

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

**CHYBA! NENAŠIEL SA ŽIADEN ZDROJ
ODKAZOV. TECHNICKÁ FAKULTA**

2116845

**UPLATNENIE CNC STROJOV PRI VÝROBE
KOMONENTOV PRE ZÁVLAHOVÚ TECHNIKU**

2010

Tomáš Lorenc, Bc.

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

**CHYBA! NENAŠIEL SA ŽIADEN ZDROJ
ODKAZOV. TECHNICKÁ FAKULTA**

**UPLATNENIE CNC STROJOV PRI VÝROBE
KOMPONENTOV PRE ZÁVLAHOVÚ TECHNIKU**

(Diplomová práca)

Študijný program:	Poľnohospodárska technika
Študijný odbor:	5.2.46 Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko:	Katedra strojov a výrobných systémov
Školiteľ:	Doc. Ing. Ján Simoník, PhD.
Konzultant: (nepovinný)	

2010

Bc. Tomáš Lorenc

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Tomáš Lorenc vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Uplatnenie CNC strojov pri výrobe komponentov pre závlahovú techniku“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 15. marca 2010

Tomáš Lorenc

Pod'akovanie

Touto cestou vyslovujem pod'akovanie môjmu vedúcemu bakalárskej práce doc. Ing. Jánovi Simoníkovi, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej diplomovej práce.

Abstrakt

V predkladanej diplomovej práci sa zaoberalo problematikou „Uplatnenie CNC strojov pri výrobe komponentov pre závlahovú techniku“. V prvej kapitole sa charakterizovali závlahy ich rozdelenie, spôsoby a druhy závlahy. Spomenuli sa dve firmy, ktoré sa zaoberajú výrobou pásových zavlažovačov, ďalekoprádových postrekovačov a konzol k týmto typom strojov. Popísali sa aj základné informácie o CNC strojoch, o rôznych spôsoboch programovania, programovacie jazyky a riadiaci systém Heidenhain. Hlavným cieľom diplomovej práce bola aplikácia CNC stroja na výrobu jedného vybraného komponenta – dielec. Vstupným materiál do CNC stroja bol polotovar. Po navrhnutí rozmerov dielca sa vytvoril program, ktorý tvorí vstup pre CNC stroj - Vertikálna frézovačka FV 25 CNC A. Ako výstup bol návrh súčiastky zobrazený v 3-D pohľade, v spojení s postrekovačom a dokonca aj v spojení so zavlažovačom. Výsledky je možné použiť ako podklady pre návrh ostatných komponentov.

Kľúčové slová: CNC stroj, Heidenhain, závlaha

Abstract

In a submitted diploma work resolve problems "application CNC machine near production component for irrigation technology". In a first chapter handle to define a irrigation and their division, manners and genera irrigation. Remember one self two businesses, that are one self dealt production belt sprinkler, sprayer and console to herewith type machine. Inscription oneself too ground information about CNC machine, about various way programming, programming languages and direction Heidenhain. Main aim registered jobs was she application CNC to dress on production one's selection composition - part. Input material in CNC to dress was semi-finished product. Results is possible use how design fundamental of others component.

Key words: CNC machine, Heidenhain, irrigation

OBSAH

ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK	8
ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK.....	9
ÚVOD	10
1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY.....	12
1.1 ZÁVLAHY V POĽNOHOSPODÁRSTVE.....	12
1.1.1 <i>Produkčné a mimoprodukčné funkcie závlah.....</i>	<i>12</i>
1.1.2 <i>Význam a súčasný stav závlah</i>	<i>13</i>
1.1.3 <i>Účinky závlah.....</i>	<i>14</i>
1.1.4 <i>Druhy závlah.....</i>	<i>14</i>
1.1.5 <i>Spôsoby závlah.....</i>	<i>15</i>
1.1.6 <i>Závlahový režim plodín.....</i>	<i>18</i>
1.1.7 <i>Účinky závlah.....</i>	<i>19</i>
1.1.8 <i>Druhy závlah.....</i>	<i>19</i>
1.2 PÁSOVÉ ZAVLAŽOVAČE.....	20
1.2.1 <i>Firma Bauer.....</i>	<i>20</i>
1.2.2 <i>Firma Irtec.....</i>	<i>23</i>
2 CIEĽ PRÁCE	26
3 METODIKA PRÁCE	27
3.1 POPIS A ROZPRACOVANIE RIADIACICH SYSTÉMOV CNC STROJOV	27
3.2 ROZPRACOVANIE FUNKCIE ZVOLENÉHO RIADIACEHO SYSTÉMU	27
3.3 NÁVRH VYPRACOVANIA PROGRAMU SÚČIASTKY V ZVOLENOM RIADIACOM SYSTÉME	27
4 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA.....	28
4.1 CNC STROJE, ICH VÝZNAM A VYUŽITIE	28
4.1.1 <i>Definícia CNC strojov.....</i>	<i>28</i>
4.1.2 <i>Základné etapy v historickom vývoji NC a CNC techniky.....</i>	<i>28</i>
4.1.3 <i>Spôsoby vytvorenia NC programu</i>	<i>29</i>
4.1.4 <i>Dialógový software v CNC stroji.....</i>	<i>30</i>
4.1.5 <i>Príklady programovacích systémov.....</i>	<i>31</i>
4.1.5.1 <i>Heidenhain.....</i>	<i>31</i>
4.1.5.2 <i>Fanuc</i>	<i>32</i>
4.1.5.3 <i>Sinumerik.....</i>	<i>33</i>
4.2 RIADIACI SYSTÉM HEIDENHEIN	33
4.2.1 <i>HEIDENHAIN iTNC530.....</i>	<i>33</i>
4.2.1.1 <i>Funkcie riadiaceho systému Heidenhain pre obrábanie</i>	<i>34</i>
4.2.1.2 <i>Súradnicový systém</i>	<i>34</i>
4.2.1.3 <i>Súradnicový systém u frézovačiek.....</i>	<i>34</i>
4.2.1.4 <i>Súradnice polohy obrobku</i>	<i>35</i>
4.2.1.5 <i>Prírastkové súradnice polohy obrobku</i>	<i>35</i>
4.2.1.6 <i>Polárne súradnice.....</i>	<i>36</i>
4.2.1.7 <i>Stred kruhu a pól: CC</i>	<i>36</i>
4.2.2 <i>Korekcia nástroja.....</i>	<i>37</i>
4.2.2.1 <i>Korekcia rádiusu nástroja.....</i>	<i>37</i>
4.2.2.2 <i>Prevádzkové režimy.....</i>	<i>38</i>
4.2.3 <i>Popis CNC stroja zvoleného na výrobu danej súčiastky.....</i>	<i>41</i>
4.2.3.1 <i>Vertikálna frézovačka FV 25 CNC A</i>	<i>41</i>
4.3 METODICKÝ POSTUP VÝROBY DIELCA NA CNC STROJI SO SYSTÉMOM HEIDENHAIN	44
4.3.1.1 <i>Výber vhodného dielca z postrekovača pre výrobu na CNC stroji.....</i>	<i>45</i>
4.3.1.2 <i>Program pre výrobu kolena v riadiacom systéme Heidenhain</i>	<i>46</i>
4.3.1.3 <i>Postup pri výrobe dielca.....</i>	<i>48</i>
4 TOOL CALL 1 Z S2400.....	49
5 NÁVRH NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV.....	53
6 ZÁVER.....	54
7 LITERATÚRA.....	55

ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK

Obr. 1 Spôsoby závlah v poľnohospodárstve (Baker, Simoník, 1989)	16
Obr. 2 Rainstar (Rainstar, 2010).....	21
Obr. 3 Bauer SR 101- rozpätie dýz 12 – 24 mm (Bauer1, 2010)	22
Obr. 4 Bauer SR 140- rozpätie dýz 16 - 30 mm (Bauer1, 2010).....	22
Obr. 5 Bauer SR 160, dýzy 20- 35 mm (Bauer1, 2010) Obr. 6 Bauer SR 202, dýzy 20- 40 mm (Bauer1, 2010).....	22
Obr. 7 Dýzový vozík (Bauer3, 2010)	23
Obr. 8 Zavlažovač Irtec (Irtec2, 2010)	24
Obr. 9 Tubína zavlažovača Irtec (Irtec1, 2010)	24
Obr. 10 Konzola Irtec (Irtec4, 2006)	25
Obr. 11 Postrekovač firmy Irtec (Irtec4, 2010)	25
Obr. 12 Aplikácia systému Heidenhain na frézovacom stroji HERMLE.....	31
Obr. 13 Aplikácia systému FANUC na sústruhu HAAS.....	32
Obr. 14 Aplikácia systému Sinumerik na obrábacom centre TOS	33
Obr. 15 Súradnicový systém u frézky.....	34
Obr. 16 Absolútne súradnice polohy obrobku	35
Obr. 17 Prírastkové súradnice.....	35
Obr. 18 Polárne súradnice.....	36
Obr. 19 Stred kruhu a pól.....	37
Obr. 20 Dráhové pohyby bez korekcie rádiusa R0.....	37
Obr. 21 Vítanie s R0	38
Obr. 22 Dráhové pohyby s korekciou rádiusa RR a RL	38
Obr. 23 Program zadať/editovať	39
Obr. 24 Práca s programom	40
Obr. 25 Frézovačka FV 25 CNC A.....	42
Obr. 26 Ovládací panel	43
Obr. 27 Prehľad funkčných kláves riadiacej konzoly.....	44
Obr. 28 Postrekovač na pásový zavlažovač.....	46
Obr. 29 Vhodný dielec.....	46
Obr. 30 Postup výroby dielca na postrekovač	50
Obr. 31 Navrhnutý dielec.....	51
Obr. 32 Navrhnutý postrekovač.....	51
Obr. 33 Pohľad na celý zavlažovač s postrekovačom	52
Obr. 34 Ďalekoprúdový postrekovač – Irtec, pohľad 1	57
Obr. 35 Ďalekoprúdový postrekovač – Irtec, pohľad 2	57
Obr. 36 Ďalekoprúdový postrekovač – Irtec, pohľad 3	58
Obr. 37 Ďalekoprúdový postrekovač – Irtec, pohľad 4	58
Obr. 38 Ďalekoprúdový postrekovač – Irtec, pohľad 5	59
Obr. 39 Ďalekoprúdový postrekovač – Irtec, pohľad 6	59
Tabuľka 1 Vybrané funkčné klávesy	41
Tabuľka 2 Technické parametre frézovačky FV 25 CNC A	42

ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK

ATP	Automatical Programmed Tool	
cc	circle centre	
CAD	computer aided design	
CAM	computer aided manufacturing	
CNC	computer numeric control	
h	hrúbka	mm
iTNC	riadiaci systém Heidenhain	
NC	numeric control	
PKV	poľná vodná kapacita,	%-obj.
PC	personal computer	
š	šírka	mm
v	výška	mm

ÚVOD

Súčasný stav vo výrobe produktov pre poľnohospodárstvo je v poslednom období poznačený prílevom zahraničných investícií, ktoré sú zamerané predovšetkým na flexibilnú výrobu strojov, súčastí strojov a náhradných dielov. Praktický vývoj a modernizácia strojného vybavenia vo výrobných podnikoch zameraných na výrobu zavlažovacej techniky neraz zaznamenáva deficit. Aplikáciou nových vysokorýchlostných strojných vybavení riadených počítačmi je prínosnou súčasťou predovšetkým v kvalite a kvantite vyrábaných súčiastok.

Jediným predpokladom existencie a ďalšieho rozvoja závlah v súčasných podmienkach slovenského poľnohospodárstva je zabezpečenie stabilných výnosov, vysokej kvality produkcie, vylúčenie devastácie pôdy (tvorba kaluží a povrchového odtoku, deštrukcia pôdných agregátov a pod.) a ekonomická efektívnosť ich prevádzky. Pretože prevádzkové náklady neustále stúpajú, v snahe dosiahnuť aplikáciou závlah maximálny efekt, je potrebné vytvoriť podmienky pre elimináciu vplyvu technologických a prevádzkových nedostatkov.

V prognózach sa uvádza, že postupne od roku 2000 bude 1/6 obyvateľstva zeme gule zápašit' s nedostatkom, resp. nevyhovujúcou kvalitou vody. Ak zohľadníme predpokladaný prírastok obyvateľov a potrebu vyriešenia ich výživy, vrátane odstránenia hladu a prognózované klimatické zmeny, tak v celosvetovom meradle je pre zabezpečenie výživy obyvateľstva Uvedeným globálnym pohľadom sme chceli poukázať na závažnosť problematiky závlah, ktorá sa vzťahuje aj na Slovenskú republiku.

Samozrejme potreba a aj účinok závlah sa menia a sú rôzne v závislosti od klimatických, topografických, pôdných a ďalších podmienok. uplatniteľná ako prioritná cesta -úprava vodného a životného režimu pôd.

Aplikáciou CNC strojov v poľnohospodárskom sektore sa uvažuje zvýšenie produktivity vo výrobe predovšetkým náhradných súčiastok, ktoré sú nevyhnutné nielen pri renováciách prostriedkov na zavlažovanie. Predovšetkým sú dôležité pri výrobe nových komponentov pre nové zavlažovacie zariadenia. Z prieskumu, ktorý sme uskutočnili vo vybraných podnikoch na výrobu závlahovej techniky sme dospeli k záveru, že sa tu tieto technológie veľmi zriedka vyskytujú. Dôsledkom tohto faktoru je neustále znížená kvalita vyrábaných súčiastok, nakoľko strojné vybavenie týchto výrobných podnikov je zastarané s veľkým počtom odpracovaných hodín. Niektoré

z týchto strojov sú ďaleko za dobou predpísanej životnosti. V súkromných firmách dodávajúcich náhradné diely do zavlažovacích strojov neraz pokrívajú kvalita dodávaných dielov.

1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

1.1 Závlahy v poľnohospodárstve

1.1.1 Produkčné a mimoprodukčné funkcie závlah

Na Slovensku, ktoré má obmedzené nerastné zdroje, najväčším bohatstvom je voda a pôda. Vidiecke osídlenie tvorí viac ako 43 % jeho obyvateľov, ktorí sú veľkou mierou existenčne závislí na hospodárskom využívaní potenciálu poľnohospodársky využívannej krajiny.

