHA č. 6**

### **Číslování Q-parametrů ve společnosti ŠKODA MACHINE TOOL, a.s.**

| O-Parametr |       | Význam   | Poznámka           |
|------------|-------|--|--------------------|
| nový       | starý |  |                    |
| Q399       | Q99   | Předvolba kódu TZ                                |                    |
| Q398       | Q98   | Aktuální kód TZ načtený z PLC                    |                    |
| Q397       | Q92   | Rozlišení v cyklu zda TZ (0) nebo kryt (1)       |                    |
| Q396       |       | Poloha osy W pro rozpojení poloh. vazby S        | 4/2004 Dango       |
| Q395       | Q85   | Korekce úhlu HIRTH 2 (polohování hlavy)          |                    |
| Q394       | Q84   | Korekce úhlu HIRTH 2 (or. Stop pro vysunutí)     |                    |
| Q393       | Q83   | Korekce úhlu HIRTH 1                             |                    |
| Q392       | Q82   | Poloha osy W při vysunutém HIRTHU 1              |                    |
| Q391       | Q81   | Poloha osy Z pro nabrání krytu                   |                    |
| Q390       | Q80   | Poloha osy Y pro nabrání krytu                   |                    |
| Q389       | Q79   | Poloha osy X pro nabrání krytu                   |                    |
| Q388       | Q78   | Úhel orient.stopu pro nabrání TZ                 |                    |
| Q387       | Q77   | Zdvih v ose Z                                    |                    |
| Q386       | Q76   | Zdvih v ose Y (kryt)                             |                    |
| Q385       | Q75   | Zdvih v ose Y (TZ)                               |                    |
| Q384       | Q74   | Zdvih v ose X                                    |                    |
| Q383       | Q73   | Poloha osy W pro nabrání TZ                      |                    |
| Q382       | Q72   | Poloha osy Z pro nabrání TZ                      |                    |
| Q381       | Q71   | Poloha osy Y pro nabrání TZ                      |                    |
| Q380       | Q70   | Poloha osy X pro nabrání TZ                      |                    |
| Q379       |       |  |                    |
| Q378       |       | Poloha osy V pro nabrání TZ                      | 9/04 FCW Schmolz   |
| Q377       |       | Poloha osy B pro nabrání TZ                      | 9/04 FCW Schmolz   |
| Q376       |       | Rozlišení v cyklu ADAPTER: (1)nabrat, (0)odložit | 9/04 FCW Schmolz   |
| Q375       |       | Číslo cyklu pro PROMETEC                         | <b>HCW</b> Schmolz |
| Q374       |       |  |                    |
| Q373       |       |  |                    |
| Q372       |       |  |                    |
| Q371       |       |  |                    |
| Q370       | Q60   | Požadovaná poloha natočení HIRTHA 1 (2)          |                    |

Tab. P6-1: Přečíslování starých Q-parametrů na nové [4]

## **PŘÍLOHA č. 7**

**Výkresová dokumentace a NC program pro zkušební obrábění  
společnosti**

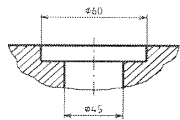
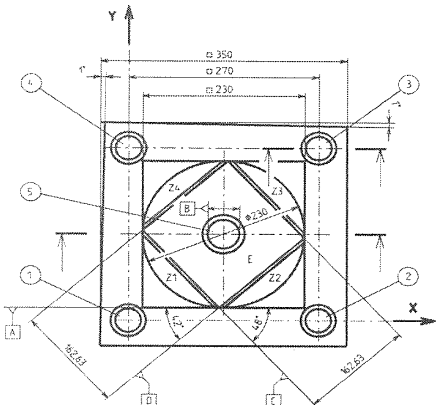
**ŠKODA MACHINE TOOL, a.s.**

A. Zkoušky geometrické přesnosti

| Č. | Schéma, rozměry a upnutí<br>zkušební obrobku | Předmět zkoušky   |             |            | Mezní úchylka<br>mm            | Naměř. úchylka<br>mm | Poznámky k zásadám přejímky  |
|----|--|-------------------|-------------|------------|--------------------------------|----------------------|--|
|    |  | Pozice            | Směr najetí | Souřadnice |                                |                      |  |
|    |  | Souřadnice otvorů |             |            | POKYNY PRO OBRÁBĚNÍ            |                      |  |
| B  |  | B                 | pozitivní   | X<br>Y     | 0                              |                      | <p>1. Osa otvoru B, <math>\phi 45</math> je střed pro obrábění i měření.</p> <p>2. Potřebné nástroje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- válcová fréza <math>\phi 25 - 32</math> mm pro obrobení <math>\phi 60</math> mm</li> <li>- vyvrtávací tyč pro díru <math>\phi 40 - 45</math> mm</li> <li>- válcová fréza <math>\phi 50 - 80</math> mm pro frézování tvarů</li> <li>- čelní fréza <math>\phi 125 - 250</math> mm pro obrábění čelní plochy E</li> </ul> <p>Nástroj musí být naostřen na vlastním upínacím trnu a po upnutí do kuželové dutiny vřetena musí vyhovovat těmto mezním úchylkám:</p> <p>a) Válcovitost <math>\leq 0,02</math> mm/50 mm</p> <p>b) Obvodové házení <math>\leq 0,01</math> mm</p> <p>c) Čelní házení <math>\leq 0,01</math> mm</p> <p>3. Středová díra B a díry <math>\phi 45</math> se obrábí s najetím na souřadnice v pozitivním směru a <math>\phi 46</math> ve směru negativním.</p> <p>4. Čelní plochy Z1 a Z2 se obrábí najetím vřetena v negativním směru a plochy Z3 a Z4 v pozitivním směru.</p> <p>5. Plocha E se obrábí čelním frézováním. Slouží jako základna pro vyrovnání při měření na souřadnicovém měřicím přístroji.</p> <p>6. Před obráběním je nutno zkušební obrobek upnout na přípravek a vyrovnat vodorovně a svisle v osách X a Y.</p> <p>7. Změřit a zapsat teplotu obrobku po obrábění.</p> <p style="text-align: right;">Teplota obrobku:</p> |
| 1  |  | 1a                | pozitivní   | X<br>Y     | $135 \pm 0,015$<br>$\pm 0,015$ |                      |  |
|    |  | 1b                | negativní   | X<br>Y     | $135 \pm 0,015$<br>$\pm 0,015$ |                      |  |
| 2  |  | 2a                | pozitivní   | X<br>Y     | $135 \pm 0,015$<br>$\pm 0,015$ |                      |  |
|    |  | 2b                | negativní   | X<br>Y     | $135 \pm 0,015$<br>$\pm 0,015$ |                      |  |
| 3  |  | 3a                | pozitivní   | X<br>Y     | $135 \pm 0,015$<br>$\pm 0,015$ |                      |  |
|    |  | 3b                | pozitivní   | X<br>Y     | $135 \pm 0,015$<br>$\pm 0,015$ |                      |  |
| 4  |  | 4a                | pozitivní   | X<br>Y     | $135 \pm 0,015$<br>$\pm 0,015$ |                      |  |
|    |  | 4b                | negativní   | X<br>Y     | $135 \pm 0,015$<br>$\pm 0,015$ |                      |  |

Materiál zkušební obrobku:  
Šedá litina 42 2410 (GG - 10)



