PROGRAMOVANIE CNC STROJOV – JE TO SKUTOČNÉ PROGRAMOVANIE?

NÉMETHOVÁ Silvia, SK – MRÁZEK Michal, CZ

Resumé

V rámci kurikulárnej reformy, ktorá aktuálne prebieha v Českej republike, sa plánuje vytvoriť samostatná vzdelávacia oblasť „Človek a technika“ s vyučovacím predmetom Technika. Tento predmet má zabezpečiť vzdelávanie žiakov a študentov po technickej stránke, do ktorej spadá aj práca s CNC strojmi. Veľakrát sa práve s CNC strojmi spája slovo „programovanie“, ktoré však nie je typické počítačové programovanie vyučované na stredných a vysokých školách. Nasledujúci článok sa venuje práve teoretickej analýze a porovnaniu týchto dvoch druhov programovania, z ktorého vyplýva či sa programovanie CNC strojov môže považovať za programovanie alebo nie.

Kľúčová slova: programovanie, CNC stroje, technika

PROGRAMMING OF CNC MACHINES – IS IT PROGRAMMING INDEED?

Abstract

As part of the curriculum reform currently underway in the Czech Republic, it is planned to create a separate educational area “Man and Technology” with the subject Engineering. This course is to ensure the education of pupils and students in technical terms, which also includes work with CNC machines. The word “programming” is often associated with CNC machines, but this is not the typical computer programming taught at secondary schools and universities. The following article is devoted to the theoretical analysis and comparison of these two types of programming, which shows whether the programming of CNC machines can be considered as programming or not.

Key words: programming, CNC machines, engineering

Úvod

Aktuálne prebieha v Českej republike kurikulárna reforma pre 2. stupeň základných škôl v oblasti technického vzdelávania, v rámci ktorej sa plánuje zriadiť nová vzdelávacia oblasť s názvom "Človek a technika", ktorá bude východiskom pre samostatný predmet s názvom Technika. Po analýze podkladovej štúdie k tejto revízii (Dostál, 2018) s očakávaným výstupom pre danú vzdelávaciu oblasť (Dostál, 2019) je programovanie CNC strojov zastúpené v tematickom celku "Technické činnosti a práce s materiálom". Pri výučbe techniky je nevyhnutné zapojiť do vyučovania praktické činnosti, pri ktorých sa využívajú „rôzne technické postupy, nástroje, pomôcky a prístroje“ (Dostál, 2019) medzi ktoré patria takisto CNC stroje. Využívanie a dostupnosť CNC strojov na školách sa môže zaradiť medzi slabé stránky z dôvodu ich finančnej náročnosti. Avšak, pre správne rozvíjanie technických znalostí je ich zaradenie do vyučovania potrebné. Používanie týchto strojov je vždy spojené so slovom "programovanie", čo môže byť veľakrát používané neoprávnene. Význam obsahu pojmu programovanie je nejednoznačne definované a skôr sa používa na označenie činnosti, výsledkom ktorej je program vo vyššom programovacom jazyku.

1 Informatika a programovanie

Informatika je vedný odbor, označenie ktorého má svoje základy v anglickom jazyku (Stoffová a kol., 2001). Pôvodný obsah pojmu informatika sa postupne menil a je odvážne tvrdiť, že v súčasnosti je štandardizovaná a jednoznačná (Stoffa – Stoffová, 2018). Na americkom kontinente sa ešte stále používa označenie Computer Science a termín Informatics nepoužívajú. V informatike sa používa univerzálny (anglický) jazyk. Aby sme daným výrazom rozumeli bez väčšej znalosti anglického jazyka, jazykový ústav s pomocou odborníkov v danom odbore sa snaží všetky pomenovania asimilovať alebo im prideliť ich vlastný názov či preklad. Nie každý z týchto prekladov je však správny. Niekedy sa môže stať, že sa vytvoria synonymá, ktoré spolu nesúvisia. Výborným príkladom môže byť odvetvie techniky. Okrem iného je v rámci neho známa aj výroba pomocou CNC strojov (z anglického Computer Numerical Control). V slovenskom, a aj českom, preklade hovoríme o programovaní CNC strojov, teda strojov riadených počítačom. Ponúka sa nám otázka, či sa dá naozaj hovoriť o programovaní.