Rozhodujúcu úlohu v interakčných procesoch v rámci vertikálnych a horizontálnych štruktúr poľnohospodárskej krajiny zohráva voda. V zmysle „princípu migrujúcich komponentov“, význam prvku v krajine a jeho vplyv na procesy ostatných prvkov je daný nie jeho množstvom, ale jeho migračnou a akumulácnou aktivitou. Z interpretácie uvedeného princípu z aspektu progresívneho, geochemického a biologického vývoja krajinného priestoru je zrejmé, že týmto prvkom je voda, ktorá v najväčšej miere vstupuje do hydrologického a biologického obehu a v najväčšej miere z neho aj vystupuje (Baker, Simoník, 1989).

Obsah vody v zóne aerácie pôdy musí zabezpečiť fotosyntetickú aktivitu a metabolické premeny v rastline tak, aby sa vytvorili podmienky pre akumuláciu organickej hmoty a podmienky pre maximálnu úroveň bioenergetického potenciálu.

Závlahová sústava vystupuje ako integračná zložka regulačnej sústavy hydrologického cyklu v povodí. Jej primárna funkcia je rozptýliť vodu na plochu pozemkov a vytvoriť podmienky pre akumuláciu organickej hmoty.

Celkový efekt závlahovej sústavy je determinovaný jej schopnosťou vytvoriť podmienky pre plné využitie slnečného žiarenia pri danej bonitnej pôdnoekologickej jednotke. Ekonomicko-produkčný efekt závlahovej sústavy je určený tým, ako sa závlahová sústava podieľa na akumulácii organickej hmoty (Baker, Simoník, 1989).

Základné funkcie závlahových systémov v krajine sú relevantné k zásadám koncepcie trvalo udržateľného rozvoja (Baker, Simoník, 1989):

- funkcia krajnotvorná,
- funkcia hydrologická,
- funkcia spoločenská - hospodárska,

- funkcia produkčno - biologická.

1.1.2 Význam a súčasný stav závlah

Pod závlahou v poľnohospodárstve rozumieme melioračné opatrenie, ktorým sa uskutočňuje navlaženie pôdy, porastu, alebo prízemnej vrstvy vzduchu, aby sa dosiahla optimalizácia produkčného systému pri získaní vysokých a stálych hektárových úrod v rastlinnej výrobe.

Rozvoj vyspelej spoločností je podmienený zvyšovaním starostlivostí o tri existenčné zložky životného prostredia a producenta potravín a to: vodu, pôdu a ovzdušie. Voda sa zaraďuje medzi najdôležitejšiu zložku existencie života na zemi. Snaha o jej využívanie v poľnohospodárstve má veľmi starú históriu, o čom svedčí budovanie nádrží v Egypte, kanálov a celých závlahových sústav v Číne, Indii, Pakistane. Tieto podmienili civilizačný a kultúrny rast národov a mnohé slúžia dodnes (Baker, Simoník, 1989).

V prognózach sa uvádza, že postupne od roku 2000 bude 1/6 obyvateľstva zemegule zápasit' s nedostatkom, resp. nevyhovujúcou kvalitou vody. Ak zohľadníme predpokladaný prírastok obyvateľov a potrebu vyriešenia ich výživy, vrátane odstránenia hladu a prognózované klimatické zmeny, tak v celosvetovom meradle je pre zabezpečenie výživy obyvateľstva uplatniteľná ako prioritná cesta -úprava vodného a životného režimu pôd.

Uvedeným globálnym pohľadom sme chceli poukázať na závažnosť problematiky závlah, ktorá sa vzťahuje aj na Slovenskú republiku.

Samozrejme potreba a aj účinok závlah sa menia a sú rôzne v závislosti od klimatických, topografických, pôdnych a ďalších podmienok. V aridných a semiaridných oblastiach, ktoré predstavujú približne 20 % z celkovej výmery ornej pôdy a trvalých monokultúr na svete sú závlahy jedným prostriedkom na zabezpečenie, resp. záchranu vegetácie. V humídnych a semihumídnych oblastiach, ktoré zaberajú približne 40 % z výmery ornej pôdy a monokultúr, je potreba závlah vyvolaná občasným suchom a pomerne pravidelným nedostatkom zrážok, resp. ich nerovnomerným rozdelením v priebehu vegetácie. Medzi tieto oblasti sa zaraďuje aj Slovensko (Baker, Simoník, 1989). Bolo by potrebné zvýšiť úspory vody o 15 až 20 % na prekonanie disproporcií medzi potrebou a spotrebou, najmä zvyšovaním účinnosti zavlažovania. (Simoník, Jobbágy, 2006). Výmera závlah na svete v roku 1994

predstavovala 249,5 mil. ha, tj. 17,2 % z obrábanej pôdy. Na jedného obyvateľa predstavuje výmera závlah na svete plochu 440 m² a v SR 600 m² (Heldi, 1998).

Systém organizácie prevádzky závlah je odvodený od vlastníckych vzťahov. Hlavné závlahové zariadenia, tj. malé vodné nádrže, odmerné objekty, čerpace a prečerpávacie stanice, kanálová sieť a podzemné tlakové rozvody sú majetkom štátu (cca 99 %) a tvoria cca 80-85 % z celkovej hodnoty závlahových zariadení, kým závlahové stroje a zariadenia na pozemkoch sú vo vlastníctve užívateľov a vlastníkov pôdy so závlahou.

1.1.3 Účinky závlah

Voda patrí medzi základné časti zloženia pôdy ako organickej hmoty. Doplnenie vody do pôdy vykonáme pomocou zavlažovania. Voda veľmi výrazne ovplyvňuje fyzikálnu, chemickú a biologickú činnosť pôdy.

Spojité tok vody v systéme pôda - rastlina - atmosféra je nosným procesom životnej činnosti suchozemských rastlín.

Fyzikálne vlastnosti pôdy sa vplyvom zmeny jej vlhkosti menia. Nedostatok, ale aj nadbytok vody nepriaznivo ovplyvňuje štruktúru, pórovitosť stavu a veľkosť pôdnych agregátov, tepelný režim pôdy, atď. Optimálne množstvo vody v pôde je určené podielom nasýtenia PVK.

Polnou vodnou kapacitou **PVK** - sa rozumie schopnosť pôdy udržať v sebe určité množstvo vody (Ružička, 1996).

Každá zmena vlhkosti pôdy prakticky ovplyvňuje jej chemické vlastnosti. Voda tu pôsobí ako transportný prostriedok iónov chemických prvkov, zlúčenín a tým zlepšuje úrodnosť pôdy. Pri jej nadbytku môže dochádzať k vyplavovaniu vzácnych živín, ale práve vyplavovaním sa zbavuje škodlivých solí v pôde.

Závlahy okrem pôsobenia na pôdu intenzívne menia aj mikroklimu porastu. Podstatne na tieto pomery vplýva závlaha postrekom.

1.1.4 Druhy závlah

Podľa toho aký cieľ chceme závlahou dosiahnuť (doplnenie vody, prihnojenie, ochrana proti mrazu, atď.) rozdeľujeme závlahy do troch základných skupín (Baker, Simonik, 1989):

A. Doplnková závlaha.

Cieľom je doplniť chýbajúce množstvo vody a tým vytvoriť optimálne vlhkosťné podmienky. Závlahu realizujeme počas vegetácie, prípadne pred jej začiatkom. Využitie doplnkovej závlahy je aktuálne v suchšej arídnej oblasti, alebo na pozemkoch s hlbokou hladinou podzemnej vody. Pri tomto druhu závlahy je najlepšie sa riadiť vlhkosťným rozborom pôdneho profilu a nárokmi rastliny.

B. Hnojivá závlaha.

Hnojivou závlahou dopĺňujeme do pôdy živiny a vodu. Dané zložky sú dôležité pri optimálnom raste a súčasne napomáha prijímaniu živín rastlinám. Hnojivá závlaha sa uskutočňuje hlavne mimo vegetačného obdobia, kde sa voda zmiešava s močovkou, hnojovicou, tekutým hnojom, atď. Počas vegetácie sa používajú menšie koncentrácie priemyselných hnojív. Podmienkou pre použitie daného druhu závlah je technické prispôsobenie zavlažovača.

C. Špeciálna závlaha.

Sledujeme u nej špeciálny účel, ako je napríklad oteplenie pôdy, ochrana proti jarným mrazom, boj proti burinám alebo živočíšnym škodcom, vyplavovanie škodlivých solí z pôdy, očistenie odpadovej vody, zvýšenie vlhkostí a zníženie teploty vzduchu. Rozdeľujeme ich:

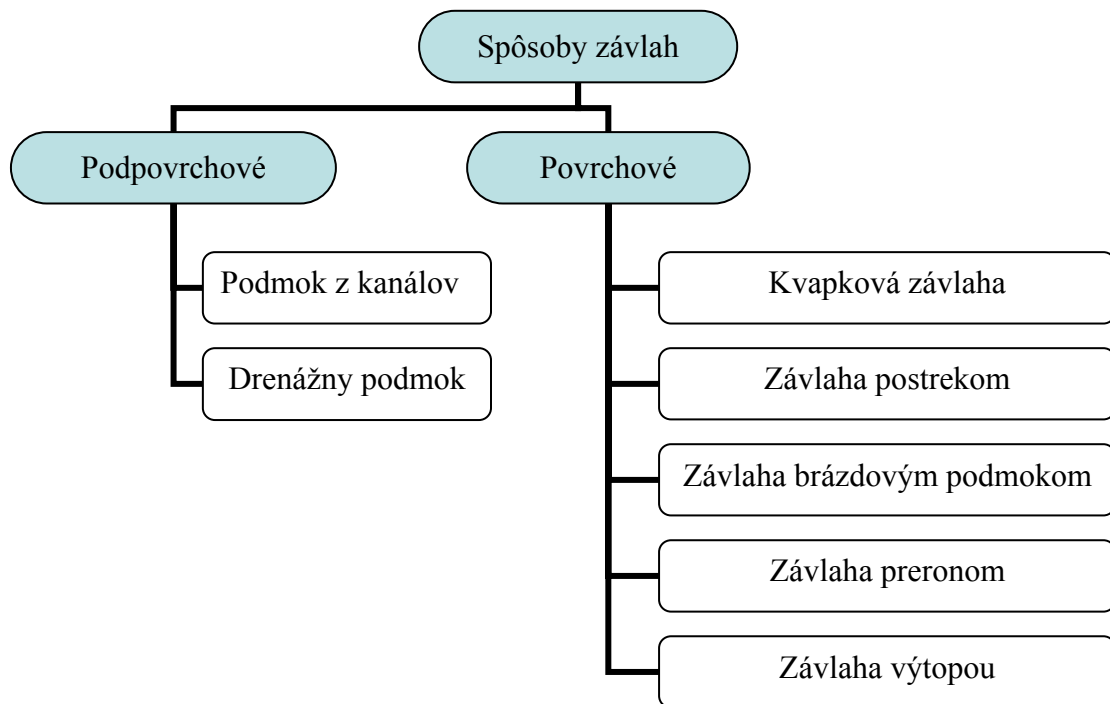
- a) klimatizačná, účinkom ktorej meníme mikroklímu porastu a tým ho chránime. V praxi poznáme:
 - protimrazovú,
 - letnú vegetačnú,
- b) melioračná, slúži na úpravu pôdy, pH, (vyplavovanie solí z pôdy),
- c) dezinfekčná a dasinsekčná, ktorou ničíme buriny, choroby a škodcov.

1.1.5 Spôsoby závlah

Podľa smeru postupu vody do aktívnej vrstvy pôdy a podľa zariadenia, ktorým závlahu zabezpečujeme rozoznávame povrchové a podpovrchové spôsoby závlah (obr.1). Najstarším spôsobom je závlaha výtopou. Táto metóda sa využíva hlavne pri pestovaní ryže. Pri povrchovej závlahe je voda privádzaná na povrch poľa vzduchom (postrek), alebo súvislou vrstvou vody. Podpovrchová závlaha privádza vodu do pôdy cez drenáž uloženú pod povrchom, alebo kanálmi (Baker, Simoník, 1989).

Využitelnosť jednotlivých spôsobov závlah udáva súčiniteľ využiteľnosti:

- kvapková závlaha 0,95 - 0,98,
- postrek 0,80 - 0,87,
- brázdový podmok 0,70 - 0,80,
- preron 0,60 - 0,70,
- výtopa 0,40 - 0,60.



Obr. 1 Spôsoby závlah v poľnohospodárstve (Baker, Simoník, 1989)

Z uvedených údajov je vidieť, že najmenšie straty majú kvapková závlaha a závlaha postrekom.

Rozdelenie závlah podľa spôsobu (prehľad):

A. Povrchové spôsoby závlahy (Baker, Simoník, 1989):

a. Závlaha výtopou - závlaha výtopou je najstarším spôsobom závlahy. Podstatou tohoto spôsobu je napúšťanie závlahovej vody do výtopových zdrží do priemernej výšky 10-15 cm, maximálne až 50 cm. Voda infiltruje do pôdy a zavlažuje ju. Po zavlažení sa voda zo zdrží vypúšťa. Pri zavlažovaní vo vegetačnom období je treba dbať na to, aby zaplavovanie trvalo len po dobu, ktorá je bezpodmienečne nutná ku prevlaženiu profilu, pretože inak by sa mohli poškodiť porasty.

b. Závlaha preronom - pri závlahe preronom preteká voda vo vrstve 2-7 cm plošne cez zavlažovanú plochu a pritom ju navlažuje vsakom. Zavlažovaná plocha je

rozdelená systémom privádzacích a odpadových kanálov na prerónové tabule. Musí mať sklon najlepšie 0,1-0,2 %, minimálne 0,02 % a maximálne 10 %. Závlaha preronom je vhodná pre trvalé trávne porasty. Pri špeciálnom usporiadaní a na malých sklonoch možno zavlažovať preronom i ornú pôdu.

c. Závlaha brázdovým podmokom - patrí ku svetovým najrozšírenejším závlahám. Oproti závlahám výtopou a preronom, tento spôsob závlahy hospodárnejšie využíva dodávanú vodu. V niektorých podmienkach je výhodné, že pri tomto spôsobe závlah neprichádza závlahová voda do styku s nadzemnými časťami rastlín. Podstatou závlahy brázdovým podmokom je privádzanie vody do hustej siete zavlažovacích brázd. Odtiaľ presakuje pôsobením matričného a gravitačného potenciálu do okolitej pôdy a navlhčuje ju. Podmienkou dobrej funkcie brázdového podmoku je presné urovanie zavlažovanej pôdy so sklonom povrchu 2 – 10 %. Pri vyšších sklonoch vzniká nebezpečenstvo erózie brázd.

d. Kvapková závlaha - podrobný povrchový rozvod vody potrubím s malými priermi zaistuje vytekanie vody z kvapkovačov napojených na potrubí alebo priamo otvormi v potrubí. Voda je privádzaná priamo ku koreňovým systémom jednotlivých zavlažovaných rastlín. Je vhodná pre závlahu stromových a koreňových výsadiel, hniezdové výsadby zeleniny a pod. Voda je čerpaná nízkotlakovým a strednotlakovým čerpadlom. Na 1 ha kvapkovej závlahy je treba 3000 – 10 700 m maloprofilových trubiek.

e. Závlaha postrekom - je najmladšia. Pôda a rastliny sa zavlažujú dažďom, jeho intenzita a veľkosť kvapiek sa volí podľa potreby. Voda je rozdelená k rastlinám postrekovacími strojmi a zariadeniami. Pred povrchovými gravitačnými závlahami má závlaha postrekom mnoho predností. Voda je pravidelne rozdelená po ploche presne v merateľnom množstve a je dobre prekysličená. Podzemný tlakový rozvod neprekáža obrábaniu. Voda sa k rastlinám dodáva spôsobom, ktorý napodobuje prirodzené dažďové zrážky.