| Č. | Schéma, rozměry a upnutí<br>zkušebního obrobku                                    | Předmět zkoušky   |                   |            | Mezní úchylka | Naměr. úchylka | Poznámky k zásadám přejímky   |  |
|----|---|---|-------------------|------------|---------------|----------------|---|--|
|    |   | Pozice  | Směr najetí       | Souřadnice | mm            | mm             |   |  |
|    |   | □ 230   |                   |            |               |                | <p><b>POKYNY PRO MĚŘENÍ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Obrobek nutno před měřením dokonale zbavit mechanických nečistot.</li> <li>Obrobek před měřením temperovat. V případě rozdílných teplot obrobku při obrábění a měření je nutno použít teplotní korekce.</li> <li>Obrobek prostorově vyrovnat dle plochy E. Průsečík plochy E a osa díry B tvoří nulový bod souřadného systému. Orientace natočení je podle plochy A.</li> <li>Měřené plochy na rozměrech □ 230, □ 162, 63, &lt; 1° z důvodu přesnosti snímat s co největším počtem bodů.</li> <li>Při měření kruhovitosti na φ 230 snímat cca 400 bodů a na φ 60 cca 150 bodů. Pro vyhodnocení použít filtr 7. Poznámka: Platí pro měření na stroji Opton. V případě použití jiného měřicího stroje se použije obdobná metodika.</li> <li>Pro měření ploch Z1-Z4 je výchozí plocha Z1 nulová, ostatní jsou vztaženy k této nule.</li> <li>Pro vlastní měření je nutno použít souřadnicový měřicí stroj, který vykazuje nejistotu měření odpovídající požadavkům předávacího protokolu</li> <li>Vyhodnocují se odchylky přesnosti, na absolutní míry se nebere zřetel.</li> </ol> |  |
| 5  |  | Plocha horní  |                   |            | ∥ 0,02   A    |                |   |  |
| 6  |   | Plocha levá   |                   |            | ⊥ 0,02   A    |                |   |  |
| 7  |   | Plocha pravá  |                   |            | ⊥ 0,02   A    |                |   |  |
| 8  |   | Plocha levá - pravá   |                   |            | ≡ 0,02   B    |                |   |  |
| 9  |   | Plocha dolní - horní  |                   |            | ≡ 0,02   B    |                |   |  |
|    |   |   | □ 162,63          |            |               |                |   |  |
| 10 |   |  | 42° (D)           |            |               | ≤ 0,02   A     |   |  |
| 11 |   |   | 48° (D)           |            |               | ≤ 0,02   A     |   |  |
| 12 |   |   | Plocha horní levá |            |               | ∥ 0,02   D     |   |  |
| 13 | Plocha horní - pravá  |   |                   |            | ∥ 0,02   C    |                |   |  |
| 14 | Plocha horní - dolní (D)  |   |                   |            | ≡ 0,02   B    |                |   |  |
| 15 | Plocha horní - dolní (C)  |   |                   |            | ≡ 0,02   B    |                |   |  |
|    |   |   | < 1°              |            |               |                |   |  |
| 16 | Plocha levá   |   |                   |            | ≤ 0,02   A    |                |   |  |
| 17 | Plocha horní  |   |                   |            | ≤ 0,02   A    |                |   |  |
|    |   |   | Plochy Z1 – Z4    |            |               |                |   |  |
| 18 |   | Z1  | negativní         |            | 0             |                |   |  |
| 19 |   | Z2  | negativní         |            | 0,01          |                |   |  |
| 20 |   | Z3  | positivní         |            | 0,02          |                |   |  |
| 21 |   | Z4  | positivní         |            | 0,02          |                |   |  |
|    |   | Kruhovitost kruhové interpolace   |                   |            |               |                |   |  |
| 22 |   | cca φ 230   |                   |            | 0,02          |                |   |  |
| 23 |   | cca φ 60  |                   |            | 0,02          |                |   |  |

```
0 BEGIN PGM naskus-z MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-175 Y-175 Z-60
2 BLK FORM 0.2 X+175 Y+175 Z+0
3 ; *****
4 * - DEFINICE AKTUALNICH ROZMERU
5 ; *****
6 FN 0: Q15 =+230.49 ; SKUTEČNY ROZMER JMENOVITEHO PRUMERU 230
7 FN 0: Q12 =+9.05 ; VYSKA POOTOCENY CTVERCE OD PLOCHY Z1
8 FN 0: Q14 =+0.6 ; HLOUBKA TRISKY VZTAŽENA NA PRUMER
9 ; *****
10 * - DEFINICE POSUVU V mm/min
11 ; *****
12 FN 0: Q20 =+200 ; OBRABECI RYCHLOST (200)
13 FN 0: Q21 =+200 ; RYCHLOST PRO VNITRNI KRHOVOU INTERPOLACI (60)
14 FN 0: Q22 =+2000 ; RYCHLOPOSUV
15 ; *****
16 * - DEFINICE NUL. BODU OBROBKU
17 ; *****
18 CYCL DEF 247 USTAWIENIE PKT.BAZ ~
   Q339=+5 ;NR PKT ODNIESIENIA
19 ; *****
20 BLK FORM 0.1 Z X-175 Y-175 Z-60
21 BLK FORM 0.2 X+175 Y+175 Z+0
22 FN 0: Q1 =+115
23 FN 0: Q2 =+256.599
24 FN 0: Q3 =+30
25 FN 0: Q4 =+116
26 FN 0: Q11 =+230
27 FN 0: Q13 =+2
28 FN 2: Q15 =+Q15 - +Q14
29 FN 2: Q11 =+Q11 - +Q15
30 FN 4: Q11 =+Q11 DIV +Q13
31 FN 2: Q1 =+Q1 - +Q11
32 FN 2: Q2 =+Q2 - +Q11
33 FN 1: Q3 =+Q3 + +Q11
34 FN 2: Q4 =+Q4 - +Q11
35 L Z+260 W+0 R0 FQ22 M11
36 L X-500 Y+0 R0 FQ22 ;Y-200
37 ; *****
38 * - VYMENA NASTROJE FREZA 50
39 ; *****
40 STOP M0 ; VYMENA NASTROJE FREZA D=50 mm
41 TOOL CALL 50 Z S500 ; S500 a F500 PRO SK, S90 a F45 PRO HSS
42 L Z+100 W+0 R0 FQ22 M11
43 L X-250 Y+140 R0 FQ22 M3
44 L Z-29 FQ22
45 L X-130 Y+Q1 RL FQ20
46 * - CTVEREC 230x230
47 L X+Q1
48 L Y-Q1
49 L X-Q1
50 L Y+210
51 * - VNEJSI KRUH. INTER. 230
52 L Y+220 R0 FQ22
53 L Z-20 FQ22
54 FN 1: Q5 =+100 + +Q1
55 FN 1: Q6 =+70 + +Q1
56 L X-70 Y+Q5 FQ22
57 L Y+Q6 RL FQ22
58 CR X+0 Y+Q1 R+70 DR+ RL FQ20
```

```

59 CC X+0 Y+0
60 C X+0 Y+Q1 DR- RL
61 CR X+70 Y+Q6 R+70 DR+
62 * - POOTOCENY CTVEREC 42 ST.
63 L Y+Q5 R0 FQ22
64 L Z+20 FQ22
65 L X-200 Y+0 FQ22
66 L Z-8 FQ22
67 CC X+0 Y+0
68 LP PR+Q1 PA+177 RL FQ20
69 LP PA+87
70 LP PA+357
71 LP PA+267
72 LP PA+177
73 * - PLOCHY Z1 - Z4
74 L Z+10 FQ22
75 L Y+20 FQ22
76 L X-140 Y+50 R0 FQ22
77 L X-200 Y+0 FQ22
78 FN 2: Q7 =-0.3 - +Q12
79 L Z+Q7 R0 FQ22
80 LP PR+Q4 PA+177 RL FQ20
81 LP PA+87
82 LP PA+357
83 L Z+10 FQ22
84 L Y-20 FQ22
85 L Y-50 R0 FQ22
86 L X+200 Y+0 FQ22
87 L Z-15 FQ22
88 FN 2: Q7 =-0.3 - +Q12
89 L Z+Q7 R0 FMAX
90 LP PR+Q4 PA+357 RL FQ20 M11
91 LP PA+267
92 LP PA+177
93 * - PLOCHY POD UHLEM 1 ST.
94 L Y+20 FQ22
95 L Z+20 FQ22
96 L X-140 Y+50 R0 FQ22
97 L X-200 Y-220 FQ22
98 L Z-37.5 FQ22
99 LP PR+Q2 PA+227 RL FQ20
100 LP PA+131
101 L Y+220
102 L Y+230 R0 FQ22
103 L X-220 Y+200 FQ22
104 LP PR+Q2 PA+137 RL FQ20
105 LP PA+41
106 L X+220
107 L X+230 R0 FQ22
108 L Z+100 FQ22 M5
109 L X-500 Y+0 FQ22 ;Y-200
110 ; *****
111 * - VYMENA NASTROJE FREZA 32
112 ; *****
113 STOP M0 ; VYMENA NASTROJE FR D=32
114 TOOL CALL 51 Z S2500 ;
115 L Z+100 W+0 FQ22
116 L X+0 Y+0 FQ22
117 L Z-8 FQ22 M3
118 L X-10 FQ22 M11
119 FN 1: Q8 =-10 + +Q11
120 L X+0 Y+Q8 RL FQ21
121 ; *****
122 * - VNITRNI KRUH. INTER. 60
123 ; *****
124 CR X+0 Y+Q3 R+20 DR+
125 C X+0 Y+Q3 DR+ RL
126 CR X+0 Y+Q8 R+20 DR+ RL
127 L X+10 Y+0 R0 FQ22 M5
128 L Z+100 FQ22
129 L X-500 Y+0 FQ22 ;Y-200
130 ; *****
131 * - VYMENA NASTR. VRT. TYC 46
132 ; *****
133 STOP M0 ; VYMENA NASTR VRTACI TYC
D=46
134 TOOL CALL 52 Z S800
135 L Z+100 W+0 R0 FMAX M11
136 L X-135 Y-135 R0 FQ22 M3
137 CALL LBL 1
138 L X+135 Y-135 R0 FQ22
139 CALL LBL 1
140 L X+135 Y+135 R0 FQ22
141 CALL LBL 1
142 L X-135 Y+135 R0 FQ22
143 CALL LBL 1
144 L Z+100 R0 FMAX
145 ; *****
146 * - PRESTAVENI TYCE NA 45 mm
147 ; *****
148 STOP M0
149 TOOL CALL 52 Z S800
150 L Z+100 W+0 R0 FMAX M3
151 CALL LBL 2
152 L X+135 Y+135 R0 FQ22
153 CALL LBL 2
154 L X+135 Y-135 R0 FQ22
155 CALL LBL 2
156 L X-135 Y-135 R0 FQ22
157 CALL LBL 2
158 L X+0 Y+0 R0 FQ22
159 CYCL DEF 202 POWIERCANIE ROZ. ~
Q200=+5 ;BEZPIECZNA WYSOKOSC ~
Q201=-56 ;GLEBOKOSC ~
Q206=+50 ;WARTOSC POSUWU WGL. ~
Q211=+0 ;PRZERWA CZAS. DNIE ~
Q208=+99999 ;POSUW RUCHU POWROTN.
~
Q203=+0 ;WSPOLRZEDNE POWIERZ.
~
Q204=+50 ;2-GA BEZPIECZNA WYS.
~
Q214=+1 ;KIER. ODJ. OD MATER.
~
Q336=+0 ;KAT WRZECIONA
160 CYCL CALL
161 L Z+100 R0 FMAX M5
162 L X-500 Y+0 R0 FQ22 ;Y-200
163 ; *****
164 * - VYMENA FREZA 125

```

Katedra technologie obrábění

Petr Petrek

```

165 ; *****
166 STOP M0 ; VY MENA NASTROJE FR Q200=+5 ;BEZPIECZNA WYSOKOSC ~
D=125 Q201=-15 ;GLEBOKOSC ~
167 TOOL CALL 103 Z S400 Q206=+80 ;WARTOSC POSUWU WGL. ~
168 ;S200 pro SK Q211=+0 ;PRZERWA CZAS. DNIE ~
169 L Z+100 W+0 R0 FQ22 M3 ~ Q208=+99999 ;POSUW RUCHU POWROTN.
170 L X+190 Y-60 R0 FQ22 Q203=-25 ;WSPOLRZEDNE POWIERZ.
171 L Z-0.3 FQ22 ~
172 L X-190 R0 FQ20 Q204=+50 ;2-GA BEZPIECZNA WYS.
173 L Y+60 R0 FQ22 ~
174 L X+190 R0 FQ20 Q214=+1 ;KIER. ODJ. OD MATER.
175 L Z+100 R0 FQ22 M5 ~
176 ; ***** Q336=+0 ;KAT WRZECIONA
177 * - MERENI NAPOJENI Y 206 CYCL CALL
178 ; ***** 207 L Z+20 R0 FMAX
179 STOP M0 ; MERENI NAPOJENI Y 208 LBL 0
180 TOOL CALL 103 Z S200 209 ; *****
181 L X-60 Y+190 R0 FQ22 M3 210 * - VYVRTAVANI D=45
182 L Z-0.6 R0 FQ22 211 ; *****
183 L Y-190 R0 FQ20 212 LBL 2 ; VYVRTAVANI D=45 mm
184 L X+60 R0 FQ22 213 L IX-10 IY-10 R0 FQ22
185 L Y+190 R0 FQ20 214 L IX+10 IY+10 R0 FQ22
186 L Z+200 R0 FQ22 M30 215 CYCL DEF 9.0 PRZERWA CZASOWA
187 ; ***** 216 CYCL DEF 9.1 P.CZAS5
188 * - MERENI NAPOJENI X 217 CYCL DEF 202 POWIERCANIE ROZ. ~
189 ; ***** Q200=+5 ;BEZPIECZNA WYSOKOSC ~
190 ; ***** Q201=-20 ;GLEBOKOSC ~
191 * - KONEC PROGRAMU Q206=+80 ;WARTOSC POSUWU WGL. ~
192 ; ***** Q211=+0 ;PRZERWA CZAS. DNIE ~
193 * - ***** Q208=+99999 ;POSUW RUCHU POWROTN.
194 ; ***** ~
195 * - PODPROGRAMY Q203=-33 ;WSPOLRZEDNE POWIERZ.
196 ; ***** ~
197 ; ***** Q204=+50 ;2-GA BEZPIECZNA WYS.
198 * - VYVRTAVANI D=46 ~
199 ; ***** Q214=+1 ;KIER. ODJ. OD MATER.
200 LBL 1 ; VYVRTAVANI D=46 mm ~
201 L IX+10 IY+10 R0 FQ22 Q336=+0 ;KAT WRZECIONA
202 L IX-10 IY-10 R0 FQ22 218 CYCL CALL
203 CYCL DEF 9.0 PRZERWA CZASOWA 219 L Z+20 R0 FMAX
204 CYCL DEF 9.1 P.CZAS5 220 LBL 0
205 CYCL DEF 202 POWIERCANIE ROZ. ~ 221 END PGM naskus-z MM