Programovanie označuje konštruktívnu myšlienkovú činnosť (Gunišová), ale i odvetvie informatiky, ktoré sa zaoberá vytváraním nových programov a aplikácií v programovacom prostredí, ktoré využíva nejaký programovací jazyk. Vytvorenie takéhoto programu sa skladá z troch častí – algoritmizácie problému, vytvorenie samotného programu a zapísania a doladenia programu na počítači (Gunišová). Aby sme presne definovali slovo programovanie, pozreli sme sa na jeho definíciu v akademickom slovníku cudzích slov. Slovo programovanie má grécky pôvod a slovník ho definuje vo viacerých sférach – v oblasti výpočtovej techniky ako „prípravu a ladenie programov pre počítač“ (Petráčková, 2005). Jinoch v *Programování v jazyku Pascal* (1987) definoval programovanie ako činnosť, pri ktorej programátor v programovacom prostredí tvorí program pomocou programovacieho jazyka.

Pri programovaní sa spomína pojem algoritmus. Martínková (2007) opísala program ako „algoritmus zapísaný v programovacom jazyku“. Algoritmus je postup riešenia úlohy pomocou príkazov. Algoritmus musí podľa Jinocha (1987) spĺňať niekoľko znakov – konečnosť, elementárnosť, determinovanosť, rezultatívnosť, hromadnosť a efektívnosť. Pre algoritmus je teda podstatné, aby bol využiteľný v praxi, jednoduchý, zrozumiteľný a jednoznačný, čas jeho činnosti (odozvy) by nemal byť príliš dlhý, a samozrejme, musí riešiť zadaný problém.

2 CNC stroje

CNC stroje využívame na výrobu širokého spektra produktov a súčiastok v kusovej i sériovej produkcii, rovnako i zložitejších súčiastok, ktoré na bežných konvenčných strojoch nebolo možné vyrobiť, prípadne by výroba takýchto súčiastok bola príliš komplikovaná. Keď sa opäť pozrieme do akademického slovníka cudzích slov, skratka CNC je preložená ako „číslicové riadenie pomocou počítača“ (Petráčková, 2005), čiže k plnému využívaniu týchto strojov potrebujeme počítač, konkrétne mikropočítač s mikroprocesorom, so špeciálnym softvérom (dalo by sa hovoriť o programovacom prostredí), polovodiče a PLC (Programmable Logic Control) programovateľné logické automaty, ktoré riadia a vyhodnocujú funkcie logickými úrovňami 0 a 1 (Keller, 2005). Pri CNC strojoch je využívaná pružná automatizácia kedy pri zmene vyrábanej súčiastky je postačujúce vymeniť zadaný program. Zadané informácie v programe sú zapísané pomocou čísl a znakov a jednotlivé časti programu sa dajú charakterizovať ako oddelené postupnosti znakov, ktoré sa nazývajú bloky.

Obrázok 1 – Riadiaci panel CNC stroja (VITRALAB: Príručka CNC programování, 2009)

3 Programovacie prostredie

Programovacie prostredie je softvér špeciálne navrhnutý pre vytváranie nových programov. Každé programovacie prostredie využíva jeden konkrétny programovací jazyk. Programovací jazyk je umelo vytvorený komunikačný prostriedok pre zadávanie vstupov a tvorbu algoritmov. Ako každý jazyk, aj programovací jazyk má svoje zásady a syntaktické pravidlá, ktoré sa musia dodržiavať a programátor či akýkoľvek používateľ tohto jazyka musí poznať, aby bol schopný s ním pracovať, čítať ho a upravovať. Jednu vec majú všetky jazyky spoločné – logiku. Vieme, že využitie cyklu `for` nám vytvorí cyklus s pevným počtom opakovaní, cyklus `while` je zase cyklus riadený podmienkou zadanou na začiatku a podobne. V každom programovacom jazyku sú vyhradené kľúčové slová, ktoré je zakázané používať v inom význame, než na ktorý sú určené, napr. v jazyku Python sú to slová `if`, `elif` (používané pri zadávaní podmienok), `for`, `while` (používané pre cykly), `import` (používané pre vstup/načítanie modulu). Okrem nich využíva operátory (znaky používané pri matematických výpočtoch), identifikátory (slová, ktorými sa pomenúvajú jednotlivé objekty), premenné a konštanty, ktoré sú definovaného údajového typu.