B. Podpovrchové spôsoby závlahy:

a. Podmok z kanálov - využíva spravidla existujúce odvodňovacie systémy. Hladina vody v otvorených kanáloch sa zvýši tak, že podzemná voda dosiahne takú úroveň, že v kapilárach môže vzliňať k rastlinám.

b. Drenážny podmok - podstata spočíva v tom istom ako u podmoku z kanálov, ale voda je do potrubnej siete tlačaná pod malým tlakom (Baker, Simoník, 1989).

1.1.6 Závlahový režim plodín

Meteorologické faktory podstatne ovplyvňujú teplotu a obsah vody v pôde a hydrotermické pomery v poľnohospodárskej sústave. Z uvedeného poznania vychádzajú metódy stanovenia a riadenia závlahových režimov.

Závlahovým režimom rozumieme stanovenie správneho termínu zavlažovania a veľkosti dávky. Správny závlahový režim zabezpečuje potrebné množstvo prístupnej vody pre rastliny v hlavnej koreňovej zóne tak, aby fyziologické procesy rastliny mohli nerušene prebiehať, aby sa optimalizovali pestovateľské podmienky a dosiahla maximálna úroda pri vysokých kvalitatívnych a ekonomických ukazovateľoch.

Pri riadení závlahových režimov treba poznať:

- *hydrolimity zavlažovaných honov (poľnú vodnú kapacitu, bod vädnutia),*
- *dolnú hranicu využiteľnej vodnej kapacity v danej vývinovej fáze plodiny,*
- *hlĺbku navlažovania podľa pôdných podmienok a zakorenenia plodiny,*
- *evapotranspiráciu (vlahovú spotrebu) plodiny za bilancovaný časový úsek.*

Z hľadiska biologického ide o presné stanovenie potreby vody pre danú plodinu v rôznych fázach jej rastu.

Základnou úlohou je stanovenie kritického obdobia poľných plodín, v ktorom musí nastať určitý pomer teploty a zrážok, ak má poľná plodina poskytnúť optimálnu úrodu. Druhým problémom je stanovenie množstva vody, ktoré v tomto kritickom období rozhodne o výnose.

Kritická termodynamická fáza poľných plodín zodpovedá obdobiu, v ktorom musí nastať určitý pomer teploty a zrážok, pre maximálnu tvorbu úrody. Nedostatok zrážok, resp. pôdnej vody má za následok zníženie úrod (Rehák a kol., 2002).

Bolo by potrebné zvýšiť úspory vody o 15 až 20 % na prekonanie disproporcií medzi potrebou a spotrebou, najmä zvyšovaním účinnosti zavlažovania. (Simoník, Jobbágy, 2006).

Výmera závlah na svete v roku 1994 predstavovala 249,5 mil. ha, tj. 17,2 % z obrábanej pôdy. Na jedného obyvateľa predstavuje výmera závlah na svete plochu 440 m² a v SR 600 m² (Heldi, 1998).

Každá zmena vlhkosti pôdy prakticky ovplyvňuje jej chemické vlastnosti. Voda tu pôsobí ako transportný prostriedok iónov chemických prvkov, zlúčenín a tým zlepšuje

úrodnosť pôdy. Pri jej nadbytku môže dochádzať k vyplavovaniu vzácnych živín, ale práve vyplavovaním sa zbavuje škodlivých solí v pôde.

1.1.7 Účinky závlah

Voda patrí medzi základné časti zloženia pôdy ako organickej hmoty. Doplnenie vody do pôdy vykonáme pomocou zavlažovania. Voda veľmi výrazne ovplyvňuje fyzikálnu, chemickú a biologickú činnosť pôdy.

Fyzikálne vlastnosti pôdy sa vplyvom zmeny jej vlhkosti menia. Nedostatok, ale aj nadbytok vody nepriaznivo ovplyvňuje štruktúru, pórovitosť stavu a veľkosť pôdnych agregátov, tepelný režim pôdy, atď. Optimálne množstvo vody v pôde je určené podielom nasýtenia PVK.

Poľnou vodnou kapacitou **PVK** - sa rozumie schopnosť pôdy udržať v sebe určité množstvo vody (Ružička, 1996).

Každá zmena vlhkosti pôdy prakticky ovplyvňuje jej chemické vlastnosti. Voda tu pôsobí ako transportný prostriedok iónov chemických prvkov, zlúčenín a tým zlepšuje úrodnosť pôdy. Pri jej nadbytku môže dochádzať k vyplavovaniu vzácnych živín, ale práve vyplavovaním sa zbavuje škodlivých solí v pôde.

Závlahy okrem pôsobenia na pôdu intenzívne menia aj mikroklimu porastu. Podstatne na tieto pomery vplýva závlaha postrekom.

1.1.8 Druhy závlah

Podľa Bakera a Simonika (1989) závlahy rozdeľujeme do 3 základných skupín:

➤ *Doplnková závlaha*

Cieľom je doplniť chýbajúce množstvo vody a tým vytvoriť optimálne vlhkosťné podmienky. Závlahu realizujeme počas vegetácie, prípadne pred jej začiatkom. Využitie doplnkovej závlahy je aktuálne v suchšej arídnej oblasti, alebo na pozemkoch s hlbokou hladinou podzemnej vody. Pri tomto druhu závlahy je najlepšie sa riadiť vlhkosťným rozborom pôdneho profilu a nárokmi rastliny.

➤ *Hnojivá závlaha*

Hnojivou závlahou dopĺňujeme do pôdy živiny a vodu. Dané zložky sú dôležité pri optimálnom raste a súčasne napomáha prijímaniu živín rastlinám. Hnojivá závlaha sa uskutočňuje hlavne mimo vegetačného obdobia, kde sa voda zmiešava s močovkou, hnojovicou, tekutým hnojom, atď. Počas vegetácie sa používajú menšie koncentrácie

priemyselných hnojív. Podmienkou pre použitie daného druhu závlah je technické prispôsobenie zavlažovača.

➤ *Špeciálna závlaha*

Sledujeme u nej špeciálny účel, ako je napríklad oteplenie pôdy, ochrana proti jarným mrazom, boj proti burinám alebo živočíšnym škodcom, vyplavovanie škodlivých solí z pôdy, očistenie odpadovej vody, zvýšenie vlhkostí a zníženie teploty vzduchu. Rozdeľujeme ich:

- d) klimatizačná, účinkom ktorej meníme mikroklimu porastu a tým ho chránime. V praxi poznáme:
- protimrazovú,
 - letnú vegetačnú,
- e) melioračná, slúži na úpravu pôdy, pH, (vyplavovanie solí z pôdy), dezinfekčná a dasinsekčná, ktorou ničíme buriny, choroby a škodcov .

Závlahy na Slovensku navrhovali a budovali tímy odborníkov na základe geologických, pedologických a hydrologických rozborov územia. Voľakedajšiu plne funkčnú sieť nám závidel celý svet. Po zmene režimu sa poľnohospodárstvo dostalo na druhú koľaj záujmu spoločnosti, čo sa prejavilo finančnou poddimenzovanosťou rezortu a tá sa preniesla aj na závlahy. K ich devastácii pomohli aj nájazdy zlodejov a štátne vlastníctvo čerpacích staníc.

1.2 Pásové zavlažovače

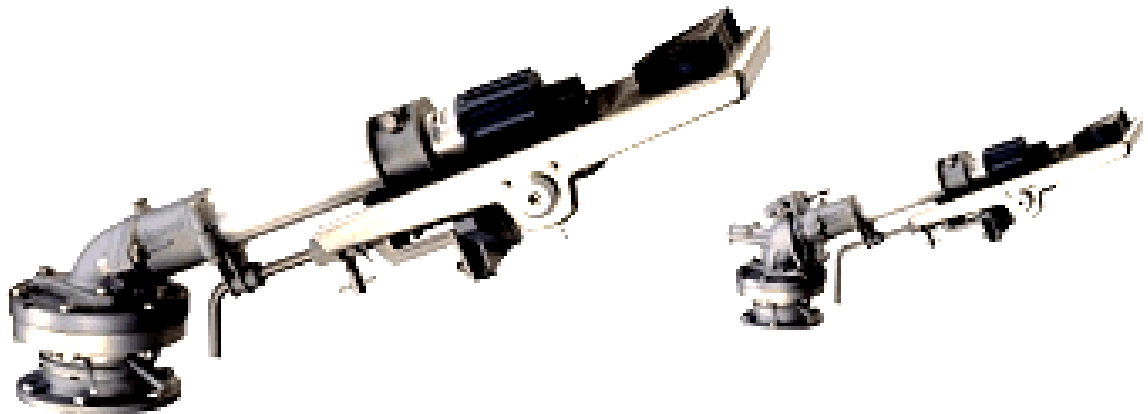
1.2.1 Firma Bauer

Firma je producentom pásových a širokozáberových lineárnych alebo pivotových zavlažovačov. Vyrába niekoľko typov pásových zavlažovačov od najmenších výkonov až po najväčšie. Ide o modely ako sú Rainstar, Duostar, Rainboy a Autorain. Pre pásové zavlažovače vyrába ďalekoprúdové postrekovače alebo závlahové konzoly. Na obr. 2 sa zobrazil jeden z typov pásových zavlažovačov. Ide o zavlažovač firmy Bauer Rainsta Tx.



Obr. 2 Rainstar (Rainstar, 2010)

Zavlažovače s ďalekým dostrekom BAUER boli koncipované špeciálne pre modernú prevádzku zavlažovania s úsporou energie a určujú nové pravidlá manipulácie a výkonnosti. Zavlažovače sú rovnako vhodné pre všetky systémy zavlažovania, pretože sa vďaka špeciálnemu hnaciemu systému dosahuje v rozličných rozsahoch tlaku účinné spúšťanie postreku, ktoré šetrí kultúry. Obsluha je jednoduchá a nevyžaduje si reguláciu. Zavlažovače s ďalekým dostrekom BAUER reagujú na výkyvy tlaku a rozličné veľkosti dýz a automaticky sa prispôbujú. Doteraz neexistoval žiaden zavlažovač s ďalekým dostrekom s porovnateľnou mnohostrannosťou. V ponuke na trhu prichádzame k rôznym variantám postrekovačov s ďalekým dostrekom. Jedným s najdôležitejších výrobcov patrí v rámci závlah firma Bauer, ktorá prináša na trh zo závlahovými zariadeniami široký sortiment výrobkov. Tento typ postrekovača pracuje v kruhovej prevádzke, alebo v sektoroch



Obr. 3 Bauer SR 101- rozpätie dýz 12 – 24 mm (Bauer1, 2010)



Obr. 4 Bauer SR 140- rozpätie dýz 16 - 30 mm (Bauer1, 2010)



Obr. 5 Bauer SR 160, dýzy 20- 35 mm (Bauer1, 2010) **Obr. 6** Bauer SR 202, dýzy 20- 40 mm (Bauer1, 2010)

Na obr.7 sa zobrazil dýzový vozík, ktorý je možné pripojiť k pásovému zavlažovaču. Zavlažovanie so závlahovými konzolami poskytuje zvlášť jemné zrážky, ktoré šetria rastliny a pôdu, pretože už prípojný tlak 3,2 barov stačí na prevádzku, to znamená úsporné zaobchádzanie s energiou a vodou. Kvôli transportu sa vyklápaceľné prvky ramien AS vyložia na RAINSTAR. Konzoly môže jeden človek vyklopiť a sklopiť za niekoľko minút. Na jazdu od jedného zavlažovaného pásu k druhému bude závlahová konzola vo vyklopenom stave, ako pri statívoch s kolesami, vyhnutá nahor a nie je potrebná žiadna ďalšia manipulácia (Bauer2, 2010).



Obr. 7 Dýzový vozík (Bauer3, 2010)

1.2.2 Firma Irtec

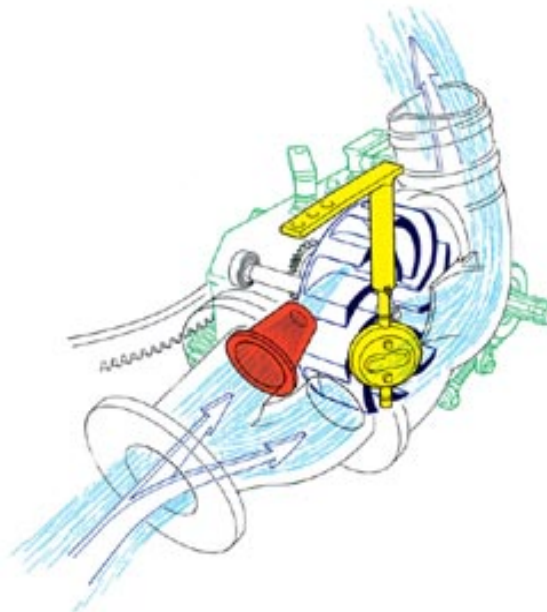
Závlahová technika predstavovala a predstavuje veľmi dôležitý intenzifikačný faktor, pretože sa významnou mierou podieľa na stabilizácii úrod. Na základe prehodnotenia klimatických zmien, ktoré Slovensko v posledných rokoch postihli a technického stavu vybudovaných závlah môžeme povedať, že je potrebné sa touto problematikou zaoberať hlbšie, ak chceme byť do budúcnosti sebestační vo výrobe rozhodujúcich potravín (Irtec1, 2010).