```

## **PŘÍLOHA č. 8**

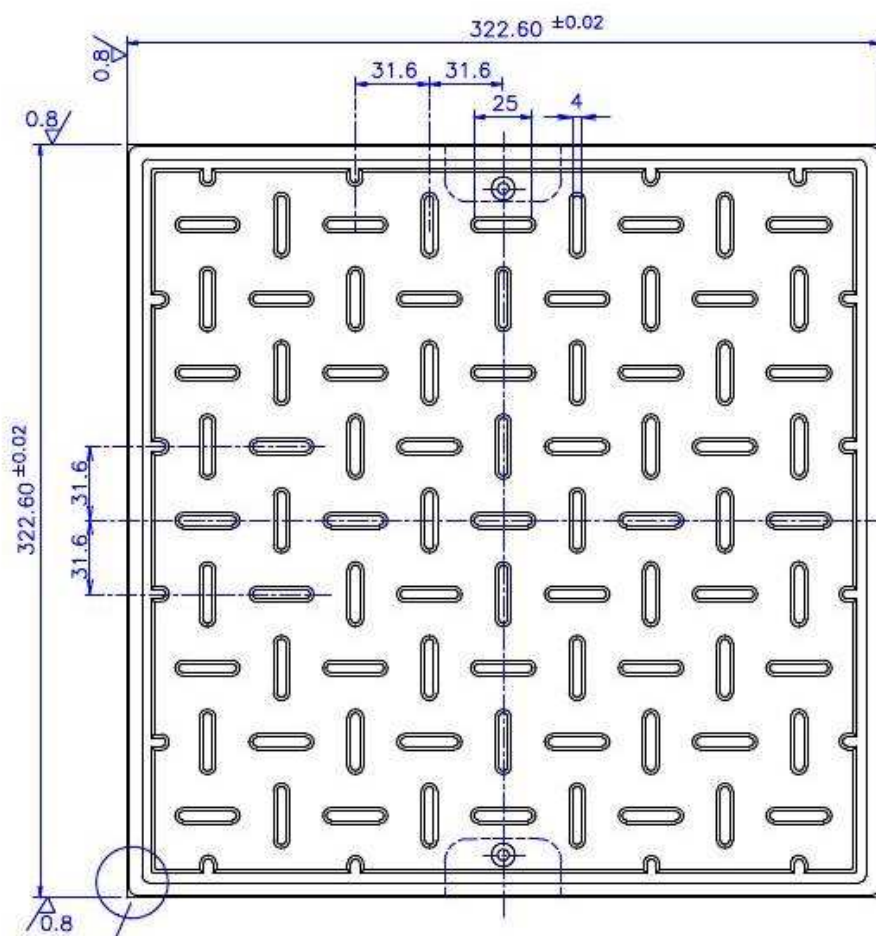
**Program pro hrubování polotovarů tvaru krychle  
společnosti  
ŠKODA JS, a.s.**

```
0 BEGIN PGM Rovinne frezovani MM
1 * - Vytvorene 02.03.2011
2 * - Upravuje se Q1-Q9,Q15,Q19,Q23
3 ; =====
4 ; X0 = LEVY HORNI ROH
5 ; Y0 = LEVY HORNI ROH
6 ; Z0 = CELO KUSU+Q4
7 ; =====
8 TOOL CALL 101 Z S300
9 ;=====
10 FN 0: Q1 =+140 ; delka polot X-e
11 FN 0: Q2 =+95 ; sirka polot Y-e
12 FN 0: Q3 =+54 ; vyska polot Z-e
13 FN 0: Q4 =+1,5 ; VYSKA FREZOVANI
14 FN 0: Q5 =+1,5 ;uber v Z-e na hrub
15 ;Q5 MUSI BYT DELITELNE Q4
16 FN 0: Q7 =+125 ; prumer frezy
17 FN 0: Q8 =+150 ; pracovni posuv
18 FN 0: Q9 =+20 ; prid na stranu,
19 FN 0: Q15 =+0,5 ;AP na cisto
20 FN 0: Q19 =+4 ; pocet triesek
21 FN 0: Q23 =+1 ; zadavat 1 alebo 2
22 * - 1 = 1 draha fr stredem polot
23 * - 2 = 2 a vic drah fr v Y-e
24 Q6 = Q3 - Q4 ; urcenie polot
25 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y-Q2 Z-Q6
26 BLK FORM 0.2 X+Q1 Y+0 Z+Q4
27 * - freza D=Q7 [ D100 ]
28 L M6
29 L M3
30 L M8
31 TOOL CALL 101 Z S500
32 L W+0 FMAX
33 Q18 = Q7 - 5
34 FN 12: IF +Q2 LT +Q18 GOTO LBL Q23
35 FN 9: IF +Q2 EQU +Q18 GOTO LBL Q23
36 FN 11: IF +Q2 GT +Q18 GOTO LBL 2
37 M13 M72
38 LBL 1
39 Q10 = ( Q7 / 2 ) + Q9
40 Q11 = Q2 / 2
41 Q13 = Q4 + 50
42 Q14 = Q1 + Q10
43 Q16 = ( Q4 - Q5 ) / Q5
44 Q17 = Q4 + Q15
45 L X-Q10 Y-Q11 Z+200 R0 FMAX
46 L Z+Q13 R0 FMAX
47 L Z+Q17 R0 F4000
48 LBL 3
49 L IZ-Q5 R0 FMAX
50 L X+Q14 R0 FQ8 M13 M72
51 L IZ+50 R0 FMAX
52 L X-Q10 R0 FMAX
53 L IZ-50 R0 FMAX
54 CALL LBL 3 REPQ16
55 L Z+0 R0 FMAX ; hotova vyska
56 L X+Q14 R0 FQ8
57 L M9
58 L Z+500 R0 FMAX
59 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 99
60 LBL 2
61 Q10 = ( Q7 / 2 ) + Q9
62 Q11 = ( Q2 + 5 ) / Q19
63 Q13 = Q4 + 50
64 Q14 = Q1 + Q10
65 Q16 = ( Q4 - Q5 ) / Q5
66 Q17 = Q4 + Q15
67 Q20 = (-Q2-5 )+(Q7/2)+(Q19-1)*Q11
68 Q22 = Q19 - 2
69 L X-Q10 Y+Q20 Z+200 R0 FMAX
70 L Z+Q13 R0 FMAX
71 L Z+Q17 R0 F4000
72 LBL 5
73 L IZ-Q5 R0 FMAX
74 L X+Q14 R0 FQ8
75 L IZ+50 R0 FMAX
76 LBL 6
77 L X-Q10 IY-Q11 R0 FMAX
78 L IZ-50 R0 FMAX
79 L X+Q14 R0 FQ8
80 L IZ+50 R0 FMAX
81 CALL LBL 6 REPQ22
82 L X-Q10 Y+Q20 R0 FMAX
83 L IZ-50 R0 FMAX
84 CALL LBL 5 REPQ16
85 L Z+0 R0 FMAX ; hotova vyska
86 L X+Q14 R0 FQ8
87 L IZ+50 R0 FMAX
88 LBL 7
89 L X-Q10 IY-Q11 R0 FMAX
90 L IZ-50 R0 FMAX
91 L X+Q14 R0 FQ8
92 L IZ+50 R0 FMAX
93 CALL LBL 7 REPQ22
94 L M9
95 L Z+500 R0 FMAX
96 L X-500 FMAX
97 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 99
98 LBL 99
99 M2
100 END PGM Rovinne frezovani MM
```

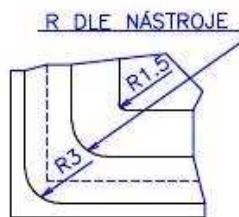
## **PŘÍLOHA č. 9**

**Výkresová dokumentace a NC program pro izostatický razník  
společnosti**

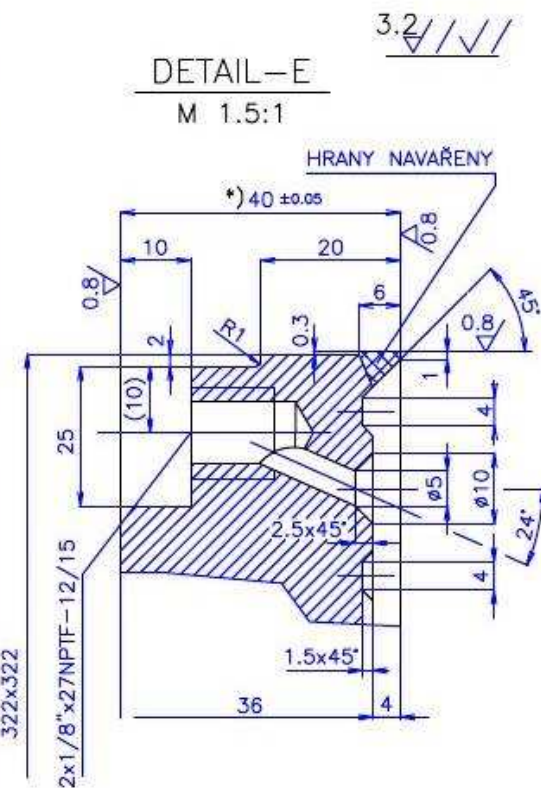
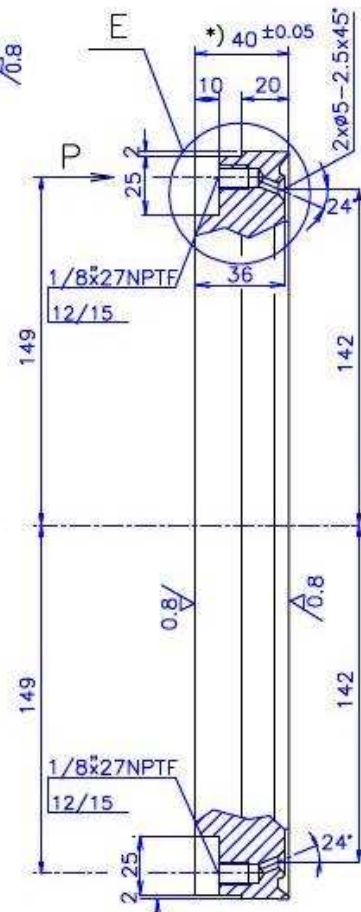
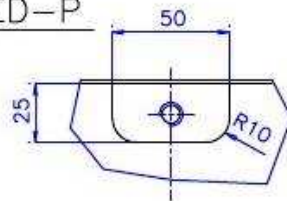
**LASSELSBERGER, s.r.o**