Pri tvorbe programov v programovacom jazyku Python využívame programovacie prostredie na to určené. Existuje niekoľko prostredí, v ktorých môžeme tento jazyk využívať. Prostredie Python 3.8.0 pracuje v interaktívnom a takisto programovacom móde. V interaktívnom móde (nazývaný Shell) nám program automaticky odpovedá na zadané príkazy. V programovacom móde tvoríme zdrojový kód, definujeme premenné, zadávame cykly atď. Príklad jednoduchého programu v programovacom prostredí Python využívajúce programovací jazyk Python je na obrázku 2.

```
File Edit Format Run Options Window Help
import tkinter
canvas=tkinter.Canvas(bg="white")
canvas.pack()

canvas.create_rectangle(10, 10, 110, 110)
canvas.create_rectangle(25, 25, 95, 95)
canvas.create_oval(45, 45, 75, 75)
```

Obrázok 2 – Programovacie prostredie Python

CNC stroje pracujú takisto v špeciálnom softvéri. Na trhu je v ponuke niekoľko druhov a výrobcov týchto softvérov. Napríklad softvér Fusion 360 ponúka nasledovné pracovné prostredie (obr. 3). Je to „program“, ktorý je vyjadrený ako sekvencia inštrukcií pripomínajúci strojový kód.

```
File Edit Find View Navigate Help
Working Files
1001.nc
Getting Started
screenshots
index.html
main.css

1 %
2 O01001
3 (Using high feed G1 F5000. instead of G0.)
4 (T1 D=44.45 CR=0. - ZMIN=17.5 - face mill)
5 (T6 D=3.969 CR=0. TAPER=118deg - ZMIN=2.5 - drill)
6 (T9 D=6.35 CR=0.381 - ZMIN=2.5 - bullnose end mill)
7 N10 G90 G94 G17
8 N15 G21
9 N20 G53 G0 Z0.
10
11 (Face3)
12 N30 T1 W6
13 (Aluminum Only Max Depth of Cut = 0.100")
14 N35 S7000 M3
15 N40 G54
16 N45 M8
17 N60 G0 X170.092 Y32.02
18 N65 G43 Z37. H1
19 N70 T9
20 N75 G0 Z27.
21 N80 G1 Z21.945 F1016.
22 N85 G18 G3 X165.647 Z17.5 I=-4.445 K0.
23 N90 G1 X141.2
24 N95 X11.2 F2667.
25 N100 G17 G2 Y60.442 I0. J14.211
26 N105 G1 X141.2
27 N110 G3 Y88.064 I0. J14.211
28 N115 G1 X11.2
29 N120 G18 G3 X6.755 Z21.945 I0. K4.445 F1016.
30 N125 G0 Z37.
31
32 (Face3)

Line 1, Column 1 — 10374 Lines
INS G-Code Spaces: 4
```

Obrázok 3 – Programovacie prostredie Fusion 360 (<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/cnc-programming-fundamentals-g-code/>)

4 Nulový bod

Keďže CNC stroje vyrábajú súčiastky, pre číslkové zadávanie pohybových dráh nástrojov je dôležité jednoznačné určenie súradníc osí pracovného priestoru stroja. Sú dva druhy pohybových osí, ktoré je možné riadiť – posunové a rotačné osi. Súradnicové systémy vychádzajú z noriem ON 20 0604 a ISO 841 (Keller, 2005), ktoré využívajú pravouhlú súradnicovú sústavu (osi X, Y a Z) a osi A, B a C, ktoré označujú rotačný pohyb okolo osí X, Y a Z. Os Z je hlavnou osou stroja a je rovnobežná s osou napríklad drôtu. Os X je hlavnou osou v rovine upínania obrobkov. Písmená U, V a W označujú tzv. združené osi, ak je v jednom smere viac riadených pohybov, ktoré sú označované indexami X1, X2 atď.