Samotný princíp činnosti pásového zavlažovača je veľmi jednoduchý a pritom vysoko spoľahlivý, čo je hlavná zásada spoločnosti IRTEC. Tlak vody, ktorý prichádza z privádzacieho potrubia je rozdeľovaný do dvoch častí, pričom jedna poháňa turbínu a druhá privádza vodu k postrekovacej hlavici - vodnému delu, ktoré môže mať priemer 14 - 38 mm (Irtec1, 2010).



Obr. 8 Zavlažovač Irtec (Irtec2, 2010)

Vysoko účinná turbína priamo poháňa prevodovku, ktorá môže byť 3- 4- 6- rýchlostná. To umožňuje zavlažovať efektívne aj v prípade nízkeho tlaku resp. prietoku. Turbína je vyrobená zo špeciálnej hliníkovej zliatiny so zabudovaným obtokom a ekvalizérom rýchlosti. Ekvalizér rýchlosti navíjania PE hadice je ovládaný nárazkou, ktorá otvára obtokový ventil v závislosti na otáčaní bubna a udržuje konštantnú rýchlosť navíjania hadice. Spätné navíjanie PE-hadice je zabezpečené prostredníctvom tepelne tvrdeného pastorka a ozubeného kolesa, čím sa zaručuje dlhá životnosť a spoľahlivosť celého systému. Zariadenie pre navádzanie hadice je ovládané drážkovaným hriadeľom (Irtec1, 2010).



Obr. 9 Turbína zavlažovača Irtec (Irtec1, 2010)

Firma bola založená v roku 1978. Špecializuje sa na výrobu závlahovej techniky poháňanej turbínou, benzínovým, alebo dieselovým motorom, resp. elektromotorom. Priemerná ročná produkcia je 2500 ks pásových zavlažovačov. Vyrába 14 základných typov pásových zavlažovačov, 190 rôznych modelov v závislosti od dĺžky (140 – 750 m) a priemeru hadíc (40 – 140 mm a viac). Na obr. 10 je zobrazená konzola na pásový zavlažovač Irtec (Irtec4, 2006).



Obr. 10 Konzola Irtec (Irtec4, 2006)



Obr. 11 Postrekovač firmy Irtec (Irtec4, 2010)

2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom diplomovej práce bolo navrhnúť možnosť využitia CNC strojov pri výrobe komponentov závlahovej techniky. Cieľ práce sa môže rozdeliť do čiastkových cieľov:

- popísať a rozpracovať riadiace systémy CNC strojov,
- rozpracovať funkcie zvoleného riadiaceho systému a ich význam,
- návrh vypracovania programu súčiastky v zvolenom riadiacom systéme.

3 METODIKA PRÁCE

Podľa stanoveného cieľa diplomovej práce bolo treba navrhnuť nasledovnú metodiku.

3.1 Popis a rozpracovanie riadiacich systémov CNC strojov

Z dostupných materiálov pre rôzne CNC stroje sa vyberú 3 riadiace systémy. Popíše sa ich funkcia, výhody a metódy programovania.

3.2 Rozpracovanie funkcie zvoleného riadiaceho systému

Zvolený riadiaci systém sa popíše kompletne všetky možnosti ovládania a nastavenia. V tejto časti sa popíše aj ovládací panel.

3.3 Návrh vypracovania programu súčiastky v zvolenom riadiacom systéme

Po výbere súčiastky sa najprv v programe Autocad navrhne a nakreslí vybraná súčiastka – dielec. Nasledovne sa napíše program pre vybraný CNC stroj – frézka FV 25 CNC A.

4 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA

4.1 CNC stroje, ich význam a využitie

4.1.1 Definícia CNC strojov

CNC stroje je skratkou z anglického „Computer Numerical Control“, ktorá je zavedená u nás v spojení s obrábacími strojmi.

Sú to stroje, ktoré využívajú počítač, CNC riadiaci systém k tomu, aby dokázali obrábať podľa dopredu pripravených CNC programov. Základné rozdelenie obrábacích strojov je na sústružnicke, frézovacie a kombinované.

Pri CNC strojoch nepotrebujeme:

- fyzický model (dutinu, šablónu),
- prídavné kinematické kopírovacie zariadenia (kladky, pantografy, kopírovacie systémy),
- konštrukcia CNC strojov je jednoduchšia,
- pri CNC strojoch je potrebný počítač pre tvorbu NC programov (pre riadenie pohybov stroja).

NC stroje (**Numeric Control – číslicové riadenie**) majú pevne prepojené hardwarové bloky, každý je na vykonávanie určitej funkcie. Vnútorne parametre, vstupy a výstupy blokov zodpovedajú konkrétnej aplikácii na danom stroji. Vzájomné prepojenie blokov sa v priebehu práce nemení. Softwarová výbava je minimálna a je použitá izolovane len v niektorých blokoch.

CNC stroje (Computer Numeric Control – počítačové číslicové riadenie) majú účelovo zostavenú počítačovú sieť procesorov, pamätí, vstupných a výstupných prvkov, ktorá je prepojená rýchlou vnútornou komunikáciou s riadením dejov v reálnom čase.

4.1.2 Základné etapy v historickom vývoji NC a CNC techniky

- 1952 – prvé zavádzanie číslicovo riadených strojov (NC),
- 1960 – začiatok riadenia číslicovým počítačom (CNC),
- 1970 – vznik štruktúry CNC strojov,
- 1980 – začiatok realizácie pružných výrobných buniek, zavádzanie skupinovej technológie a pružných výrobných systémov,

- 1990 – prichádzajú prvé CAM (a tiež CAD a CAD/CAM systémy).

4.1.3 Spôsoby vytvorenia NC programu

a) *Priamym písaním NC-kódu* – v tomto prípade ide o ručné spracovanie NC programu. V zásade tento spôsob vyžaduje poznať formát zápisu NC programu, t.j. štruktúru a stavbu viet pre konkrétny riadiaci systém, význam príkazov a funkcií a počítať súradnice každého významného bodu pohybu nástroja. Základné informácie, potrebné na vypracovanie NC programu, sú:

- typ použitého NC stoja (vrátane typu riadiaceho systému),
- druh, tvar a rozmery polovýrobku alebo opracovávanej súčiastky,
- vyžadovaný tvar, rozmery a drsnosti obrobených plôch súčiastky,
- nástrojové vybavenie (počet a typy nástrojov),
- technologické podmienky (posuvy, rezné rýchlosti).

b) *Použitím geometrických programovacích jazykov* - geometrické programovacie jazyky sú určené na automatizáciu programovania NC výrobných techník. Pomocou jazykov sa zadávajú počítaču úlohy v symbolickej forme. Medzi nimi zaujíma výnimočné postavenie jazyk ATP (Automaticali Programmed Tool), ktorý patrí k najznámejším a bol vzorom pre vznik ďalších jazykov ako EXAPT, ADAPT, MINIAPT, AUTOPROG a iné. Vychádzal z jazykov pre programovanie samočinných počítačov ako FORTAN, ALGOL a iných. Tieto počítačové software realizujú výpočty potrebné pre generovanie súradníc polôh nástroja. Tieto výpočty sa vykonávajú na základe príkazov. Pomocou týchto príkazov sa zostavuje opis tvaru a rozmerov súčiastky, definujú dráhy rezného nástroja, určujú rezné a posuvové rýchlosti nástroja a ďalšie potrebné funkcie stroja.

c) *Použitím CAM software* – na vrchole vývoja techník NC programovania stoja veľké CAM a CAD/CAM software. Pre veľké CAM software je príznačné, že použijú externe vypracovaný počítačový model súčiastky (urobený v niektorom vhodnom CAD software) na generovanie NC programu. Samotný postup vytvorenia NC programu prebieha vo všeobecnosti u všetkých CAM software nasledovne:

- načítanie modelu súčiastky pomocou vhodného formátu,
- orientácia modelu súčiastky v požadovanej polohe vhodnej pre prístup nástroja,
- zadanie technologických parametrov: hĺbka rezu, otáčky, posuvové rýchlosti,
- zadanie údajov o nástroji: typ nástroja, rozmery (napr. priemer a dĺžka frézy),

- zadanie počítačových údajov: tolerancie (odchýlky) tvaru a rozmeru vyrábanej plochy a namodelovanej plochy, tolerancie pre dosiahnutie drsnosti povrchu,
- zadanie údajov o pohyboch nástroja mimo záber a v zábere tzv. stratégie obrábania.

Potom sa v CAM software spustí tzv. **procesorové** spracovanie, ktorého výsledkom v každom CAM systéme pre obrábanie je súbor tzv. CLDATA. Skratka CLDATA znamená Cutter Location Data – údaje o polohe nástroja. Tento súbor je uložený na disku počítača a môže byť v textovom formáte (t.j. vo forme prístupnej pre dodatočnú úpravu užívateľom) alebo v špeciálnom formáte (t.j. vo forme neprístupnej pre čítanie a editovanie).

CLDATA je súbor, ktorý obsahuje súradnice bodov (X, Y, Z) polohy nástroja a spôsob pohybu medzi nimi (posuv, rýchloposuv).

Tento súbor je univerzálny, všeobecný a nie zrozumiteľný pre každý riadiaci systém obrábacieho stroja. Označujeme ho ako medzičlánok k vytvoreniu NC programu a je to vstupný súbor pre programy, ktoré preložia tento súbor do reči zrozumiteľnej reči riadiaceho systému obrábacieho stroja. Tieto programy sa nazývajú „postprocesory“ a môžu pracovať:

- mimo prostredia CAM a v takom prípade vstupom do postprocesora sú práve CLDATA a výstupom je NC program pre konkrétny riadiaci systém,
- v prostredí CAD teda sú priamo integrované do tohto prostredia a v takom prípade užívateľ ani nemusí postrehnúť vytvorenie súboru CLDATA, ale sa priamo môžu generovať NC dáta.

d) Použitím CAD/CAM software – platí tu analógia ako v predchádzajúcom prípade s tým, že CAD/CAM disponujú CAD – nástrojmi pre vytvorenie modelu súčiastky a priamo z neho CAM – nástrojmi pre generovanie NC programu priamo z jedného počítačového prostredia. Pre oblasť výroby 3D súčiastok s komplikovanými zložitými tvarmi je jedine možné efektívne použiť práve tieto CAD/CAM software.

4.1.4 Dialógový software v CNC stroji

Všetky číslicovo riadené obrábacie stroje potrebujú pre riadenie pohybu riadiace príkazy, ktoré prikazujú stroju, kam má presunúť nástroj (obrobok). Súbor riadiacich príkazov sa vo všeobecnosti nazýva program alebo NC program. Takýmto základom

programovania je ISO kód. Väčšinou ho podporujú všetky CNC stroje. Pre uľahčenie programovania sa neskôr vyvinuli takzvané dialógy. Dialóg je software inštalovaný na CNC stroji a vedie obsluhujúceho interaktívne k požadovanému výsledku. Software stroja si potom tento zápis rozloží na jednotlivé kroky a spracuje ho.

4.1.5 Príklady programovacích systémov

4.1.5.1 Heidenhain

Tieto systémy patria k najvyvinutejším dialógovým systémom v oblasti programovania CNC strojov (obr.12). Historický vývoj týchto systémov je tradovaný od roku 1968. Postupným vývojom a zdokonaľovaním sa dostali na špičku k popredným svetovým výrobcam. V súčasnosti je tento systém aplikovaný zhruba v 200-tisíc CNC strojoch na celom svete. Takéto systémy sú určené pre priame programovanie na strojoch pomocou konzoly, na ktorej je umiestnená klávesnica a zobrazovacie zariadenie. Prostredníctvom tejto práce sa zameriavame a definujeme najnovšie systémy pre tvorbu programov na konzole stroja.



Obr. 12 Aplikácia systému Heidenhain na frézovacom stroji HERMLE

4.1.5.2 Fanuc

Spoločnosť FANUC je svetovým lídrom vo výrobe obrábacích CNC strojov a taktiež riadiacich systémov pre široké spektrum aplikácií (obr.13). Od roku 1956 sa firma aktívne zaoberá vývojom číslicového riadenia a servo systémov. Manual Guide *i* je najnovší modul dialógového programovania od spoločnosti FANUC. Ponúka obsluhu a jednoducho použiteľný spôsob programovania bez komplexnosti programovania ISO G a M - kódov.

Výhody dialógového systému programovania Manual Guide zahŕňajú:

- rýchle a jednoduché nastavenie nástroja
- nie je potreba znalostí ISO programovania
- možnosť 3D simulácie dielca pred obrábaním
- overenie dráhy nástroja
- zjednodušené programovanie kusovej výroby
- interface pre CAD/CAM systémy
- ľahké mazanie, kopírovanie a vkladanie častí programov.



Obr. 13 Aplikácia systému FANUC na sústruhu HAAS

4.1.5.3 Sinumerik

Riadiaci systém od firmy siemens-sinumerik 840D (obr.14) je momentálne najnovším riadiacim systémom pre ovládanie CNC strojov . Využíva jednoduchú tvorbu programu na sústruhoch rozhraním Shopmill a pri frézovaní systém ShopTurn, ktorý umožňuje pohodlnejšie programovanie na konzole stroja. Pri tomto programovaní sa používajú zrozumiteľné značky a symboly, ktoré sú na rozdiel od ISO programovania výrazne zrozumiteľnejšie. Pri tomto systéme je toto najmodernejšia forma dialógového programovania.



Obr. 14 Aplikácia systému Sinumerik na obrábacom centre TOS

4.2 Riadiaci systém Heidenhein

4.2.1 HEIDENHAIN iTNC530

iTNC 530 HEIDENHAIN je univerzálne, dielensky orientované súvislé riadenie pre obrábacie centrá. Má integrované digitálne riadenie pohonov s integrovaným meničom. Pri obrábaní s vysokými rýchlosťami posuvu dosahuje veľmi presných kontúr obrobku. iTNC 530 riadi až 13 os + vreteno. Doba spracovania 1 bloku je 0.5 ms. Pamäťovým médiom je pevný disk. S iTNC 530 je možné programovať bežné frézovanie, alebo vŕtanie priamo na stroji v dialógu s riadením. Má k dispozícii množstvo grafických prostriedkov v prakticky orientovaných pevných cykloch. Pre jednoduché práce, ako je napríklad plošné frézovanie, nie je nutné písať program.

System môže byť tiež programovaný diaľkovo, rovnako ako napríklad v CAD/CAM systéme, alebo na programovacom pracovisku HEIDENHAIN. Rozhranie ethernet zaručuje veľmi krátku dobu prenosu aj pre veľmi dlhé programy.