DETAIL-D  
M 2.5:1



POHLED-P



DETAIL-E  
M 1.5:1

\*) DODRŽET VÝŠKU RAZNIKŮ V SADĚ  
PÁLICI VÝKRES A PROGRAM ě.v.CH 34752R  
K VÝKRESU PATŘÍ RAZIDLO VULK.ě.v. CH 34518

|                     |                 |                         |  |             |            |               |      |
|---------------------|-----------------|-------------------------|--|-------------|------------|---------------|------|
| PL.TL.40<br>330x330 | PŘÍŘEZ          | 19083.3                 | 19083.3                                  | 002         | 34.2       |               |      |
| PL.TL.40<br>330x330 | ČSN<br>425310   | 12050.8                 | 12050.3                                  | 002         | 34.2       |               |      |
| Název-rozměr        | Polotovar       | Mat.konežnj             | Mat.výchozT                              | Vyk.zobraz  | Mat.zobraz | Číslo výkresu | Poa. |
| Poznámka            |                 |                         | Celková čistá hmotnost kg                |             |            |               |      |
| Měřítko             | Kreslí JJEZEK   | Dne                     | ÚPRAVA VÝKRESU-DETAIL „E“-2.6.2002-Jetah |             |            |               |      |
| 1:2                 | Průzkoušel      | 31.1.97                 |  |             |            |               |      |
| 5:1                 | Typ MACHUN 2500 | Skupina                 | FVIIIa                                   |             |            |               |      |
|                     |                 | RAZNIK SPODNÍ           |  | CH 34752    |            | S5            |      |
|                     |                 | IZO. H.L.F. 323.6x323.6 |  | Počet listů |            | S7            |      |
|                     |                 |                         |  |             |            | B1            |      |
|                     |                 |                         |  |             |            | S4            |      |



```
0 BEGIN PGM 34752ZI9 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-161.3 Y-161.3 Z-10
2 BLK FORM 0.2 X+161.3 Y+161.3 Z+0
3 L
4 L
5 TOOL CALL 14 Z S4500 ; Drzak R2
6 L Z+20 F9999 M3
7 CALL LBL 2
8 FN 0: Q0 = +5
9 FN 0: Q5 = +400
10 FN 0: Q6 = +400
11 FN 0: Q75 = +1 ; od strany
12 FN 0: Q95 = +1 ; od drazky
13 FN 0: Q99 = +110
14 L M8
15 FN 0: Q1 = -1
16 CALL LBL 20
17 FN 0: Q1 = -1.5
18 CALL LBL 20
19 CALL LBL 9
20 STOP M2
21 L
22 L
23 ; DRUHA STRANA !!!!!!!!
24 ;
25 TOOL CALL 15 Z S3000 ; TGS-16
26 L Z+20 R0 F9999 M3
27 CYCL DEF 4.0 KAPSOVE FREZOVANI
28 CYCL DEF 4.1 VZDAL. -2
29 CYCL DEF 4.2 HLOUBK -10.3
30 CYCL DEF 4.3 PRISUV -1.5 F100
31 CYCL DEF 4.4 X70
32 CYCL DEF 4.5 Y50
33 CYCL DEF 4.6 F800 DR+ RADIUS 10
34 FN 0: Q0 = +2
35 FN 0: Q10 = +10
36 FN 0: Q95 = +1
37 FN 0: Q99 = +0
38 CALL LBL 10
39 CALL LBL 9
40 STOP
41 L
42 L
43 TOOL CALL 8 Z S800 ; NAVRTAVACEK
44 L Z+20 R0 F9999 M3
45 L M8
46 CYCL DEF 1.0 HLUBOKE VRTANI
47 CYCL DEF 1.1 VZDAL. -2
48 CYCL DEF 1.2 HLOUBK -4.4
49 CYCL DEF 1.3 PRISUV -7.8
50 CYCL DEF 1.4 PRODLV 0
51 CYCL DEF 1.5 F30
52 FN 0: Q0 = -8.3
53 FN 0: Q10 = +30
54 FN 0: Q95 = +1
55 FN 0: Q99 = +0
56 CALL LBL 40
57 CALL LBL 9
58 L
59 L
60 L
61 TOOL CALL 1 Z S600 ; VRTAK 8.5
62 L Z+20 F9999 M3
63 L M8
64 FN 0: Q0 = -8.3
65 FN 0: Q1 = -2
66 FN 0: Q2 = -17
67 FN 0: Q3 = +1
68 FN 0: Q4 = +0.2
69 FN 0: Q5 = +30
70 FN 0: Q6 = +20
71 FN 0: Q10 = +30
72 FN 0: Q95 = +1
73 FN 0: Q99 = +100
74 CALL LBL 40
75 CALL LBL 9
76 L
77 STOP
78 L
79 TOOL CALL 9 Z S71 ; ZAVITNIK G1/8
80 L Z+20 R0 F9999 M3
81 L M8
82 CYCL DEF 2.0 REZANI ZAVITU
83 CYCL DEF 2.1 VZDAL. -5
84 CYCL DEF 2.2 HLOUBK -8
85 CYCL DEF 2.3 PRODLV 0
86 CYCL DEF 2.4 F66
87 FN 0: Q0 = -5.3
88 FN 0: Q10 = +30
89 FN 0: Q95 = +1
90 FN 0: Q99 = +0
91 CALL LBL 40
92 CALL LBL 9
93 STOP M2
94 LBL 10
95 L X-169 Y+0 R0 F9999
96 CALL LBL 5
97 L X+169 Y+0 R0 F9999
98 CALL LBL 5
99 LBL 0
100 CALL LBL 99
101 LBL 40
102 L X-149 Y+0 R0 F9999
103 CALL LBL 5
104 L X+149 Y+0
105 CALL LBL 5
106 LBL 0
107 CALL LBL 99
108 LBL 20
109 FN 11: IF +Q95 GT +1 GOTO LBL 21
110 CALL LBL 210
111 CALL LBL 120
112 CALL LBL 130
113 FN 0: Q95 = +1
114 LBL 21
115 CALL LBL 2
116 FN 0: Q99 = +110
117 CALL LBL 250
118 LBL 0
119 CALL LBL 99
120 LBL 120 ; Camfoury v Y
121 CALL LBL 3
122 FN 0: Q95 = +1
123 FN 0: Q99 = +120
124 CALL LBL 250
125 FN 0: Q50 = +0
126 LBL 0
127 CALL LBL 99
128 LBL 130 ; Camfoury v X
129 CALL LBL 2
130 CALL LBL 4
131 FN 0: Q95 = +1
```

```
132 FN 0: Q99 = +130
133 CALL LBL 250
134 FN 0: Q50 = +0
135 LBL 0
136 CALL LBL 99
137 LBL 210
138 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
139 CYCL DEF 7.1 X+0
140 CYCL DEF 7.2 Y+0
141 L Z+Q0 R0 F9998
142 FN 1: Q32 = +Q31 + +11
143 FN 9: IF +Q75 EQU +1 GOTO LBL 211
144 FN 9: IF +Q75 EQU +2 GOTO LBL 212
145 FN 9: IF +Q75 EQU +3 GOTO LBL 213
146 FN 9: IF +Q75 EQU +4 GOTO LBL 214
147 FN 14: ERROR = 175
148 LBL 211
149 L X+Q73 Y-Q34 R0 F9998
150 L Z+0 R0 FQ6
151 L IY+10 Z+Q1 R0 FQ5
152 L X+Q73 Y+Q74
153 RND RQ31
154 L X-Q73 Y+Q74
155 RND RQ31
156 L X-Q73 Y-Q74
157 RND RQ31
158 L X+Q73 Y-Q74
159 RND RQ31
160 L IY+Q32 IX+0
161 L Z+Q0 R0 F9998
162 LBL 0
163 CALL LBL 99
164 LBL 212
165 L X+Q33 Y+Q74 R0 F9998
166 L Z+Q1 R0 FQ6
167 L X-Q73 Y+Q74 FQ5
168 RND RQ31
169 L X-Q73 Y-Q74
170 RND RQ31
171 L X+Q73 Y-Q74
172 RND RQ31
173 L IY+Q32 IX+0
174 L Z+Q0 R0 F9998
175 LBL 0
176 CALL LBL 99
177 LBL 213
178 L X-Q73 Y+Q34 R0 F9998
179 L Z+Q1 R0 FQ6
180 L X-Q73 Y-Q74 FQ5
181 RND RQ31
182 L X+Q73 Y-Q74
183 RND RQ31
184 L IY+Q32 IX+0
185 L Z+Q0 R0 F9998
186 LBL 0
187 CALL LBL 99
188 LBL 214
189 L X-Q33 Y-Q74 R0 F9998
190 L Z+Q1 R0 FQ6
191 L X+Q73 Y-Q74 R0 FQ5
192 RND RQ31
193 L IY+Q32 IX+0
194 L Z+Q0 R0 F9998
195 LBL 0
196 CALL LBL 99
197 LBL 220
198 L X+0 Y+0 R0 F9998
199 L Z+Q1 R0 FQ6
200 L IX+Q76 R0 FQ5
201 L Z+Q0 R0 F9998
202 FN 0: Q76 = -Q76
203 LBL 0
204 CALL LBL 99
205 LBL 230
206 L X+0 Y+0 R0 F9998
207 L Z+Q1 R0 FQ6
208 L IY+Q76 R0 FQ5
209 L Z+Q0 R0 F9998
210 FN 9: IF +Q98 EQU +Q81 GOTO LBL 231
211 LBL 0
212 CALL LBL 99
213 LBL 231
214 FN 0: Q76 = -Q76
215 LBL 0
216 CALL LBL 99
217 LBL 240
218 FN 4: Q29 = +Q1 DIV +2
219 FN 9: IF +Q97 EQU +1 GOTO LBL 241
220 FN 9: IF +Q97 EQU -1 GOTO LBL 242
221 FN 14: ERROR = 117
222 LBL 0
223 CALL LBL 99
224 LBL 241
225 L X-Q72 Y+0 R0 F9998
226 L Z+0 R0 FQ6
227 L IX+5 Z+Q29 R0 FQ5
228 L IX-5 Z+Q1
229 L X+Q72 Y+0
230 L Z+Q0 R0 F9998
231 LBL 0
232 CALL LBL 99
233 LBL 242
234 L X+0 Y+Q72 R0 F9998
235 L Z+0 R0 FQ6
236 L IY-5 Z+Q29 R0 FQ5
237 L IY+5 Z+Q1
238 L Y-Q72
239 L Z+Q0 R0 F9998
240 LBL 0
241 CALL LBL 99
242 LBL 5
243 FN 1: Q94 = +Q0 + +Q10
244 FN 12: IF +Q10 LT +0 GOTO LBL 111
245 FN 12: IF +Q94 LT +0.5 GOTO LBL 111
246 FN 12: IF +Q95 LT +1 GOTO LBL 112
247 FN 9: IF +Q99 EQU +1 GOTO LBL 121
248 FN 9: IF +Q99 EQU +101 GOTO LBL 121
249 FN 9: IF +Q99 EQU +111 GOTO LBL 121
250 FN 9: IF +Q99 EQU +121 GOTO LBL 121
251 FN 9: IF +Q99 EQU +131 GOTO LBL 121
252 FN 0: Q97 = +Q77
253 FN 0: Q98 = +0
254 FN 1: Q99 = +Q99 + +1
255 FN 11: IF +Q96 GT +0 GOTO LBL 121
256 FN 0: Q96 = +8888
257 LBL 121
258 FN 0: Q97 = -Q97
259 FN 1: Q98 = +Q98 + +1
260 FN 12: IF +Q98 LT +Q95 GOTO LBL 122
261 FN 11: IF +Q98 GT +Q96 GOTO LBL 122
262 FN 9: IF +Q89 EQU +0 GOTO LBL 123
263 FN 11: IF +Q50 GT +0 GOTO LBL 6
```

```
264 LBL 124
265 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
266 CYCL DEF 7.1 X+Q87
267 CYCL DEF 7.2 Y+Q88
268 FN 9: IF +Q99 EQU +111 GOTO LBL 240
269 FN 9: IF +Q99 EQU +121 GOTO LBL 220
270 FN 9: IF +Q99 EQU +131 GOTO LBL 230
271 L X+0 Y+0 R0 F9998
272 LBL 123
273 FN 9: IF +Q99 EQU +111 GOTO LBL 240
274 FN 9: IF +Q99 EQU +121 GOTO LBL 220
275 FN 9: IF +Q99 EQU +131 GOTO LBL 230
276 FN 9: IF +Q99 EQU +101 GOTO LBL 109
277 L Z+Q0 F9998 M99
278 L IZ+Q10
279 LBL 122
280 LBL 0
281 CALL LBL 99
282 LBL 99
283 L IZ+1 R0 F9998
284 L Z+10 R0 F9998 M15
285 FN 14: ERROR = 119
286 STOP
287 LBL 0
288 CALL LBL 99
289 LBL 109
290 FN 11: IF +Q1 GT -0.01 GOTO LBL 101
291 FN 11: IF +Q2 GT +0 GOTO LBL 102
292 FN 12: IF +Q3 LT +1 GOTO LBL 103
293 FN 12: IF +Q4 LT +0 GOTO LBL 104
294 FN 12: IF +Q5 LT +1 GOTO LBL 105
295 FN 12: IF +Q6 LT +1 GOTO LBL 106
296 FN 0: Q94 = +0
297 FN 0: Q90 = +Q3
298 FN 4: Q92 = +Q2 DIV +Q3
299 FN 4: Q93 = +Q92 DIV +Q6
300 L Z+Q0 F9998
301 LBL 108
302 FN 0: Q91 = +Q6
303 L IZ+Q94 F9998
304 L IZ+Q1 FQ5
305 LBL 107
306 L IZ+Q93 FQ5
307 CYCL DEF 9.0 CASOVA PRODLEVA
308 CYCL DEF 9.1 PRODLV Q4
309 FN 2: Q91 = +Q91 - +1
310 FN 11: IF +Q91 GT +0 GOTO LBL 107
311 FN 1: Q94 = +Q94 + +Q92
312 L Z+Q0 F9998
313 FN 2: Q90 = +Q90 - +1
314 FN 11: IF +Q90 GT +0 GOTO LBL 108
315 L Z+Q0 F9998
316 L IZ+Q10 R0 F9998
317 LBL 0
318 CALL LBL 99
319 LBL 250
320 FN 0: Q89 = +100
321 FN 0: Q86 = +0
322 FN 12: IF +Q81 LT +1 GOTO LBL 113
323 FN 12: IF +Q82 LT +1 GOTO LBL 114
324 FN 12: IF +Q83 LT +0.05 GOTO LBL
115
325 FN 12: IF +Q84 LT +0.05 GOTO LBL
116
326 LBL 249
327 FN 2: Q88 = +1 - +Q82
328 FN 4: Q88 = +Q88 DIV +2
329 FN 1: Q88 = +Q88 + +Q86
330 FN 3: Q88 = +Q88 * +Q84
331 FN 1: Q88 = +Q88 + +Q52
332 FN 0: Q85 = +0
333 FN 1: Q86 = +Q86 + +1
334 LBL 248
335 FN 2: Q87 = +1 - +Q81
336 FN 4: Q87 = +Q87 DIV +2
337 FN 1: Q87 = +Q87 + +Q85
338 FN 3: Q87 = +Q87 * +Q83
339 FN 1: Q87 = +Q87 + +Q51
340 FN 1: Q85 = +Q85 + +1
341 CALL LBL 5
342 FN 9: IF +Q98 EQU +Q96 GOTO LBL 247
343 FN 12: IF +Q85 LT +Q81 GOTO LBL 248
344 FN 3: Q97 = +Q97 * +Q78
345 FN 12: IF +Q86 LT +Q82 GOTO LBL 249
346 LBL 247
347 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
348 CYCL DEF 7.1 X+0
349 CYCL DEF 7.2 Y+0
350 FN 0: Q89 = +0
351 LBL 0
352 CALL LBL 99
353 LBL 101
354 FN 14: ERROR = 101
355 LBL 102
356 FN 14: ERROR = 102
357 LBL 103
358 FN 14: ERROR = 103
359 LBL 104
360 FN 14: ERROR = 104
361 LBL 105
362 FN 14: ERROR = 105
363 LBL 106
364 FN 14: ERROR = 106
365 LBL 111
366 FN 14: ERROR = 107
367 LBL 112
368 FN 14: ERROR = 108
369 LBL 113
370 FN 14: ERROR = 109
371 LBL 114
372 FN 14: ERROR = 110
373 LBL 115
374 FN 14: ERROR = 111
375 LBL 116
376 FN 14: ERROR = 112
377 CALL LBL 99
378 LBL 1
379 FN 0: Q0 = +0
380 FN 0: Q1 = +0
381 FN 0: Q2 = +0
382 FN 0: Q3 = +0
383 FN 0: Q4 = +0
384 FN 0: Q5 = +0
385 FN 0: Q6 = +0
386 FN 0: Q10 = +0
387 FN 0: Q50 = +0
388 FN 0: Q51 = +0
389 FN 0: Q52 = +0
390 FN 0: Q81 = +0
391 FN 0: Q82 = +0
392 FN 0: Q83 = +0
393 FN 0: Q84 = +0
```

```
394 FN 0: Q85 = +0
395 FN 0: Q86 = +0
396 FN 0: Q87 = +0
397 FN 0: Q88 = +0
398 FN 0: Q89 = +0
399 FN 0: Q95 = +0
400 FN 0: Q96 = +0
401 FN 0: Q97 = +0
402 FN 0: Q98 = +0
403 LBL 0
404 CALL LBL 99
405 LBL 9
406 CALL LBL 1
407 L Z+300 R0 F9998 M5
408 L X+0 R0 F9999 M9
409 L Y+330 R0 F9999
410 LBL 0
411 CALL LBL 99
412 LBL 6
413 FN 9: IF +Q98 EQU +Q41 GOTO LBL 122
414 FN 9: IF +Q98 EQU +Q42 GOTO LBL 122
415 FN 9: IF +Q98 EQU +Q43 GOTO LBL 122
416 FN 9: IF +Q98 EQU +Q44 GOTO LBL 122
417 FN 9: IF +Q98 EQU +Q45 GOTO LBL 122
418 FN 9: IF +1 EQU +1 GOTO LBL 124
419 LBL 0
420 CALL LBL 99
421 LBL 8
422 FN 2: Q33 = +Q73 - +Q31
423 FN 2: Q34 = +Q74 - +Q31
424 FN 4: Q72 = +Q71 DIV +2
425 FN 2: Q72 = +Q72 - +2
426 LBL 0
427 CALL LBL 99
428 LBL 4 ; Camfoury v X

429 CALL LBL 2
430 FN 0: Q81 = +Q53
431 FN 0: Q82 = +2
432 FN 3: Q83 = +2 * +Q83
433 FN 3: Q84 = +2 * +Q74
434 FN 0: Q50 = +0 ; Nevynech prvky
435 LBL 0
436 CALL LBL 99
437 LBL 3 ; Camfoury v Y
438 CALL LBL 2
439 FN 0: Q81 = +2
440 FN 0: Q82 = +Q54
441 FN 3: Q83 = +2 * +Q73
442 FN 3: Q84 = +Q84 * +2
443 FN 0: Q50 = +1 ; Vynechat prvky
444 LBL 0
445 CALL LBL 99
446 LBL 2
447 FN 0: Q81 = +9 ; Pocet v X
448 FN 0: Q82 = +9 ; Pocet v Y
449 FN 0: Q83 = +31.6 ; Roztec v X
450 FN 0: Q84 = +31.6 ; Roztec v Y
451 FN 0: Q71 = +25 ; Delka drazky
452 FN 0: Q73 = +154.3 ; Obvod X
453 FN 0: Q74 = +154.3 ; Obvod Y
454 FN 0: Q31 = +4 ; Radius v rohu
455 FN 0: Q76 = +8 ; Delka camfouru
456 FN 0: Q77 = +1 ; svisl 1,vod.-1
457 FN 0: Q78 = +1 ; Lich 1, sudy-1
458 FN 0: Q53 = +4 ; Pocet camf. X
459 FN 0: Q54 = +5 ; Pocet camf. Y
460 FN 0: Q41 = +5 ; Vynech prvek 1
461 FN 0: Q42 = +6 ; Vynech prvek 2
462 CALL LBL 8
463 LBL 0
464 END PGM 34752ZI9 MM
```