Obrázok 4 – Súradnicový systém CNC strojov (<https://www.harveyperformance.com/in-the-loupe/the-advances-of-multi-axis-machining/>)

Pri počítačovom programovaní (grafických objektov) sa takisto využívajú osi pre grafické znázornenie objektov. V tomto prípade sa však využívajú dve osi – X a Y, s nulovým bodom $[0, 0]$ v ľavom hornom rohu.

Obrázok 5 – Súradnicový systém v počítačovom programovaní (https://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/opengl/CG_BasicsTheory.html)

Pri CNC stojoch je však potrebné nastavenie nulového bodu obrobku. „Začiatok súradnicového systému, ktorý je daný výrobcom stroja, sa presúva do zvoleného bodu obrobku z dôvodu presného definovania súradnicového systému v programe, čím má systém začiatok pevne daný v zvolenom bode obrobku, ktorý volí programátor a od ktorého sa odvodzujú všetky programované súradnice“ (Keller, 2005). Východiskový bod sa vo frézovaní nastavuje na jeden z rohov polotovaru, prípadne do jeho stredu. Tým sa posúvajú všetky súradnice na osiach X, Y a Z, merajú sa 3 rozmery a vychádza sa z predpokladu, že sa nástroj pohybuje proti obrobku. Obrobok sa berie ako pevný a všetky pohyby robí nástroj bez ohľadu na realitu v CNC stroji. „Ak neboli zadane žiadne korekcie nástrojov ani poloha nulového bodu obrobku, riadi sa pohyb bodu N v súradnicovom systéme stroja so začiatkom M. Po zadaní korekcie nástroja je riadený pohyb bodu P nástroja v súradnicovom systéme stroja so začiatkom M“ (Keller, 2005).

Pohyb po úsečke je definovaný dvomi bodmi v priestore, ktoré musia byť pri programovaní pohybu zadane. Počiatočný bod opisuje aktuálnu polohu nástroja a koncový bod je zadáný v programe súradnicami X, Y alebo Z v mm, napr. `N0050 G01 X25.0`. Pohyb po kružnici je definovaný tromi bodmi v priestore – počiatočným a koncovým bodom oblúku a stredom oblúku.

Pri počítačovom programovaní sa program pohybuje v kladných číslach v smere osí X (zľava doprava) a Y (zhora nadol), pri záporných číslach sa posúvame v protismere. Ak chceme nejaký vyobrazený objekt posunúť, používame napr. príkaz *canvas.move(2, 30, -15)*, v ktorom prvé číslo v zátvorkách označuje objekt, druhé číslo zadáva posun v smere osi X a tretie číslo posun v smere osi Y. Zadaným príkazom teda posunieme objekt číslo 2 o 30 bodov na osi X a -15 bodov na osi Y.

5 Spôsoby tvorby programov

Ako už bolo spomenuté, CNC stroj potrebuje pre automatickú výrobu svoj program (tzv. NC (Numerical Control) program), ktorý popisuje geometriu obrábanej súčasti. Ten je možné vytvoriť tromi spôsobmi:

1. ručne, kedy programátor napíše celý NC program na základe výrobného výkresu,
2. pomocou CAD/CAM systému – CAD/CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing) je počítačový systém s integrovanou podporou konštrukcie a výroby súčastí na úrovni NC programov,
3. pomocou dielenského programovania, kedy je program vytváraný riadiacim systémom na základe zadaných informácií o polotovare a konečnom tvare súčasti (vhodné pre súčasti s jednoduchým geometrickým tvarom).