4.2.1.1 Funkcie riadaceho systému Heidenhain pre obrábanie

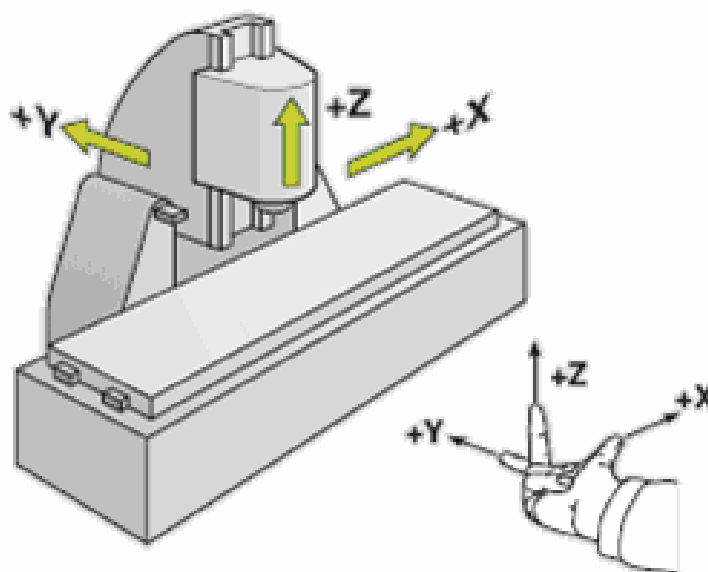
Tento systém predstavuje najmodernejšiu techniku v oblastiach riadenia pre frézovačky, obrábacie centrá a vodorovné vyvrtávačky. Počet osí môže byť 3 až 12. Vretená a pohony sú riadené digitálne. Systém je tak predurčený na frézovanie plochých dielcov, ale aj veľmi zložitých súčiastok.

4.2.1.2 Súradnicový systém

Súradnicovým systémom definujeme polohy v rovine, alebo v priestore. Udanie polohy sa zvyčajne vzťahuje k jednému definovanému bodu a je popísané súradnicami. V pravouhlom systéme sú definované tri smery ako osi X,Y,Z. Tieto osi sú navzájom kolmé a pretínajú sa v jednom bode. Každá súradnica udáva vzdialenosť od nulového bodu v niektorom z týchto smerov. Týmto sa dá popísať akákoľvek poloha v rovine dvoch súradníc a v priestore tromi súradnicami.

4.2.1.3 Súradnicový systém u frézovačiek

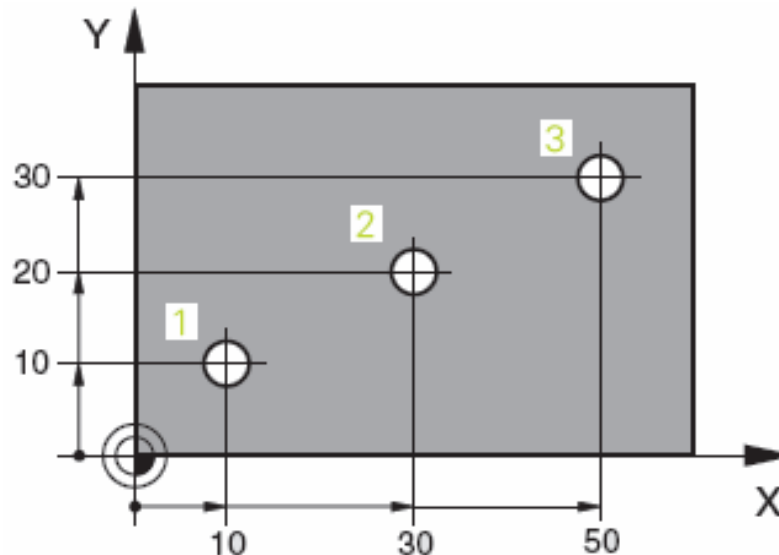
Pri obrábaní na frézke sa kus vzťahuje k pravouhlému súradnicovému systému. Na obrázku je uvedené, ako je pravouhlý súradnicový systém priradený k osiam stroja. Pravidlo troch prstov pravej ruky slúži ako pomôcka pre zapamätanie.



Obr. 15 Súradnicový systém u frézky

4.2.1.4 Súradnice polohy obrobku

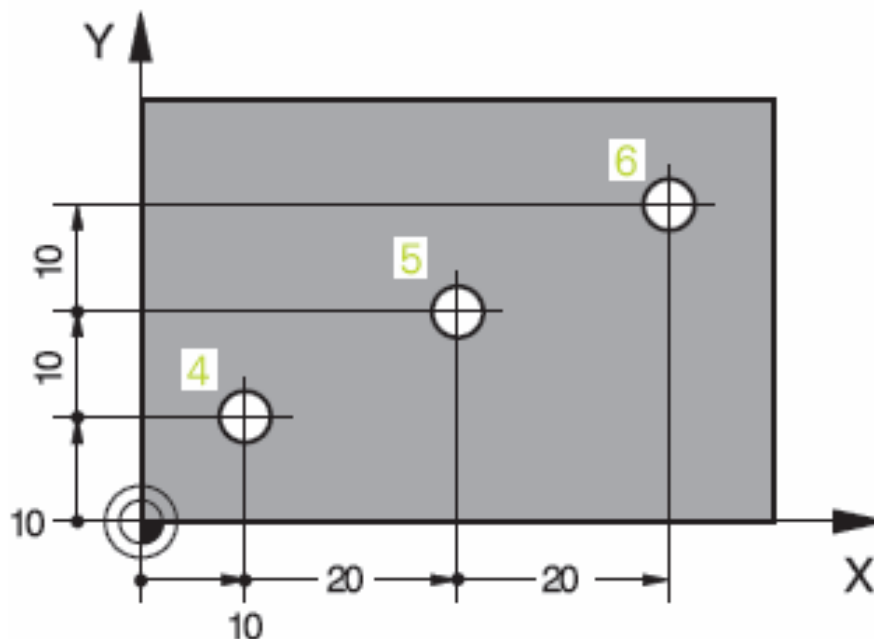
Ak sa súradnice polohy viažu k nulovému bodu súradnicového systému, označujú sa ako absolútne súradnice. Každá poloha na obrobku je svojimi absolútnymi súradnicami jednoznačne definovaná.



Obr. 16 Absolútne súradnice polohy obrobku

4.2.1.5 Prírastkové súradnice polohy obrobku

Prírastkové súradnice sa vždy vzťahujú k programovanej polohe nástroja, ktorá slúži ako relatívny nulový bod. Toto programovanie nazývame tiež inkrementálne.



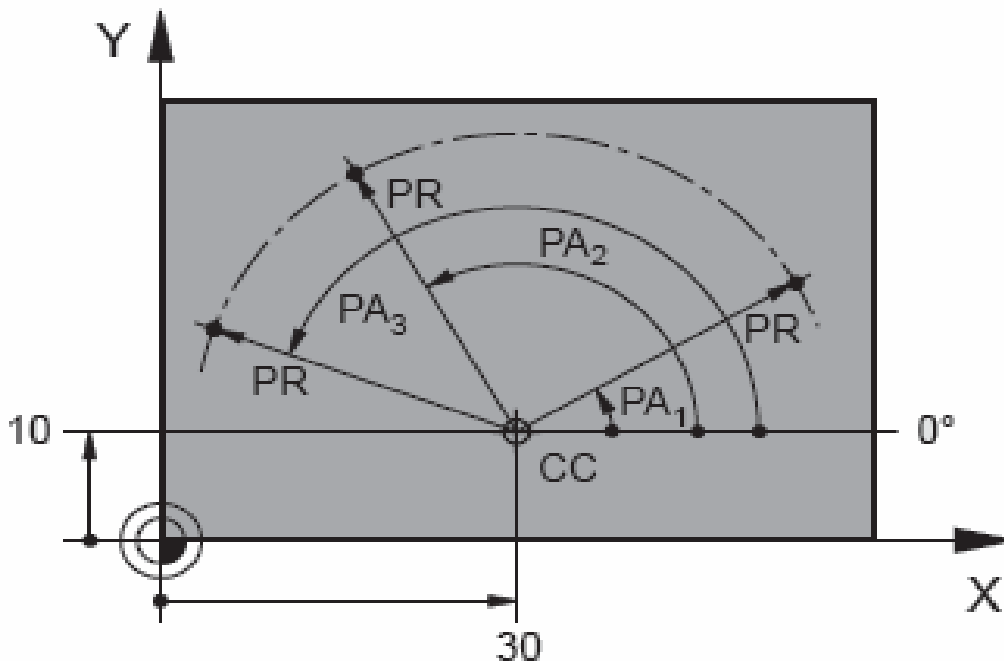
Obr. 17 Prírastkové súradnice

4.2.1.6 Polárne súradnice

V prípade keď je výrobný výkres okótovaný pravouhlo, potom sa dá vytvoriť program obrábania tiež s pravouhlými súradnicami. U obrobkov s kruhovými oblúkmi alebo s uhlovými údajmi je jednoduchšie definovať polohy polárnymi súradnicami.

Na rozdiel od pravouhlých súradníc X, Y a Z popisujú polárne súradnice polohy iba v jednej rovine. Polárne súradnice majú svoj začiatok v póle CC (circle centre – stred kružnice). Poloha v rovine je tak jednoznačne definovaná pomocou:

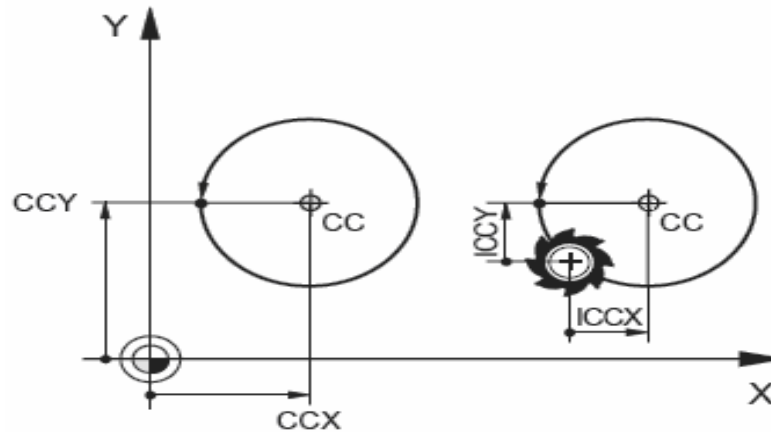
- rádiusu polárnej súradnice: vzdialenosť od pólu CC k danej polohe
- uhlu polárnej súradnice: uhlom medzi uhlovou vzťažnou osou a úsečkou, ktorá spája pól s danou polohou



Obr. 18 Polárne súradnice

4.2.1.7 Stred kruhu a pól: CC

Pre naprogramovanie kruhovej dráhy pomocou dráhovej funkcie C je treba najprv zadať stred kruhu CC. Inak sa CC používa ako pól pre rozmerové údaje v polárnych súradniciach. CC sa definuje v pravouhlých súradniciach. Absolútne definovaný stred kruhu alebo pól CC sa vždy vzťahuje k momentálne aktívnemu nulovému bodu. Prírastkovo definovaný stred kruhu alebo pól CC sa vždy vzťahuje k naposledy naprogramovanej polohe nástroja.



Obr. 19 Stred kruhu a pól

4.2.2 Korekcia nástroja

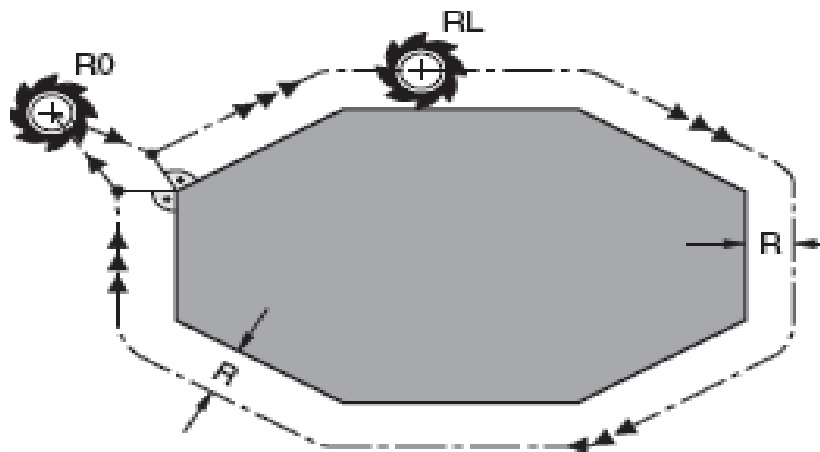
Korekcia nástroja na dĺžku je účinná, ako náhle je nástroj vyvolaný a je upnutý do osi vretena. Zruší sa, ako náhle sa vyvolá nástroj s dĺžkou $L=0$.

4.2.2.1 Korekcia rádiusu nástroja

Programový blok pre pohyb nástroja obsahuje:

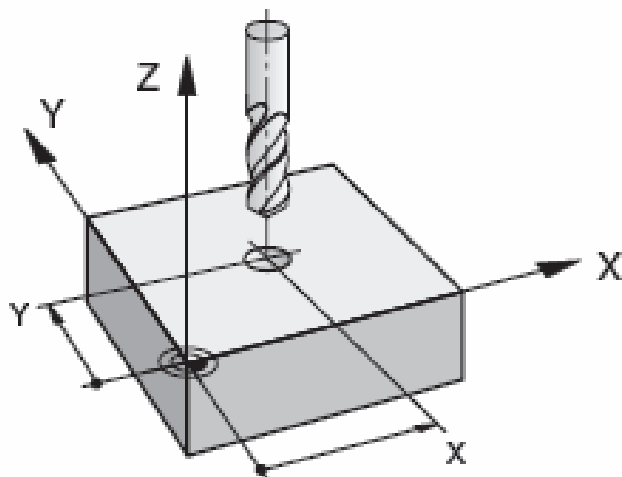
- RL alebo RR pre korekciu rádiusu
- R0, keď sa nemá vykonávať korekcia rádiusu

Korekcia rádiusu je účinná hneď, ako je nástroj vyvolaný a chodí s ním v rovine obrábania niektorým priamkovým blokom s RL alebo RR.