## **PŘÍLOHA č. 10**

**NC program pro profilování úkosu SL cyklem  
společnosti  
PILSEN TOOLS, s.r.o.**

```
0 BEGIN PGM UKOS MM
1 ; Program pro profilovani ukosu SL cyklem.
2 ; V hlavni programu musi byt vybrán obrys
3 ; CYCL DEF 14.0 OBRYS ; otevreny obrys
4 ; CYCL DEF 14.1 LBL OBRYSU 1
5 ; A zadany parametry profilu.
6 ; Profil je definovan jako meridian. Jedna osa je rovnobezna s osou
   frezy, pocatek je na udanem povrchu Q5. Druha osa je v radialnim smeru
   a pocatek ma na care obrysu.
7 ;
8 ; Q0 = ;Rizeni pruchodu
9 ;      0 = neobrabet jen pocitat
10 ;      1 = obrabet
11 ; Q1 = ;Vzdalenost vychoziho bodu od obrysu
12 ; Q2 = ;Vyska vychoziho bodu od referencni roviny (+-)
13 ; Q3 = ;Odklon od tecny VB od osy Z (ve stupnich u previsu zaporny)
14 ; Q4 = ;Hloubka ukosu
15 ; Q5 = ;Souradnice povrchu respektive referencni roviny
16 ; Q6 = ;Volba posledni drahy 0, 1, 2
17 ;      0 = Skoncit po dosazeni hloubky koncoveho bodu.
18 ;      1 = Dojet az tecne ke koncovemu bodu.
19 ;      2 = Koncova draha pojede az v dalsim tecnem useku, protoze
   je stejna s jeho prvni drahou.
20 ; Q7 = ;Bezpecna vyska
21 ; Q9 = ;Radiusu spicek nastroje pokud je nulovy nebo zaporny, precte
   se R2 z tabulky korekci
22 ; Q10 = ;Prisuv vztazeny k stredu radiusu platku;
23 ; Q11 = ;Posuv na hloubku
24 ; Q12 = ;Posuv pro frezovani
25 ;      Posuvy AUTO mozno zadat v hl. programu pomoci SL CYCLE 25
26 ; Q15 = ;Zpusob fr. (+1 = podle obrysu, 0 = pendl, -1 = proti obrysu)
27 ;
28 ; Je treba upozornit obsuhu na nutnost zadani R2 v tabulce korekci.
29 ;
30 ; Po skonceni prace program zada posledni bod dotyku do parametru VB
31 ;
32 Q89 = 1 ; NEPENDLOVAT
33 Q88 = Q15 ; SCHOVAT PENDL
34 FN 10: IF +Q15 NE +0 GOTO LBL 10
35 Q89 = -1 ; PENDLOVAT
36 Q15 = 1 ; PRVNI DRAHA PODLE OBRYSU
37 LBL 10
38 FN 9: IF +Q10 EQU +0 GOTO LBL 34 ; prisuv nesmi byt nulovy
39 FN 11: IF +Q3 GT +90 GOTO LBL 33 ; odklon tecny mimo rozsah
40 FN 11: IF -Q3 GT +90 GOTO LBL 33 ; odklon tecny mimo rozsah
41 ; FN 11: IF +Q4 GT +90 GOTO LBL 33 ; odklon tecny mimo rozsah
42 ; FN 11: IF -Q4 GT +90 GOTO LBL 33 ; odklon tecny mimo rozsah
43 ; FN 11: IF +0 GT +Q8 GOTO LBL 5 ; PRO VYDUTY RADIUS
44 ; FN 11: IF +Q4 GT +Q3 GOTO LBL 35 ; PREVRACENE UHLY
45 ; FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 6 ; PRESKOCIT
46 ; LBL 5
47 ; FN 11: IF +Q3 GT +Q4 GOTO LBL 36 ; PREVRACENE UHLY
48 ; LBL 6 ;
49 Q99 = Q9 ; RADIUS SPICEK
50 FN 11: IF +Q99 GT +0 GOTO LBL 20 ; RADIUS ZADANY V PROGRAMU
51 LBL 20
52 ; FN 11: IF +Q8 GT +0 GOTO LBL 3 ; nastroj se vejde
53 ; FN 11: IF +Q99 GT -Q8 GOTO LBL 31 ; nastroj se nevejde
54 ; LBL 3 ; radius je vypuky a tudiz se k nemu nastroj vejde
55 Q98 = Q1 ; X
```

```

56 Q97 = Q2 ; Z
57 Q96 = 0 ; hl konce pro nastroj tecne
58 FN 11: IF +Q6 GT +0 GOTO LBL 1 ; nastroj nekonci na dne
59 ; Q95 = Q2 + Q4 ; Z koncového bodu ZBYTECNY BLOK
60 ; Q94 = Q8 + Q99
61 ; FN 10: IF +Q94 NE +0 GOTO LBL 4 ; radius spicek nerovna se radius
        dutiny
62 ; FN 11: IF +90 GT +Q96 GOTO LBL 32 ; nastroj se nevejde
63 ; FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 1 ; nastroj smi az ke dnu
64 ; LBL 4 ; radius spicek nerovna se radius dutiny
65 Q96 = Q99 * (1 - SIN Q3) ; HLOUBKA pod dotykem
66 FN 11: IF +Q96 GT +Q4 GOTO LBL 32 ; nastroj se nevejde
67 LBL 1 ; SKOK KDYZ "nastroj nekonci na dne"
68 Q96 = Q4 - Q96 ; redukovana hloubka
69 Q95 = Q96 / COS Q3 ; DELKA SVAHU
70 ; Q94 = Q95 * PI / 180 ; totez v radianech
71 ; Q93 = Q8 + ( Q99 * 7 / 8 ) ; radius drsnosti
72 ; Q93 = Q93 * Q94 ; delka oblouku
73 Q94 = 1 + ABS (Q95 / Q10) ; pocet drah
74 Q94 = INT Q94
75 Q93 = Q95 / Q94 ; DELKA prisuvu (V PROSTORU)
76 ; ----- T R E Z O R -----
77 Q90 = Q10 ; schovany prirustek
78 ; ----- A J E D E M -----
79 ; Q92 = Q8 + Q99 ; radius po kterem jede stred spicek
80 Q92 = Q3 ; schovat uhel
81 Q91 = 0 ; VYCHOZI HLOUBKA
82 ;
83 CYCL DEF 25.0 LINIE OBRYSU ~
    Q1=+0 ;HLOUBKA FREZOVANI ~
    Q3=+0 ;PRIDAVEK PRO STRANU ~
    Q5=+Q5 ;SOURADNICE POVRCHU DILCE ~
    Q7=+Q7 ;BEZPECNA VYSKA ~
    Q10=+999 ;HLOUBKA PRISUVU ~
    Q11=Q11 ;POSUV NA HLOUBKU ~
    Q12=Q12 ;POSUV PRO FREZOVANI ~
    Q15=+1 ;ZPUSOB FREZOVANI
84 ;
85 ; ----- C Y K L U S -----
86 LBL 2 ; ukos
87 Q3 = Q98 - (Q91 * SIN Q92) - Q99 + (Q99 * COS Q92)
88 Q1 = Q97 + (Q91 * COS Q92) - Q99 + (Q99 * SIN Q92)
89 FN 9: IF +Q0 EQU +0 GOTO LBL 29
90 CYCL CALL
91 LBL 29
92 Q15 = Q15 * Q89 ; PENDL
93 Q91 = Q91 + Q93 ; NOVA HLOUBKA
94 LBL 0
95 ;
96 ; FN 9: IF +Q99 EQU -Q8 GOTO LBL 30 ; KONEC
97 ; FN 11: IF +0 GT +Q8 GOTO LBL 7 ; dutina
98 ;
99 LBL 9
100 FN 11: IF +Q95 GT +Q91 GOTO LBL 8 ; dalsi spona uz ne
101 FN 9: IF +Q95 EQU +Q91 GOTO LBL 8 ; posledni spona taky ne
102 CALL LBL 2
103 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 9 ; konec cyklu
104 ;
105 ; LBL 7
106 ; FN 11: IF +Q91 GT +Q96 GOTO LBL 8 ; dalsi spona uz ne