6 Tvorba a zápis programov

Prvé programy sa zapisovali na dierne štítky, resp. pásku, a rovnako sa zapisovali aj prvé NC programy. Program musel byť čo najstručnejší. Každý znak bol definovaný binárnym kódom z ASCII tabuľky. V súčasnosti je program uložený ako dátový súbor a z dôvodu spätnej kompatibility zostala zachovaná štruktúra programu a formát jednotlivých blokov daný normou ISO 6983 (definícia platných G-kódov – funkcií pre programovanie riadenia CNC strojov). Nie všetci výrobcovia CNC strojov však implementujú danú normu a preto vznikajú nové programovacie jazyky pre NC programy (Keller, 2005), ktoré spĺňajú normu ISO 14649 vydanú v roku 2011. V súčasnosti sú využívané G-kódy/M-kódy v rôznorodých aplikáciách pre počítačom riadené stroje, zároveň sú tieto kódy modifikované a dopĺňované o ďalšie, špecifické, funkcie ako T-kódy pre voľbu nástroja, F-kódy pre rýchloposun, atď. (Liou, 2019).

Každý NC program má svoje číslo, pod ktorým je v CNC systéme uložený. Ďalej je potrebné nastavenie nulového bodu obrobku, samotného nástroja a jeho korekcie, nastavenie rezných podmienok a roztočenie vretena. Nasleduje vlastný popis geometrie dráh rezov. Prípravná a obsahová časť sa niekoľkokrát opakujú (možnosť využitia volať už definované bloky) kvôli zmene rezných podmienok, výmene nástroja a podobne.

Celý program je rozdelený na jednotlivé kroky, kde každý krok predstavuje jeden blok (riadok) programu. Jednotlivé bloky sú vzostupne očíslované a jeden blok obsahuje jeden alebo niekoľko málo príkazov. Jeden blok sa skladá z čísla bloku a jednotlivých slov. Číslo bloku sa začína písmenom N (number) a za ním nasledujú čísllice, ktoré sa od seba neoddeľujú. Jednotlivé slová sa skladajú z adresnej časti tvorenej jedným písmenom a významovej časti tvorenej postupnosťou čísel a sú od seba oddelené aspoň jednou medzerou, ale časti slov sa neoddeľujú.

Príklad bloku NC programu: N0050¹ G²01³ X25.0 Z-5.2 F0.2 M08⁴

1. číslo bloku
2. adresná časť (funkcia)

3. významová časť
4. slovo

Pri počítačovom programovaní sa pracuje s príkazmi, ktoré sú reprezentované slovami v jednotlivých riadkoch. V závislosti od programovacieho jazyka môžu byť príkazy od seba oddelené interpunkčným znamienkom ; alebo pevnou medzerou (posun na nový riadok). Príkaz je zložený z jednotlivých slov a parametrov, ktoré príkaz definujú a konkretizujú.

Príklad riadku počítačového programu: `canvas1 = tkinter2.Canvas3(width=3004, height=300)`

1. identifikátor (meno objektu)
2. modul
3. slovo
4. parameter

Môžeme vidieť, že v oboch druhoch programovania sú používané slová, ktoré spĺňajú syntax zvoleného jazyka. Skutočný význam jednotlivých syntaktických jednotiek vyplýva nielen zo znalosti daného jazyka, ale aj zo znalosti technického zariadenia, ktoré je daným programom riadený. Kým na základe programu vo vyššom programovacom jazyku riadime počítač ako univerzálne technické zariadenie (ako programom riadený automat), v prípade CNC strojov programujeme konkrétne úkony, ktoré má toto technické zariadenie vykonať. Preto je pre programátora CNC strojov na písanie efektívnych riadiacich nutné dôkladne poznať technické možnosti a spôsob fungovania takéhoto zariadenia. Rovnako tu máme v oboch príkladoch adresné časti – v NC programe je adresnou časťou funkcia, ktorú využívame, pri počítačovom programovaní je to modul, z ktorého príkazy používame. Takisto príkazy obsahujú významové časti, teda parametre, ktoré opisujú konkrétnu činnosť zvoleného modulu či funkcie. Pri NC programe je navyše číslo bloku, ktoré pri počítačovom programovaní chýba. Riadky sa v počítačovom programovaní čísľujú automaticky programovacím prostredím. Toto číslo sa uvádza buď v pravom dolnom rohu okna, v ktorom pracujeme, alebo pred začiatkom riadku, do ktorého píšeme príkazy.