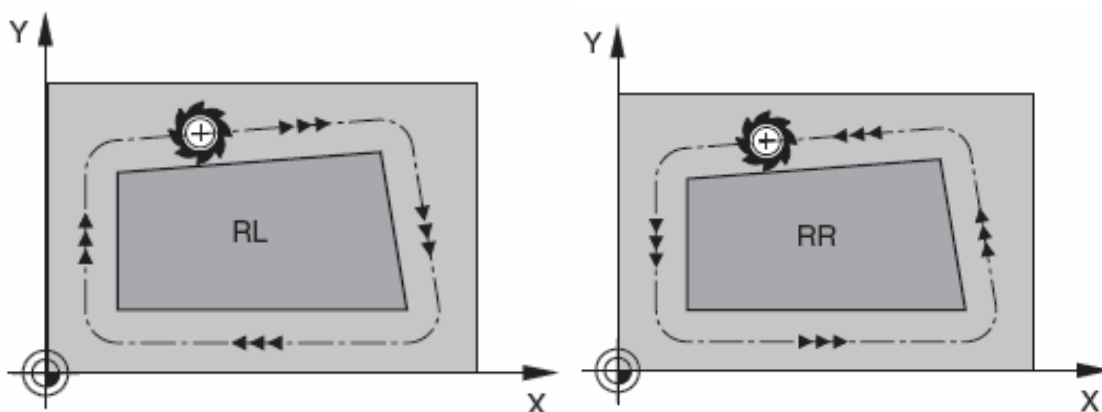
Obr. 20 Dráhové pohyby bez korekcie rádiusa R0

Nástroj prechádza svojím stredom po programovanej dráhe v rovine obrábania, prípadne na naprogramovanej súradnici. Používa sa pri vŕtaní a predpolohovaní.



Obr. 21 Vŕtanie s R0

Stred nástroje sa pritom nachádza vo vzdialenosti rádiusu nástroja od programovaného obrysu. „Vpravo“ a „vľavo“ označuje polohu nástroja a v smere dráhy pozdĺž obrysu obrobku.



Obr. 22 Dráhové pohyby s korekciou rádiusa RR a RL

4.2.2.2 Prevádzkové režimy

Program zadať/editovať

V tomto prevádzkovom režime sa vytvára obrábací program. Voľné programovanie obrysov, rôzne cykly a funkcie s Q-parametrami poskytujú mnohostrannú pomoc a podporu pri programovaní. Na pranie ukazuje programovacia grafika alebo čiarová grafika 3D programované dráhy pojazdu.

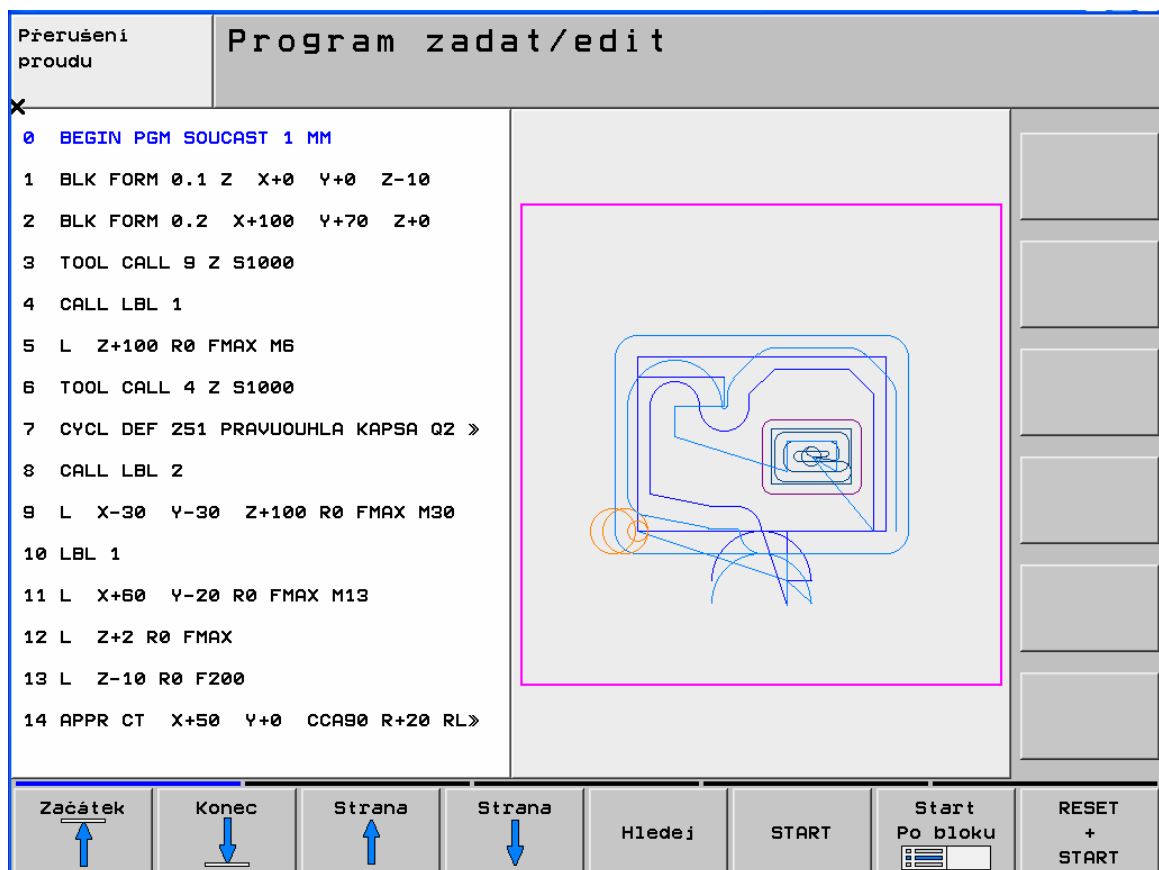
Testovanie programu

Táto funkcia simuluje programy a časti programov v prevádzkovom režime PROGRAM TEST, napríklad k vyhľadávaniu geometrických nezlúčiteľností,

chýbajúcich alebo chybných údajov v programe a porušenie pracovného priestoru. Simulácia je podporovaná graficky s možnosťou rôznych pohľadov.

Vytvorenie nového programu

K vytvoreniu nového programu je potrebné dať najprv tomuto programu meno. TNC uloží program na pevný disk jako súbor s rovnakým menom. Takisto aj texty a tabuľky ukladá TNC v pamäti jako súbory. Aby bolo možné súbory rýchlo vyhľadávať a spravovať, má TNC špeciálne okno pre správu súborov. Tu sa jednotlivé súbory dajú vyvolávať, kopírovať, mazať a premenovávať. S TNC sa dá spravovať ľubovoľný počet súborov, celková veľkosť všetkých súborov však nemôže prekročiť 2 000 MBytov. Na obrazovke sa pred samotným spustením programu objaví funkcia BLOCK FORM (neobrobený polotovár). Potom volíme osi vretien a následne sa zadávajú súradnice X, Y, Z.



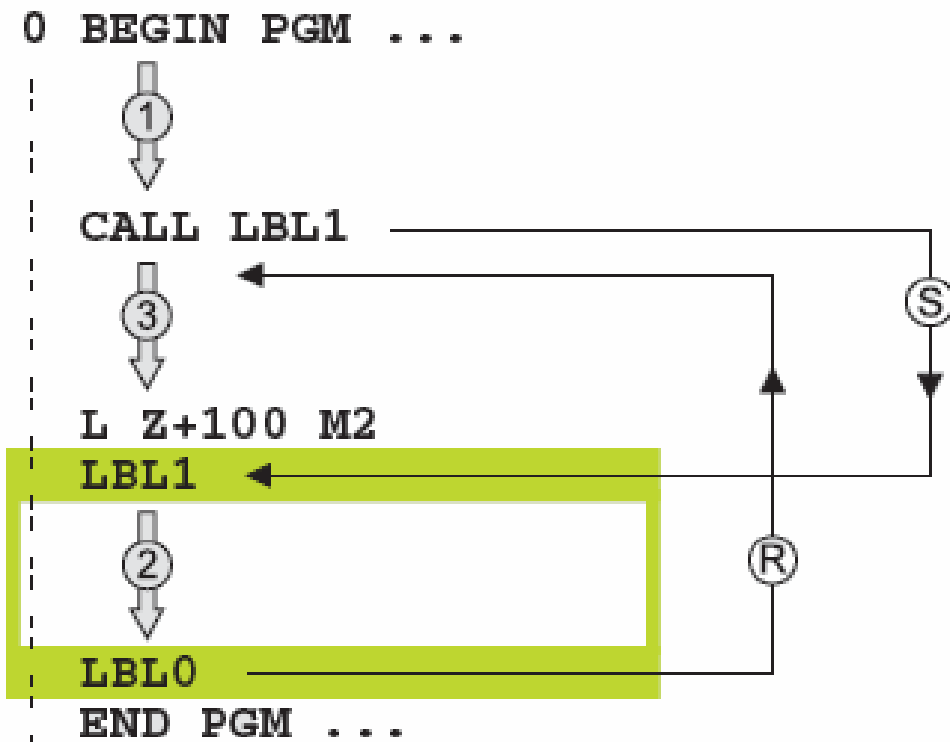
Obr. 23 Program zadat/editovat'

Podprogramy a opakovanie častí programu

Obrábacie kroky, ktoré sa opakujú, sa zadávajú len jedenkrát ako podprogram alebo opakovanie častí programu. Ak sa uskutoční časť programu len za určitých podmienok, potom sa nadefinujú tieto programové kroky taktiež v nejakom podprograme. Okrem toho môže obrábací program vyvolať iný program a spustiť ho.

Práca s podprogramom

Hlavný program prebieha až do vyvolania podprogramu CALL LBL 1. Potom sa prevedie podprogram označený pomocou LBL 1 až do svojho konca LBL 0. Ďalej pokračuje hlavný program. Podprogramy sa dávajú za koniec hlavného programu.



Obr. 24 Práca s programom

Programovanie obrysov

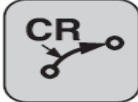



Obrys obrobku sa skladá z viacerých obrysových prvkov, ako sú priamky a kruhové oblúky. Tie môžeme programovať pomocou dráhových funkcií. Ak sa vytvára program pre obrábanie, programujú sa postupne dráhové funkcie pre jednotlivé prvky obrysu obrobku. K tomu sa zvyčajne zadávajú súradnice koncových bodov obrysu z kótovaného výkresu. Z týchto zadaní súradníc nástrojových dát a korekcie rádiusu zistí systém skutočnú dráhu. Ak nie sú obrysy kompletne zakótované, že

koncové body prvkov obrysu nie sú úplne jednoznačne zadané v pravouhlých alebo polárnych súradniciach, potom sa dá vytvoriť program pomocou voľného programovania kontúr FK.

Programovanie pomocou funkčných kláves

Tlačidlá Funkčných klávesov sú zobrazené na konzole stroja. Ak je potrebné napríklad naprogramovať priamku, stlačí sa klávesa so symbolom pre lineárny pohyb. Všetky potrebné informácie pre popis NC bloku ako súradnice cieľového bodu, posuv, korekcie nástrojov a M funkcie si formou dialógu vyžiada systém sám. Príslušné klávesy pre zadávanie kruhovej dráhy, skosenie a zaoblenie rohov podstatne zjednodušia priebeh programovania. Nižšie sú uvedené príklady funkčných tlačítok s popisom funkcie.

Tabuľka 1 Vybrané funkčné klávesy

Poradové číslo	Popis	
1	Kruhová dráha s rádiusom	
2	Kruhová dráha okolo stredú kruhu	
3	Stred kruhu/pól pre polárne súradnice	
4	Kruhová dráha s tangenciálnym napojením	

4.2.3 Popis CNC stroja zvoleného na výrobu danej súčiastky

4.2.3.1 Vertikálna frézovačka FV 25 CNC A

Tento stroj sa vyznačuje pevným vretenníkom, zvislým vretenom, číslicovým riadením posuvov v osiach X, Y, Z. Výhody tohto typu stroja spočívajú predovšetkým pri obrábaní stredných a malých súčiastok, pohon a rozsah otáčok vretena umožňuje efektívne obrábanie všetkých druhov kovov, od nástrojárskych ocelí až po zliatiny ľahkých kovov.



Obr. 25 Frézovačka FV 25 CNC A

Tabuľka 2 Technické parametre frézovačky FV 25 CNC A

Parameter	Hodnota
Rozmer pracovnej plochy	350 x 1300 mm
Počet upínacích drážok	5
Maximálne zaťaženie stola	200 kg
Pracovný zdvih pozdĺžny	760 mm
Pracovný zdvih priečny	355 mm
Pracovný zdvih zvislý	152 mm
Posuv v osiach X,Y,Z	2,5-3000 mm.min ⁻¹
Rýchloposuv v osiach X,Y,Z	9000 mm.min ⁻¹
Celkový príkon	22 kW
Hmotnosť	1500 kg
Zastavaná plocha	2588 x 2750 mm
Výška	2030 mm
Vzdialenosť osi vretena od vedenia stojanu	373 mm
Otáčky - počet stupňov	2
Rozsah otáčok (plynule)	50 - 6000 min ⁻¹
Výkon motora	5,5 kW

Ovládací panel stroja umožňuje komunikáciu medzi programátorom a obrábacím strojom. Obsahuje tlačítka pre tvorbu a simuláciu NC programov, ovládanie stroja v ručnom a automatickom režime a ovládacie prvky napríklad pre upínanie nástroja, alebo spúšťanie chladiacej emulzie. Označenie kláves je prehľadné a je ergonomické, je zaistená vysoká miera pohodlia pri ovládaní.