```

```
107 ; FN 9: IF +Q96 EQU +Q91 GOTO LBL 8 ; posledni spona taky ne
108 ; CALL LBL 2
109 ; FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 7 ; dutina - konec cyklu
110 ;
111 LBL 8 ; zaverecna spona
112 FN 9: IF +Q6 EQU +2 GOTO LBL 30 ; tecnou sponu dela dalsi usek
113 Q91 = Q95 ; POSLEDNI UHEL
114 CALL LBL 2
115 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 30 ; konec
116 ;
117 ; ----- H L A S E N I -----
118 LBL 31
119 STOP M0
120 ; Radius spicek frezy je vetsi nez obrabeny vydutý radius
121 STOP M30
122 LBL 32
123 STOP M0
124 ; Radius spicek frezy je tak velky, ze ani prvnioho bodu ukosu neni
    mozno se tecne dotknout aniz by bylo podriznuto na dne
125 STOP M30
126 LBL 33
127 STOP M0
128 ; Odklon tecny smi byt jen v rozsahu -90 az +90 stupnu
129 STOP M30
130 LBL 34
131 STOP M0
132 ; Prisuv nesmi byt nulovy
133 STOP M30
134 LBL 35
135 STOP M0
136 ; Vypukly radius musi mit pocatecni uhel vetsi nez koncovy
137 STOP M30
138 LBL 36
139 STOP M0
140 ; Vyduty radius musi mit pocatecni uhel mensi nez koncovy
141 STOP M30
142 ;
143 ; ----- K O N E C -----
144 LBL 30 ; konec
145 Z+Q7 F MAX
146 ; zadat posledni bod dotyku a uvest do poradku korekce
147 Q10 = Q90
148 Q1 = Q98 - Q96 * TAN Q92
149 Q2 = Q97 + Q96
150 Q3 = Q92 ; obnovit uhel
151 Q15 = Q88 ; OBNOVIT PENDL
152 M1
153 END PGM UKOS MM
```

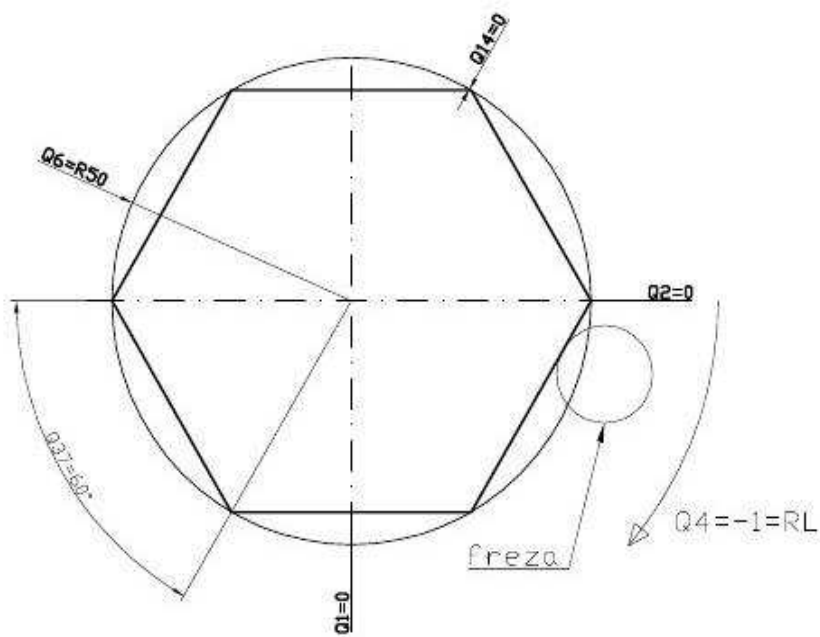
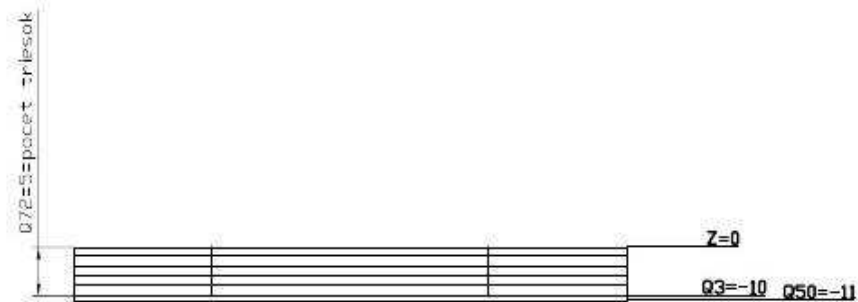
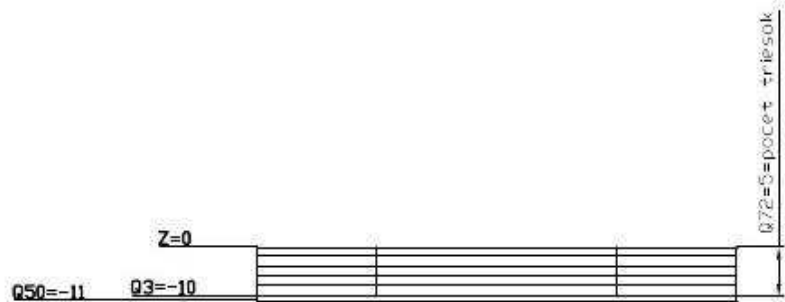


## **PŘÍLOHA č. 11**

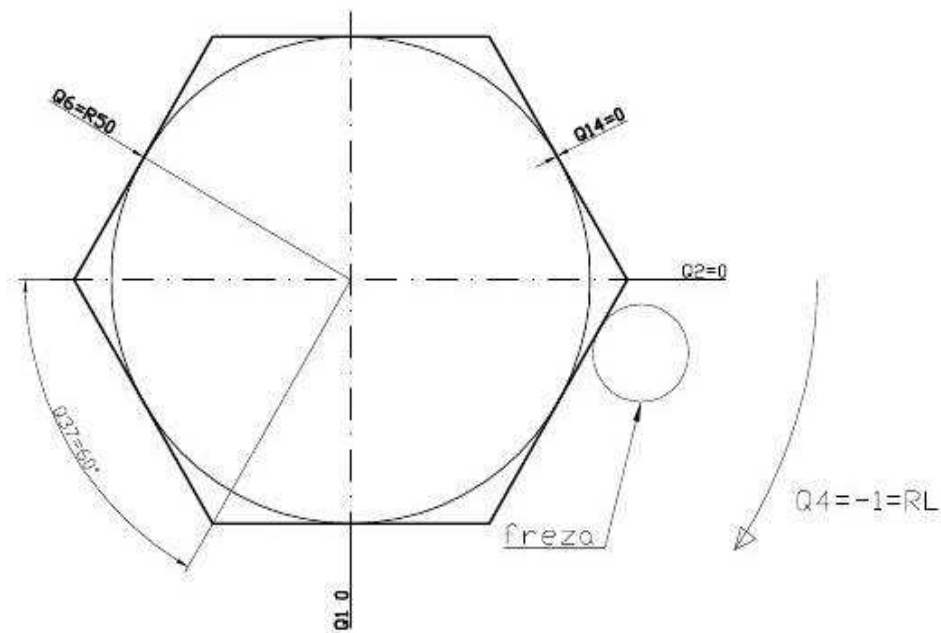
**Výkresová dokumentace a NC program pro n-úhelník**