Ak sa pozrieme na ďalšie spoločné znaky programovania NC programov a počítačových programov zistíme, že oba druhy programovania využívajú napr. cykly. Tie sa využívajú pri komplikovanejších dieloch (obrobkoch), kedy by mohol vzniknúť dlhý a neprehľadný program. Rovnako sa z dôvodu opakovania príkazov a zvýšenia prehľadnosti využívajú cykly v počítačovom programovaní. Cykly pri NC programoch urýchľujú proces práce do jedinej, prípadne niekoľkých viet, pri počítačovom programovaní do niekoľkých riadkov.

Pre zadanie cyklu v NC programe musia byť známe počiatočný a konečný bod, hĺbka rezu, veľkosť pracovného posuvu a doplnkové parametre. Pri počítačovom cykle musí byť zadaný počet opakovaní (dolná a horná hranica počítadla) a príkazy, ktoré sa opakujú, s využitím variabilných premenných. Ostatné výpočty sú už úlohou programu samotného.

Pre porovnanie uvádzame príklady NC programu (obr. 6) a počítačového programu (obr. 7), ktoré vytvoria rovnaký útvar (obr. 8).

```

%0001
N0010 T0101 S3000 F350
N0020 M03
N0030 G54 G56
N0040 G00 X15.000 Y-18.000 Z15.000
N0050 G01 Z-3.000
N0060 G41 X-8.000
N0070 Y-42.000
N0080 G02 X-18.000 Y-52.000 I-10.000 J0.000
N0090 G01 X-42.000
N0100 G02 X-52.000 Y-42.000 I0.000 J10.000
N0110 G01 Y-18.000
N0120 G02 X-42.000 Y-8.000 I10.000 J0.000
N0130 G01 X-18.000
N0140 G02 X-8.000 Y-18.000 I0.000 J-10.000
N0150 G01 G40 X15.000
N0160 G00 Z15.000
N0170 T0202 S3300 F250
N0180 M03
N0190 G00 X-40.000 Y-30.000 Z15.000
N0200 Z1.000
N0210 G01 Z-0.500
N0220 G02 X-20.000 I10.000 J0.000
N0230 X-40.000 I-10.000 J0.000
N0240 G01 Z1.000
N0250 G00 Z50.000
N0260 M30

```

Obrázok 6 – Príklad NC programu (Keller, 2005)

```

import tkinter
canvas=tkinter.Canvas(bg="white")
canvas.pack()

canvas.create_rectangle(10, 10, 110, 110)
canvas.create_rectangle(25, 25, 95, 95)
canvas.create_oval(45, 45, 75, 75)

```

Obrázok 7 – Príklad počítačového programu

Obrázok 8 – Výsledok oboch programov

Pred spustením programu do prevádzky sa otestuje v simulátore a až po úspešnom riešení zadaného problému sa môže odoslať do ostrej prevádzky na CNC stroji. Rovnako to funguje s počítačovým programom, ktorý sa najskôr otestuje na virtuálnom zariadení a až následne sa posiela na trh či zákazníkovi na kontrolu.

Zo syntaktického hľadiska možno povedať, že pri riadení CNC strojov inštrukcia obsahuje „čo treba robiť“ a „čím to treba robiť“ a takúto inštrukciu CNC stroj vie vykonať. Podobne je to v programovaní vo vyššom programovacom jazyku. Príkaz je jednoznačný predpis (jedna syntaktická jednotka), ktorý vyjadruje čo treba urobiť a s akými hodnotami to treba robiť. Aby počítač vedel program napísaný vo vyššom programovacom jazyku vykonať (interpretovať), je nutné ho preložiť do strojových inštrukcií, vyjadriť ho pomocou inštrukčnej množiny procesora.