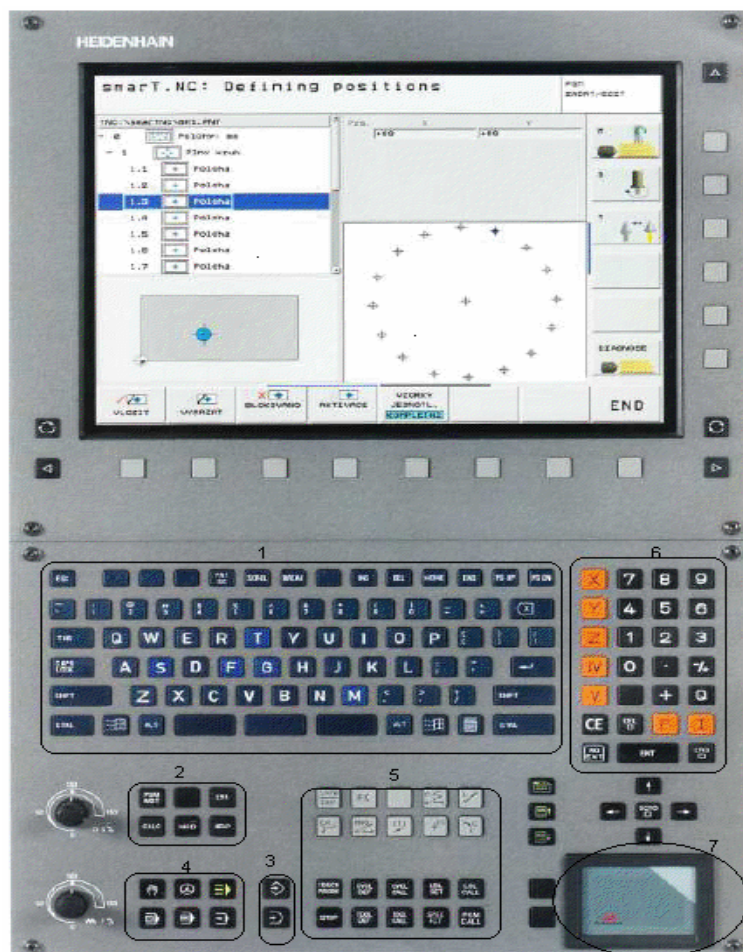


Obr. 26 Ovládací panel

V práci sa uvádzajú vybrané funkčné klávesy, ktoré sú často používané v tejto práci.

Fukčné klávesy:

1. Klávesnica s abecedou na zadávanie textu, mien súborov a programovanie- nachádza sa vo vrchnej časti tlačidlovej plochy
2. Správa súborov- voľba mazania súborov, externý prenos dát
3. programovacie prevádzkové režimy, tlačítko zadať editovať
4. Strojné prevádzkové režimy
5. Vytváranie programovacích dialógov
6. Zadávanie čísel a voľba osí
7. Dotykový kurzor



Obr. 27 Prehľad funkčných kláves riadiacej konzoly

4.3 Metodický postup výroby dielca na CNC stroji so systémom Heidenhain

Volba nástroja- pri výbere nástroja zohľadňujeme spôsob obrábania, vlastnosti materiálu, rezné podmienky, účel obrábania.

Určenie nulového bodu dielca- od tohto bodu vychádzajú všetky ostatné rozmery obrobku, čiže vo všetkých osiach X,Y,Z.

Určenie otáčok a posuvov - pri určovaní rýchlosti posuvov a otáčok vychádzame z parametrov nástroja a vlastností materiálu. Spravidla sa otáčky zadávajú do kompilácie programu, takže každý z nástrojov má vopred zadané otáčky.

Zapínanie stroja a nábeh do referenčných bodov - po zapnutí stroja vykonávame uvedenie stroja do referenčných bodov, čím sa stroj nastaví do správnych polôh vhodných pre obrábanie.

Upnutie obrobku - obrobok musí byť dôkladne upevnený pomocou úpiniek, alebo iných upínacích zariadení tak, aby spĺňal pevnostné kritériá pri zaťažení obrábaním.

Vloženie vzťažného bodu indikáciou polohy - pomocou indikátora vloženého vo vretene stroja nájdeme nulové body v osiach X,Y,Z, čím stanovíme vzťažný bod, od ktorého sa budú odvíjať všetky ostatné rozmery.

Zadanie vopred vytvoreného programu - program, ktorý sme vopred napísali pomocou dialógového softwaru teraz vyberieme zo súboru uložených programov a načítame ho do pamäte.

Skúšobný chod NC programu - prakticky testujeme chod stroja bez nástroja vloženého do vretena. Sledujeme pritom priebeh programu od začiatku po ukončenie programu. Tým pádom sa vyhneme prípadnej kolízii nástroja s obrobkom.

Upnutie nástroja na obrábací stôl a obrábanie dielca podľa programu - vyrábame súčiastku podľa plynúceho programu, po dokončení vyberieme výrobok, premeriame rozmery a zhodnotíme výrobok s výrobným výkresom. Ak sú všetky parametre vyhovujúce a jedná sa o sériovú výrobu, pokračujeme obrábaním ďalších dielcov.

4.3.1.1 Výber vhodného dielca z postrekovača pre výrobu na CNC stroji.

Pri výbere dielca z postrekovača uvažujeme predovšetkým zložitosť samotného dielca, tvar, rozmery a podobné charakteristiky, ktoré môžu priamo ovplyvňovať výrobu súčiastky. Postrekovač sa skladá z viacerých dielcov, ktoré je možné vyrábať pomocou CNC strojov. Z hľadiska efektívnosti využitia CNC stroja je ale menej vhodné vyrábať dielce, na ktoré nie sú kladené vysoké nároky na presnosť. Zameral som sa preto na súčiastku, ktorá je vhodná pre výrobu na CNC stroji.

Na označenej časti obrázka je znázornený diel, ktorý bude vyrábaný na CNC stroji. Je to spojovacie koleno, ktoré je dimenzované tak, aby spĺňalo požiadavky ako pevnosť, nehrdzavejúcosť, lícovanie s priliehajúcimi časťami postrekovača a v neposlednom rade životnosť.



Obr. 28 Postrekovač na pásový zavlažovač



Obr. 29 Vhodný dielec

4.3.1.2 Program pre výrobu kolena v riadiacom systéme Heidenhain

Vytvorenie programu musí byť v týchto krokoch:

1. Začiatok programu

2. Definovanie polotovaru
3. Definovanie nástrojov
4. Vyvolanie nástroja
5. Vlastný program
6. Koniec programu

Program pre výrobu vhodného dielca je nasledovný:

```

0 BEGIN PGM FREZOVANIE KOLENA MM názov programu
1 BLK FORM 0.1 X-160 Y-170 Z-150 definícia polotovaru
2 BLK FORM 0.2 X+9 Y+26 Z+1 definícia polotovaru
3 TOOL CALL 42 Z S6000 vyvolanie nástroja + otáčky
4 L Z+200 R0 FMAX M3 M25 nadídenie na bezpečnostnú výšku, zapnutie vretena, chladenie
5 CYCL DEF 208 frézovanie kontúry
  Q200=+0.5
  Q201=-20
  Q206=+400
  Q334=+0.25
  Q203=+0
  Q204=+100
  Q335=+8
  Q342=+5
6 CALL LBL 1 Vyvolanie podprogramu
7 CALL LBL 1
8 L Z+250 R0 FMAX M9
9 L Z+300 X-100
  Y+150 R0 FMAX M2
10 CALL LBL 1
11 LBL 1
12 L X-44 Y+19 R0 FMAX M99
13 L X+0 Y+0 R0 FMAX M99
14 LBL 0
15 CYCL DEF 8.0 ZRKADLENIE
16 CYCL DEF 8.1
17 L Z+300 R0 FMAX M9
18 CYCL DEF 19.0 ROVINA OBRABANIA
19 CYCL DEF 19.1 B+0 F1000 VZDAL.20
20 L B+Q121 F2000
21 CYCL DEF 19.0 ROVINA OBRABANIA
22 CYCL DEF 19.1 ŠIKMÁ PLOCHA
23 L Z+300 Y+150 X-100 R0 FMAX M2
24- TOOL CALL 6
25 LBL 1
26 L X-40 Y-40 RL
27 L X+120
28 LBL 0
29 TOOL CALL 7
30 LBL 2
31 L X+20.02 Y+20 RL
32 L Y-6037 X+95 Y+65 RL
33 CHF 10
34 L X+95 Y+0 RL
35 L X+58.66
36 L Y+20
37 LBL 0
38 END PGM FREZOVANIE KOLENA MM

```


4.3.1.3 Postup pri výrobe dielca

Príprava stroja

Akonáhle po zapnutí stroja uvedieme polohu stroja do referenčných bodov. Obrábaný materiál je upnutý do zveráku s pneumatickým doťahovaním. Nasleduje polohovanie nástroja voči obrobku do nulového bodu, ktorý máme definovaný. Vytvorený program na konzole stroja otestujeme simuláciou, aby sme boli presvedčení o správnosti priebehu programu , prípadne sa vyhli nožnej kolízii.

Výber materiálu

Materiál súčiastky bude dural. V praxi sa veľmi často vyskytuje pre jeho vynikajúce mechanické vlastnosti a aj preto, že má nízku mernú hmotnosť. Je pevný, dobre obrobiteľný a zvariteľný, má vysokú odolnosť voči korózii. Polotovár bude mať východiskové rozmery 125 x 153,74 x 169,76 (h x š x l) mm.

Obrábanie

Pri obrábaní prvého kusu dohliadame na správny chod nástrojov, prípadné odchýlky voči obrazovému testovaniu sa snažíme registrovať včas. Pri obrábaní sme urobili fotografiu ako názornú ukážku zo samotnej výroby. V Sériovom procese výroby súčiastok je dôležité predovšetkým zameriavať sa na opotrebenia rezných nástrojov, aby kvalita povrchu bola podľa určenia technickej dokumentácie.

Vysvetlenie krokov v priebehu programu

1. začiatok programu - Názov súčiastky, jednotky.

0 BEGIN PGM 1 MM

2. Definovanie polotovaru – tu sa zvolia osi vretena a následne sa zadávajú súradnice X, Y, Z MIN bodu a souřadnice X, Y, Z MAX bodu.

1 BLK FORM 0,1 Z X+0 Y+0 Z-10

2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+70 Z+0

3. Definovanie nástrojov – Programujeme túto časť na stroji, keď sa namerajú korekcie nástrojov- dĺžky a rádiusu

3TOOL DEF 1 L150 R 15

4. Vyvolanie nástroja - Tu zadávame číslo nástroja, ak ho máme vopred definovaný v prvých riadkoch programu. Ďalej zadávame os vretena Z a otáčky vretena .

4 TOOL CALL 1 Z S2400

5. zadávanie pohybov nástroja, resp. obrobku - Programovanie obrysov a cyklov

24 L Z+2 R0 FMAX

25 L X+60 Y-30

26 L Z-5 R0 F550

27 L Y+0 F550

28 L X+50

29 CR X+40 Y+10 R+10 DR+

30 L X+30

31 L X+5 Y+15

32 L Y+50

35 L Y+55

36 L X+55 Y+65

37 L X+95

Programovanie obrysových častí dielu

Programovanie spočíva v spájaní funkcií, ktoré sa programujú ako priamky a oblúky. Samotný obrys súčiastky sa skladá z viacerých obrysových prvkov. Pri tvorbe programu sa postupne programujú dráhové funkcie pre konkrétne obrysy obrobku. Z takýchto zadaní systém dokáže vytvoriť skutočnú dráhu pre obrábanie. Systém po čítaní riadkov z programu vysiela signál pre chod osí, ktoré sa súčasne pohybujú vo všetkých osiach, ktoré boli v riadku definované.

Priamka „L“ sa aktivuje stisnutím klávesy. Systém prechádza nástrojom po priamke zo svojej aktuálnej polohy do koncového bodu priamky. Počiatočný bod je bod kde skončil predošlý vetu a koncový je definovaný vo vete, ktorú práve číta. Pri tvorbe programu nemusíme zakaždým písať dráhu, v ktorej chceme obrábať, keď tento číselný údaj bol už spomenutý v predchádzajúcom riadku. Zadávajú sa súradnice koncového bodu priamky, korekcia rádiusu, rýchlosť posuvu a prídavné funkcie.

Vloženie skosenia medzi dve priamky

Táto klávesa CHF sa používa vtedy, ak potrebujeme dve priamky ošetriť úkosom. Vpriamkových blokoch pred a za blokom je potrebné naprogramovať zakaždým obidve súradnice roviny, v ktorej sa má skosenie uskutočniť. Korekcia rádiusu musí byť rovnaká aj na začiatku aj konci bloku.

37 X+95 Y+65 RL

38 CHF 10

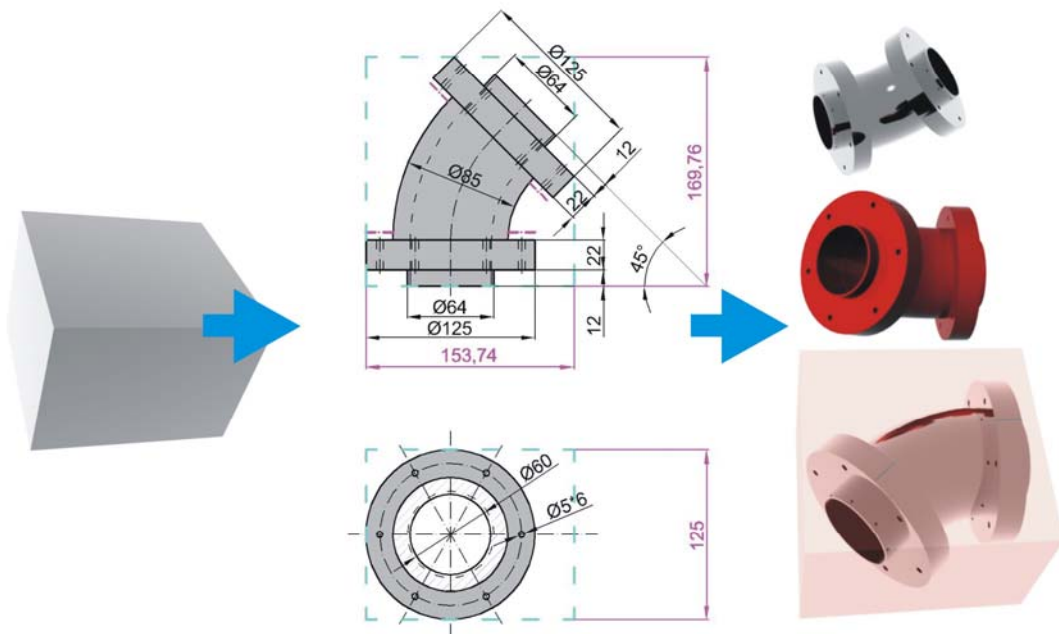
39 L X+95 Y+0 RL

Zaoblenie rohov pomocou klávesy RND

Táto funkcia zaobľuje rohy obrysu. Nástroj tak vytvorí zaoblenie, ktoré sa tangenciálne napojuje na prvok obrysu z predchádzajúcej vety na nasledovnú.

Výstupný dielc a jeho aplikácia

Po uskutočnení všetkých týchto operácií získame navrhovaný dielc. Prehľadná schéma vývoja produktu je na obr. 30. Vstupom je polotovár predpísaných rozmerov. Potom je treba mať k dispozícii presné rozmery súčiastky resp. dielca. Výstupom po všetkých aplikovaných úkonoch na CNC stroji je spomínaný dielc (obr.31).