**Jaroslav Černáček**

**HEIDENHAIN, s.r.o**



Q65=1=vonkajsi radius  
Q5=6=pocet stran



Q65=2=vnutorny radius  
Q5=6=pocet stran

```

0 BEGIN PGM N-uholnik MM
1 * - Vytvorene 24.03.2011
2 FN 0: Q1 =+0 ; X-stred n-uholnika
3 FN 0: Q2 =+0 ; Y-stred n-uholnika
4 FN 0: Q3 =-10 ; hlbka n-uholnika
5 FN 0: Q72 =+5 ; pocet triesok v Z-e
6 FN 0: Q4 =-1 ; smer obrabania RL
7 FN 0: Q5 =+6 ; pocet stran
8 FN 0: Q6 =+50 ; radius
9 FN 0: Q65 =+1 ; 1 - vonkajsi radius
; 2 - vnutorny radius
10 FN 0: Q71 =+0 ; rotacia n-uholnika
11 FN 0: Q10 =+20 ; 2.bezpec. vzdial.
12 FN 0: Q11 =+2 ; bezpec. Vzdistal.
13 FN 0: Q12 =+1000 ; posuv frezovania
14 FN 0: Q13 =+2000 ; posuv nabehu a
vybehu v Z-e
15 FN 0: Q70 =+500 ; posuv zahlbovania
16 FN 0: Q14 =+0 ; pridakov na strany
17 FN 0: Q15 =+1 ; zadanie korekcie ;
(O=RO,1=RL,2=RR)
18 Q69 = Q6 ; max. polomer n-uholnika
19 FN 9: IF +Q65 EQU +1 GOTO LBL 20
20 FN 9: IF +Q65 EQU +2 GOTO LBL 21
21 LBL 21 ; vnutorny radius n-uholnika
22 Q67 = ( 360 / Q5 ) / 2
23 Q69 = Q6 / COS Q67 ; max. polomer
n-uholnika
24 LBL 20 ; vonkajsi radius n-uholnika
25 Q50 = Q3 - 1
26 BLK FORM 0.1 Z X-Q69 Y-Q69 Z+Q50
27 BLK FORM 0.2 X+Q69 Y+Q69 Z+0
28 * - fr-Dxxx
29 TOOL CALL 10 Z S4000
30 M13
31 LBL 22
32 Q73 = Q3 / Q72 ; hlbka 1 triesky
33 Q74 = Q74 + Q73
34 CYCL DEF 10.0 OTACENI
35 CYCL DEF 10.1 ROT+Q71
36 FN 0: Q7 =+0 ; startovaci uhol
37 LBL 1
38 CC X+Q1 Y+Q2 ; stred n-uholnika
39 FN 0: Q27 =+0 ; aktualizacia
startovacieho uhlu
40 FN 0: Q35 =+1 ; pripocet hrany
41 FN 1: Q26 =+Q69 + +Q14 ; pridakov
42 FN 4: Q28 =+Q108 DIV +2 ; velkost
nabehoveho radiusu
43 FN 3: Q29 =+Q108 * +2 ; aktualny
priemer frezy
44 FN 1: Q29 =+Q26 + +Q29 ; nabeh s
pridakami
45 FN 4: Q37 =+360 DIV +Q5 ; pocet
stran
46 FN 3: Q37 =+Q37 * +Q4 ; smer obrab.
; - = v smere hod. ruciciek
47 LP PR+Q29 PA+Q7 R0 FMAX ;
frezovanie s R0
48 L Z+Q10 FMAX ; priblizenie na 2.
bez. vzdialenost
49 L Z+Q11 FQ13 ; priblizenie na bez.
vzdialenost
50 L Z+Q74 FQ70 ; zahlbenie do hlbky Z
51 FN 9: IF +Q15 EQU +1 GOTO LBL 11 ;
skok na frezovanie s RL
52 FN 9: IF +Q15 EQU +2 GOTO LBL 12 ;
skok na frezovanie s RR
53 LP PR+Q26 PA+Q7 R0 FQ12
54 RND RQ28
55 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 2 ;
56 LBL 11 ; frezovanie s RL
57 LP PR+Q26 PA+Q7 RL FQ12
58 RND RQ28
59 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 2
60 LBL 12 ; frezovanie s RR
61 LP PR+Q26 PA+Q7 RR FQ12
62 RND RQ28
63 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 2
64 LBL 2
65 FN 1: Q35 =+Q35 + +1 ; pripocet
strany
66 FN 1: Q27 =+Q27 + +Q37
67 * - vypocet uhlovych hodnot
68 FN 6: Q22 = SIN +Q27
69 FN 3: Q22 =+Q22 * +Q26
70 FN 1: Q22 =+Q22 + +Q2
71 FN 7: Q21 = COS +Q27
72 FN 3: Q21 =+Q21 * +Q26
73 FN 1: Q21 =+Q21 + +Q1
74 L X+Q21 Y+Q22 FQ12
75 FN 12: IF +Q35 LT +Q5 GOTO LBL 2
76 LP PR+Q26 PA+Q7
77 RND RQ28
78 LP PR+Q29 PA+Q7 R0
79 FN 12: IF +Q3 LT +Q74 GOTO LBL 22
80 L Z+Q10 R0 FMAX
81 LBL 0
82 L Z+100 R0 FMAX
83 CYCL DEF 10.0 OTACENI
84 CYCL DEF 10.1 ROT+0
85 M2
86 END PGM N-uholnik MM

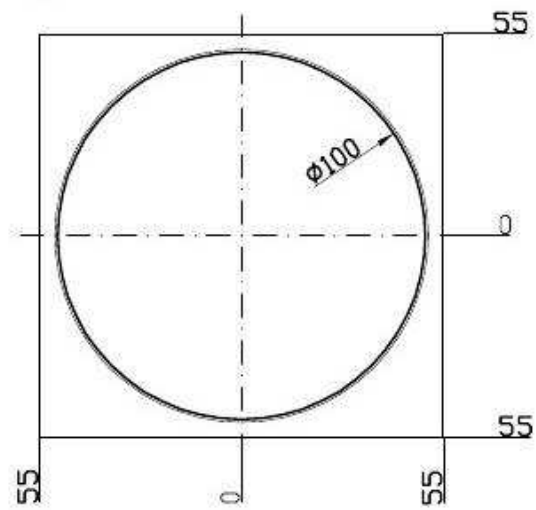
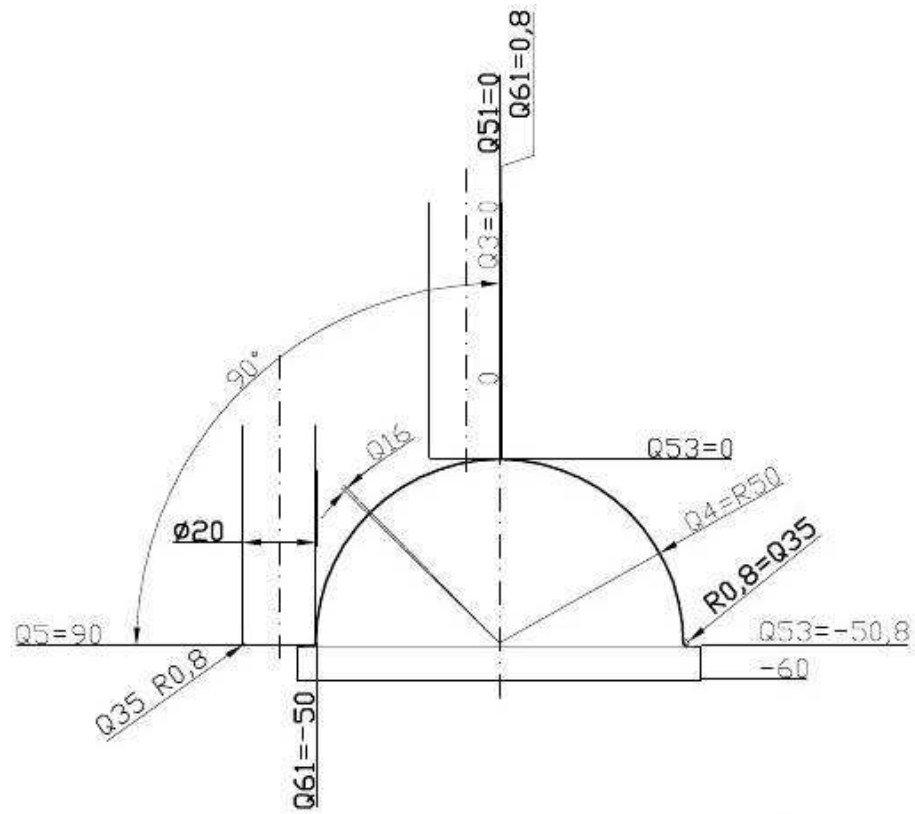
```