Záver

Na základe analýzy a porovnaní procesov tvorby programov vo vyššom programovacom jazyku a programovaní CNC strojov, možno nájsť spoločné znaky, ale aj veľa odlišností. Pri písaní

programov na úrovni univerzálnych programovacích jazykov k písaniu optimálnych a funkčných programov nie je nutné detailne poznať ako sú jednotlivé syntaktické jednotky realizované na hardvérovej úrovni. Študent, prípadne obsluha CNC stroja, ktorý vypracoval program pre daný stroj, musí mať nielen základné znalosti logiky a patričné zručnosti v písaní vhodného, funkčného a bezpečného kódu v danom programovacom nástroji, ale je nutná dokonalá znalosť zariadenia a jeho funkcií, činnosť ktorého sa riadi. V procese programovania počítačom ovládaných strojov sa riešený problém delí na čiastočné podproblémy a k nim sa vytvoria algoritmy. Pri vytváranom programe sa využívajú aj cykly (opakované úkony) na vyhotovenie výrobku. Tento program sa následne otestuje v počítači pomocou grafickej simulácie a uvedie sa do prevádzky na CNC stoji. Nedá sa povedať, že ide o typické programovanie, s ktorým sa na školách stretávame, či už pracujeme vo vyššom programovacom jazyku alebo v programátorskom prostredí. Takéto programy sú univerzálne a prenositeľné na iný počítač, kde je nainštalovaný potrebný softvér. Programátor musí vytvoriť zdrojový kód zložený z príkazov, ktorého výsledkom je program či softvér, ktorý rieši zadaný problém všeobecne. Programovanie CNC strojov využíva vlastný programovací jazyk, ktorý je využiteľný len v softvéri k tomu určenému, rieši zadaný problém na úrovni hardvéru, teda môže byť použité len pre konkrétne zariadenie na riadenie konkrétneho typu CNC stroja.

Podakovanie

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu IGA_PdF_2019_043 s názvom „Analýza vybraných aktuálnych problémov vo výuke informatiky zameraných predmetov s akcentom na on-line technológie“.

Literatúra

- Dostál, J. (2018). Podkladová studie: Člověk a technika. NUV: Praha. Dostupné z http://www.nuv.cz/file/3517_1_1/.
- Dostál, J. (2019). Očekávané výstupy učení pro vzdělávací oblast „Člověk a technika“ pro 2. stupeň základních škol. Verze 1.4.2. Dostupné z <https://digifolio.rvp.cz/artefact/file/download.php?file=86561&view=15685>.
- Gunišová, V. a Guniš, J. Základné pojmy a princípy programovania. Univerzita P. J. Šafárika: Prírodovedecká fakulta, Ústav informatiky. Dostupné z https://di.ics.upjs.sk/informatika_na_zs_ss/studijny_material/programovanie/teoria/pascal.pdf.
- Jinoch, J., Müller, K. a Vogel, J. (1987) Programování v jazyku Pascal. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury.
- Martínková, S. (2007). Algoritmy a programování. Masarykovo gymnázium Plzeň. Dostupné z https://www.mgplzen.cz/download/ivt/ivt_programovani.pdf
- Keller, P. (2005). Programování a řízení CNC strojů. Technická univerzita v Liberci: Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů.
- Liou, F. F. (2019). Rapid prototyping and engineering applications. Boca Raton, NY: Taylor & Francis group.
- Petráčeková, V. a Kraus, J. (2005). Slovník cudzích slov (akademický). 2., doplnené a prepracované vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo – Mladé letá. 1054 s. ISBN 80-10-00381-6.
- Stoffová, V. a kol. (2001) Informatika, informačné technológie a výpočtová technika: Terminologický a výkladov slovník. 1. vydanie. Nitra: Fakulta prírodných vied UKF v Nitre. 230 s. ISBN 80-8050-450-4.
- Stoffa, J. – Stoffová, V. (2017): Terminológia informatiky a IKT. 1. vydanie. Trnava: Trnavská Univerzita/VEDA. 245 s. ISBN 978-80-568-0065-2 (monografia).

VITRALAB: Příručka CNC programování (2009). Technická univerzita v Košiciach: Strojnícka fakulta. Dostupné z http://www.sjf.tuke.sk/vitralab/upload/CNC%20prirucka_CZ.pdf.

Kontaktná adresa:

Silvia Némethová, Mgr.,

Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, ČR, e-mail: silvia.nemethova01@upol.cz

Michal Mrázek, Mgr.,

Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, ČR, e-mail: michal.mrazek@upol.cz