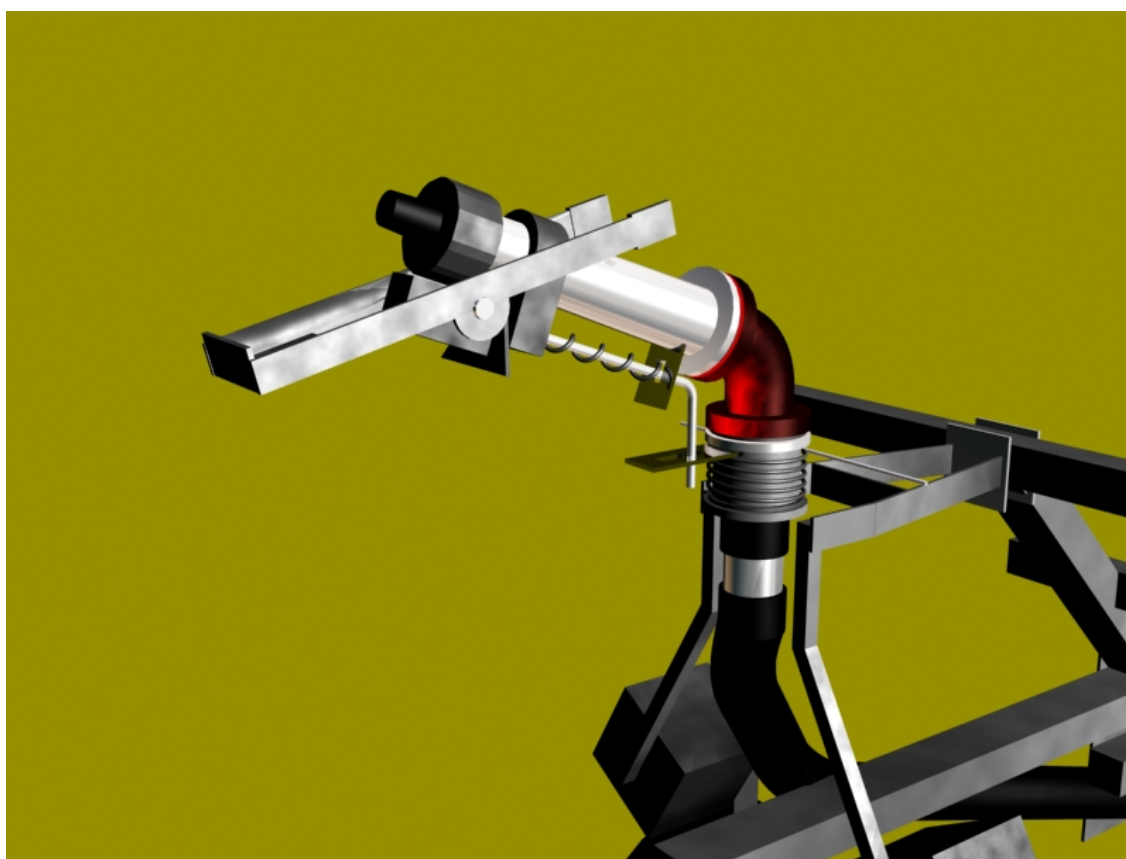


Obr. 30 Postup výroby dielca na postrekovač

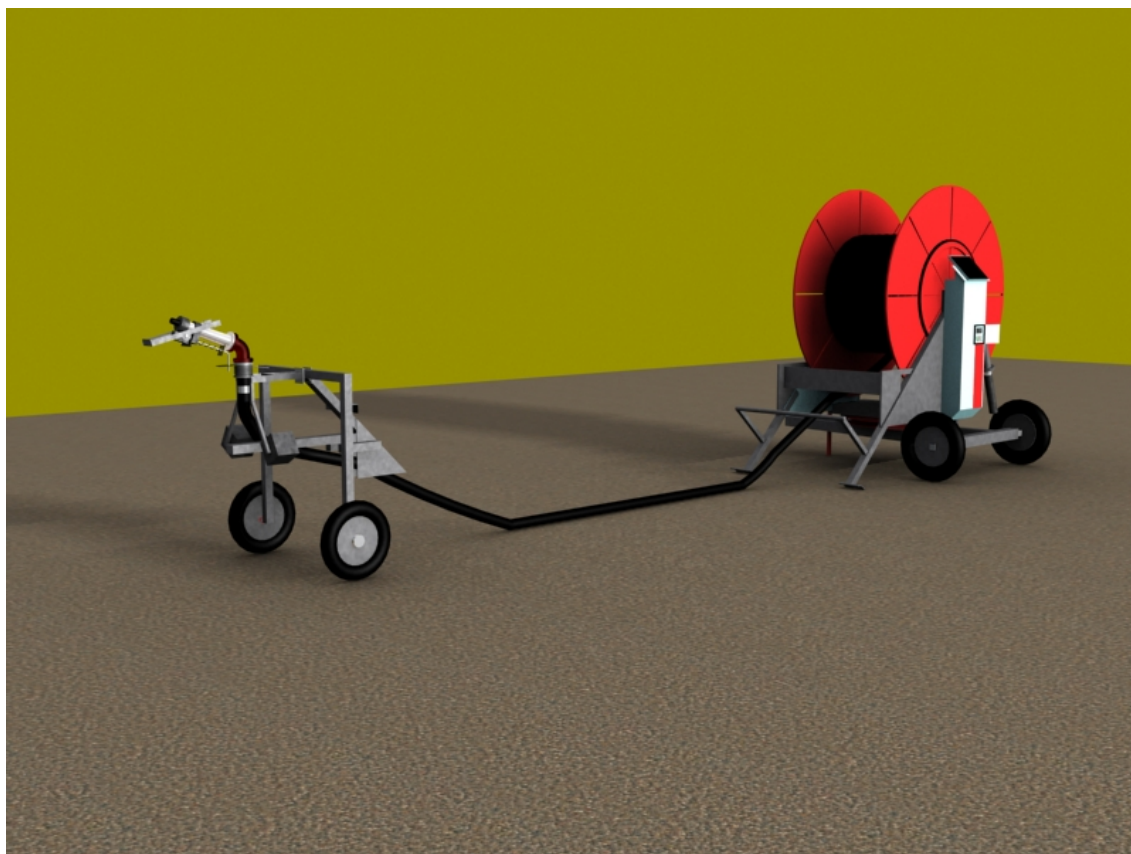
Na obr. 32 sa zobrazila aplikácia vyrobeného dielca s ostatnými komponentami navrhovaného postrekovača. Na pásový zavlažovač nemenovanej firmy je možné pripojiť navrhnutý postrekovač (obr. 33).



Obr. 31 Navrhnutý dielec



Obr. 32 Navrhnutý postrekovač



Obr. 33 Pohľad na celý zavlažovač s postrekovačom

5 NÁVRH NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV

Dosiahnuté výsledky je možné využiť pri výrobe navrhnutého dielca. Ďalej je treba povedať, že diplomová práca môže poslúžiť ako návod postupu návrhu ostatných dielcov postrekovača, dielcov podvozku postrekovača atď..

6 ZÁVER

V diplomovej práci sa charakterizovali zariadenia a ich rozdelenie. Vybrali sa dve firmy o ktorých sa povedali základné informácie. Popísali sa aj základné informácie o CNC strojoch, o rôznych spôsoboch programovania a riadiaci systém Heidenhain. Predmetom diplomovej práce bola aplikácia CNC strojov pri výrobe vybraného komponenta pásového zavlažovača. Vstupný materiál bol polotovar. Návrh sa týkal iba jednej vybranej súčiastky resp. dielca. U tejto súčiastky sa vytvoril program na vybranom CNC stroji. V poslednej časti kapitoly 4 sa zobrazila vytvorená súčiastka.

7 LITERATÚRA

1. BAKER, P. - SIMONÍK, J. 1989. Stroje pre zemné a melioračné práce. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre, 1989. 205s.
2. HELDI, A. 1998. Hospodárenie v závlahových podmienkach: Poradenská príručka. Bratislava: SEMISOFT, 1998. 121 – 124 s. ISBN 80-85755-04-1.
3. REHÁK, Š. – ŠANTA, M. – ZÁPOTOČNÝ, V. 2001. Závlahová voda – nezastupiteľný produkčný a ekonomický faktor. Vydal: SEMISOFT s.r.o. Bratislava v roku 2002. 120 s. ISBN 80-85755-11-4.
4. RŮŽIČKA, M. 1996. Technika a kvalita zavlažování: Studijní informace ÚZPI. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996. 50 s. ISSN 0862-3562.
5. SIMONÍK, J. – JOBBÁGY, J. 2006. Zlepšovanie účinnosti zavlažovania zvyšuje úrodu i úspory vody. In: Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve, roč. IX, 2006, č.3, s.5 – 7.
6. SIMONÍK, J. – RŮŽIČKA, M. – JOBBÁGY, J. 2009. Stroje pre zemné a melioračné práce. In: Vysokoškolská učebnica, Nitra: SPU, 2009, 202 s. ISBN 978-80-552-0251-8
7. Rainstar. [cit. 5.02.2010] [s.a.] Dostupné na internete:
http://img.alibaba.com/photo/10832388/RAINSTAR_hose_reel_irrigation_machine.jpg
8. Bauer1. [cit. 5.02.2010] [s.a.] Dostupné na internete:
http://www.bauer.sk/p_zt_dalekydostrek_vykon.htm
9. Bauer2. [cit. 5.02.2010] [s.a.] Dostupné na internete:
http://www.bauer.sk/p_zt_konzoly.htm
10. Bauer3. [cit. 5.02.2010] [s.a.] Dostupné na internete:
<http://imgs.tootoo.com/60/a4/60a437087aea1d7be1e599fbac56d79b.jpg>
11. Irtec1. [cit. 7.02.2010] [s.a.] Dostupné na internete:
http://www.agroservis.sk/page.asp?prg=produkty&status=menu3&menu1=zavlahu&menu2=zavlahu&menu3=irtec_zavlahu
12. Irtec2. [cit. 7.02.2010] [s.a.] Dostupné na internete:
<http://www.zwienenbergmarkelo.nl/images/werktuigen/irtec-regeninstallatie.jpg>
13. Irtec4. 2006. Prezentácia firmy Irtec, 2006.
14. <http://www.tlakinfo.cz/t.py?t=2&i=1092&z=2>
15. <http://www.designtech.cz/c/cam/cnc-stroje-v-praxi.htm>
16. <http://www.cncci.com/resources/articles/what%20is%20cnc.htm>
17. www.lpsmachine.sk/sustruenie.html
18. http://www.atpjournal.sk/pdf/2002_05_25-27.pdf
19. http://www.bost.sk/my_files/bost_katalog_stroje.pdf
20. <http://www.hermlemachine.com/>
21. <http://www.heidenhain.com/>
22. http://www.crdatnc.sk/nc_tech.html
23. http://www.solid-solutions.com/html/cnc_prog.html
24. <http://www.universalclass.com/i/crn/8295.htm>
25. www.automatizace.cz/article.php%3Fa%3D985+v%C3%BDhody+heidenhain+530&hl=sk&ct=clnk&cd=1&gl=sk
26. www.slovak-design.sk/autodesk/?q=produkty/hlavne-produkty/edgcam_12 - 18k

PRÍLOHY



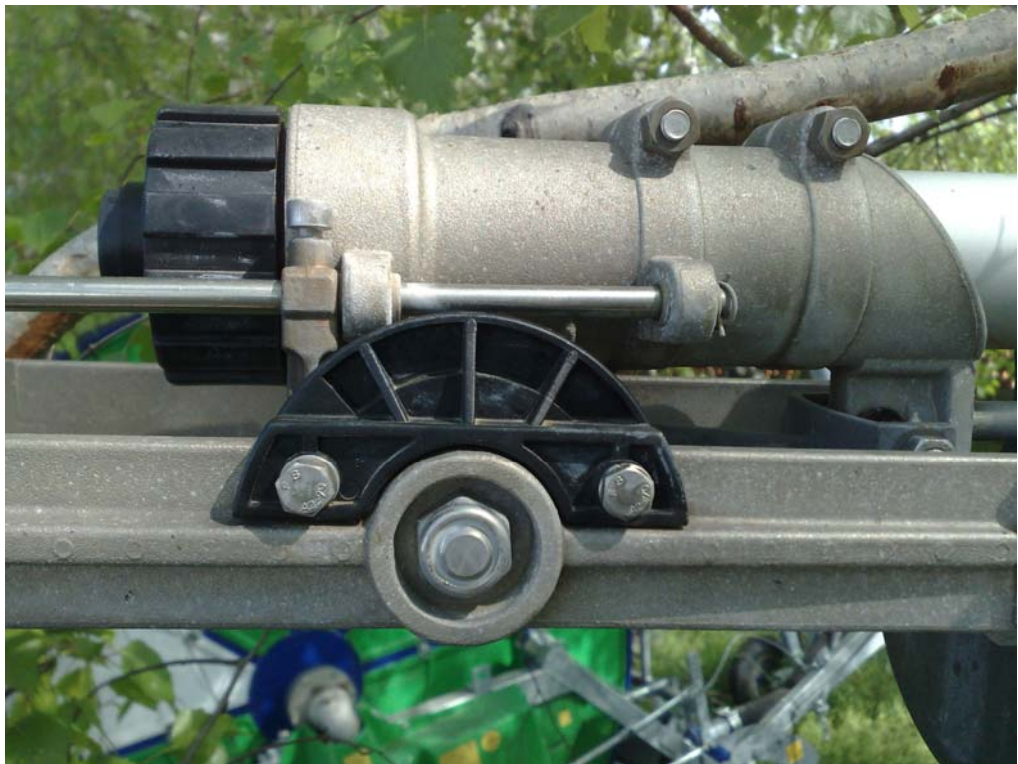
Obr. 34 Ďalekopřúdový postrekovač – Irtec, pohľad 1



Obr. 35 Ďalekopřúdový postrekovač – Irtec, pohľad 2



Obr. 36 Ďalekopřúdový postrekovač – Irtec, pohľad 3



Obr. 37 Ďalekopřúdový postrekovač – Irtec, pohľad 4



Obr. 38 Ďalekopřúdový postrekovač – Irtec, pohľad 5



Obr. 39 Ďalekopřúdový postrekovač – Irtec, pohľad 6