## **PŘÍLOHA č. 12**

**Výkresová dokumentace a NC program pro polokouli**

**Jaroslav Černáček**

**HEIDENHAIN, s.r.o**



R50 polgula

```

0 BEGIN PGM R50 polgula MM
1 * - vytvorene 23.07.2011
2 * - moznost pouzitia roznych frez
   rohova , radiusova , gulova
3 BLK FORM 0.1 Z X-55 Y-55 Z-60
4 BLK FORM 0.2 X+55 Y+55 Z+1
5 * - hrubovanie na R51
6 * - fr D50R0.8
7 TOOL CALL 25 Z S5000 F2500
8 M13
9 Q35 = 0.8 ; R2 frezy
10 Q51 = 0 ; 1. bod v X-e ;OS radiusu
11 FN 0: Q3 =+0 ; pociatocny uhol v
   Z-e ; OS vretena
12 FN 0: Q4 =+50 ; obrabany radius
13 FN 0: Q5 =+90 ; koncovy uhol
   radiusu
14 FN 0: Q6 =+30 ; pocet triesok
15 Q16 = Q5 / Q6 ; uber v Z-e v
   stupnoch
16 Q52 = 1 ; pridak na radius
17 Q7 = Q4 + Q52 ; obrabany radius s
   pridakom
18 L X-90 Y+0 R0 FMAX
19 LBL 1
20 Q55 = Q7 * SIN Q3 - Q35 + ( Q35 *
   SIN Q3 ) ; pridak na stranu
21 Q50 = Q7 * COS Q3 - Q7 - ( Q35 -
   ( Q35 * COS Q3 ) ) ; hl. frez.
22 Q53 = Q50 + Q52 ; hl triesky v Z-e
23 Q61 = Q51 - Q55 ; vypoc. bod v X-e
24 L Z+Q53 R0 FMAX
25 APPR LCT X+Q61 Y+0 R2 RL F AUTO
26 CC X+0 Y+0
27 C X+Q61 DR-
28 DEP LCT X-90 Y+0 R2
29 FN 1: Q3 =+Q3 + +Q16 ;pripocitanie
   kroku uhlu
30 CALL LBL 1 REPO6
31 LBL 0
32 L Z+50 R0 FMAX M9
33 * - dokoncenie na R50
34 * - fr-D20R0.8
35 TOOL CALL 10 Z S9000 F2500
36 M13
37 Q35 = 0.8 ; R2 frezy
38 Q51 = 0 ; 1. bod v X-e ;OS radiusu
39 FN 0: Q3 =+0 ; pociatocny uhol v
   Z-e ; OS vretena
40 FN 0: Q4 =+50 ; obrabany radius
41 FN 0: Q5 =+90 ; koncovy uhol
   radiusu
42 FN 0: Q6 =+90 ; pocet triesok
43 Q16 = Q5 / Q6 ; uber v Z-e v
   stupnoch ; lepsi povrch
44 Q52 = 0 ; pridak na radius
45 L X-70 Y+0 R0 FMAX
46 LBL 2
47 Q55 = Q4 * SIN Q3 - Q35 + ( Q35 *
   SIN Q3 ) ; pridak na stranu
48 Q50 = Q4 * COS Q3 - Q4 - ( Q35 - (
   Q35 * COS Q3 ) ) ; hl. frez.
49 Q53 = Q50 + Q52 ; hl triesky v Z-e
50 Q61 = Q51 - Q55 ; vypoc. bod v X-e
51 L Z+Q53 R0 FMAX
52 APPR LCT X+Q61 Y+0 R2 RL F AUTO
53 CC X+0 Y+0
54 C X+Q61 DR-
55 DEP LCT X-70 Y+0 R2
56 FN 1: Q3 =+Q3 + +Q16 ;pripocitanie
   kroku uhlu
57 CALL LBL 2 REPO6
58 LBL 0
59 L Z+50 R0 FMAX M9
60 M2
61 END PGM R50 polgula MM

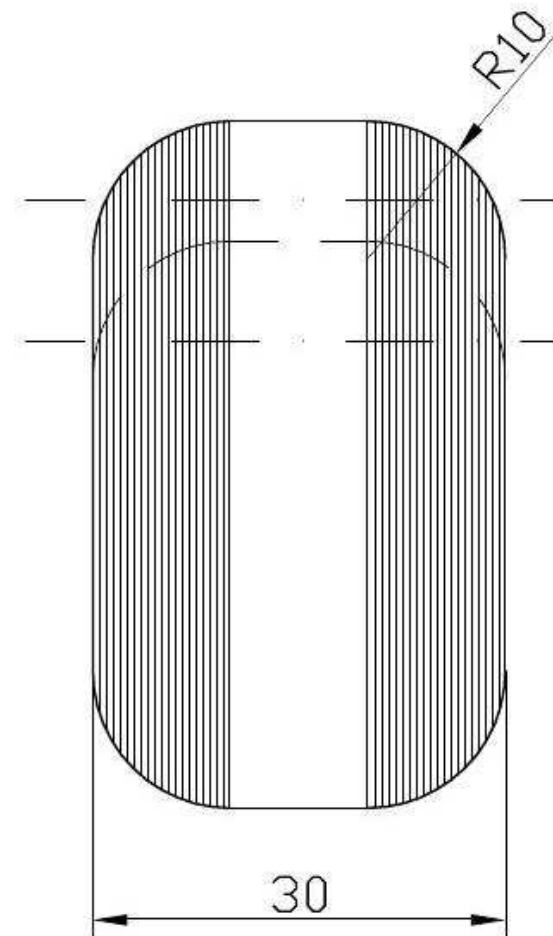
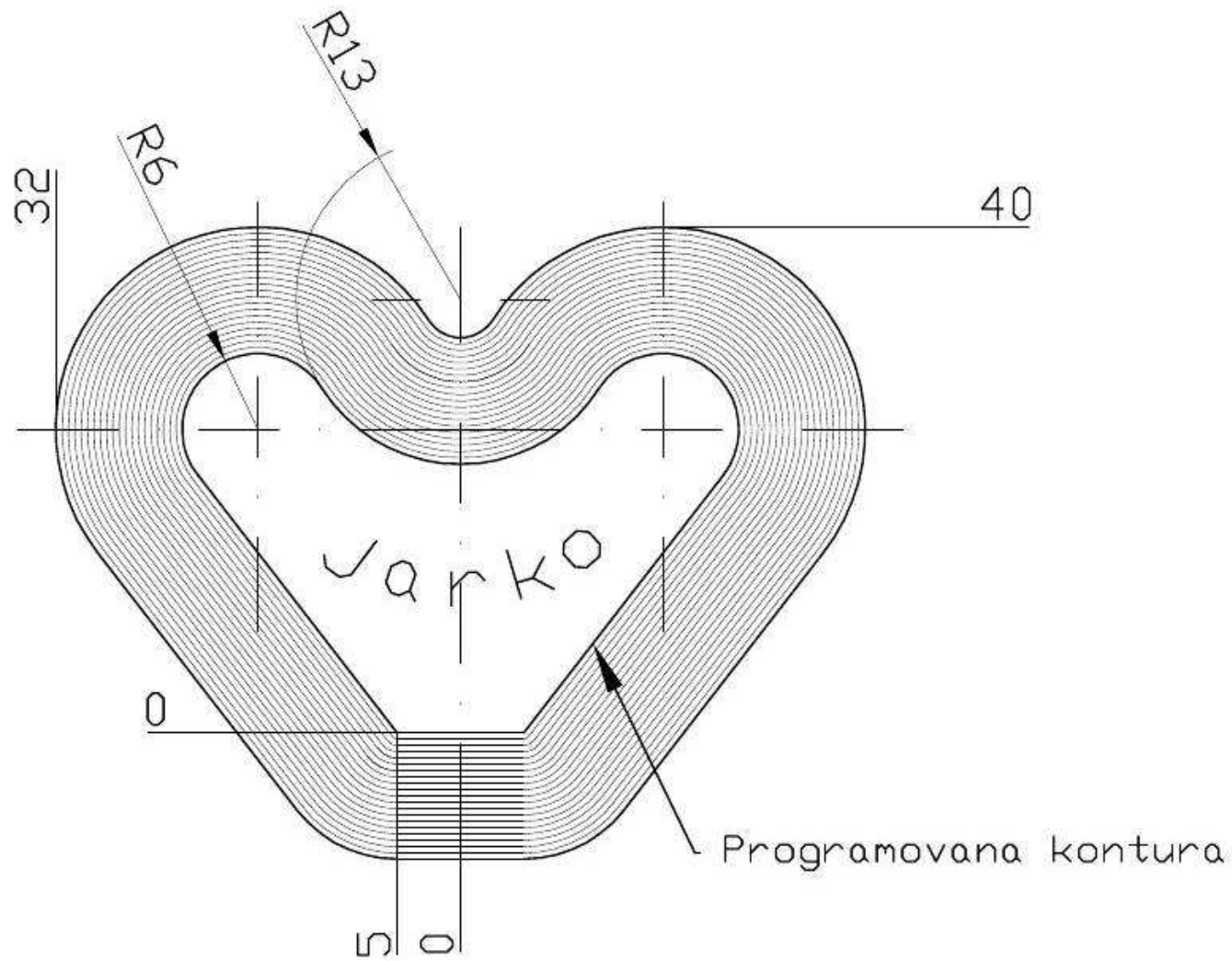
```

## **PŘÍLOHA č. 13**

**Výkresová dokumentace a NC program pro srdce**

**Jaroslav Černáček**

**HEIDENHAIN, s.r.o**



Srdce 3I



```

0 BEGIN PGM Srdce 3D MM                                prisuvu na radiuse Q21
1 BLK FORM 0.1 Z X-33 Y-15 Z-30                        29 FN 0: Q28 =+Q22 ; dalsia hlbka
2 BLK FORM 0.2 X+33 Y+45 Z+0                          prisuvu na radiuse Q21
3 * - fr-12 ; hrub. vnejsi kontury                    30 LBL 3 ; podprogram riadkovania
4 TOOL CALL 23 Z S9000 F1500 DR+0.2                  radiusu Q21
5 M13                                                  31 Q24 = SQ Q21
6 FN 0: Q21 =+10 ; radius na konture                  32 Q25 = SQ ( Q21 - Q22 )
7 FN 0: Q22 =+2 ;hl prisuvu na hrubo                  33 Q26 = Q24 - Q25
8 FN 0: Q23 =+Q21 ; pridakok pre                      34 Q23 = SQRT Q26
   vonkajsiu konturu = radius Q21                    35 CYCL DEF 14.0 OBRYS
9 CYCL DEF 14.0 OBRYS                                  36 CYCL DEF 14.1 LBL OBRYSU1
10 CYCL DEF 14.1 LBL OBRYSU1 /2                       37 CYCL DEF 20 DATA OBRYSU ~
11 CYCL DEF 20 DATA OBRYSU ~                          Q1=-Q22 ;HLOUBKA FREZOVANI ~
   Q1=-18 ;HLOUBKA FREZOVANI ~                        Q2=+1 ;PREKRYTI DRAHY NAST. ~
   Q2=+1 ;PREKRYTI DRAHY NAST. ~                      Q3=+Q23 ;PRIDAVEK PRO STRANU ~
   Q3=+Q23 ;PRIDAVEK PRO STRANU ~                    Q4=+0 ;PRIDAVEK PRO DNO ~
   Q4=+0 ;PRIDAVEK PRO DNO ~                          Q5=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~
   Q5=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~                        Q6=+2 ;BEZPECNOSTNI VZDAL. ~
   Q6=+2 ;BEZPECNOSTNI VZDAL. ~                      Q7=+10 ;BEZPECNA VYSKA ~
   Q7=+10 ;BEZPECNA VYSKA ~                          Q8=+0 ;RADIUS ZAOLENI ~
   Q8=+0 ;RADIUS ZAOLENI ~                            Q9=+1 ;SMYSL OTACENI
   Q9=+1 ;SMYSL OTACENI                                38 CYCL DEF 24 DOKONCOVANI STEN ~
12 CYCL DEF 22 VYHRUBOVANI ~                          Q9=+1 ;SMYSL OTACENI ~
   Q10=-Q22 ;HLOUBKA PRISUVU ~                        Q10=+Q22 ;HLOUBKA PRISUVU ~
   Q11= AUTO ;POSUV NA HLOUBKU ~                      Q11= AUTO ;POSUV NA HLOUBKU ~
   Q12= AUTO ;POSUV PRO FREZOVANI ~                   Q12= AUTO ;POSUV PRO FREZOVANI ~
   Q18=+0 ;PREDHRUBOVACI NASTR. ~                    Q14=+Q23 ;PRIDAVEK PRO STRANU
   Q19= AUTO ;POSUV PENDLOVANI ~                      39 M99
   Q208= MAX ;POSUV NAVRATU ~                         40 FN 1: Q22 =+Q22 + +Q28
   Q401=+100 ;FAKTOR POSUVU                           41 FN 12: IF +Q22 LT +Q21 GOTO LBL 3
13 M99                                                 42 FN 9: IF +Q22 EQU +Q21 GOTO LBL 3
14 L Z+100 R0 FMAX M9                                  43 LBL 0
15 * - fr-6 ; vnejsi kontura na cisto                 44 L Z+100 R0 FMAX M9
16 TOOL CALL 12 Z S9000 F1500                         45 * - fr-3R1.5 ; gravirovanie mena
17 M13                                                  46 TOOL CALL 54 Z S9000 F500
18 CYCL DEF 14.0 OBRYS                                  47 M13
19 CYCL DEF 14.1 LBL OBRYSU1                          48 CALL PGM G_meno
20 CYCL DEF 20 DATA OBRYSU ~                          49 L Z+100 R0 FMAX M9
   Q1=-18 ;HLOUBKA FREZOVANI ~                        50 L X+0 Y+0 R0 FMAX
   Q2=+1 ;PREKRYTI DRAHY NAST. ~                    51 M2
   Q3=+Q23 ;PRIDAVEK PRO STRANU ~                    52 * - koniec
   Q4=+0 ;PRIDAVEK PRO DNO ~                          53 LBL 1 ; srdce [ mala kontura ]
   Q5=+0 ;SOURADNICE POVRCHU ~                       54 L X+0 Y+0 RL
   Q6=+2 ;BEZPECNOSTNI VZDAL. ~                      55 FL X-5 AN+180
   Q7=+10 ;BEZPECNA VYSKA ~                          56 FL
   Q8=+0 ;RADIUS ZAOLENI ~                            57 FCT DR- R6 CCX-16 CCY+24
   Q9=+1 ;SMYSL OTACENI                                58 FCT DR+ R13 CCX+0
21 CYCL DEF 24 DOKONCOVANI STEN ~                      59 FSELECT1
   Q9=+1 ;SMYSL OTACENI ~                            60 FC DR- R6 CCX+16 CCY+24
   Q10=-3 ;HLOUBKA PRISUVU ~                          61 FLT X+5 Y+0
   Q11= AUTO ;POSUV NA HLOUBKU ~                      62 FL X+0 AN+180
   Q12= AUTO ;POSUV PRO FREZOVANI ~                   63 LBL 0
   Q14=+Q23 ;PRIDAVEK PRO STRANU                     64 LBL 2 ; obvodova kontura
22 M99                                                 65 L X-55 Y-33 RL
23 L Z+100 R0 FMAX M9                                  66 L X+55
24 * - fr-5 ; riadkovanie radiusu Q21                 67 L Y+65
25 TOOL CALL 10 Z S9000 F1500                         68 L X-55
26 M13                                                  69 L Y-33
27 L X+0 Y-15 R0 FMAX                                  70 LBL 0
28 FN 0: Q22 =+0.2 ; prva hlbka                       71 END PGM Srdce 3D MM

```