

PROGRAMMING OF COMPUTER CONTROLLED MACHINES AT PRIMARY SCHOOLS – PRELIMINARY RESEARCH

PROGRAMOVÁNÍ POČÍTAČEM ŘÍZENÝCH STROJŮ NA ZŠ – PŘEDVÝZKUM

Pavel Moc

Abstract

In primary education, we usually only encounter the programming computer-controlled machines with 3D printing. Schools usually do not have other machines, for example, CNC milling machine, laser milling machine, etc. The incriminated issue can of course also be applied to other programmable devices at home. This issue is closer to the pupils and would probably cause greater motivation. It could be, for example, intelligent electrical installations, household appliances, etc.

Folowing research focuses on the actual technical feasibility of the research in practice. On its technical provision, time requirement and understanding of assigned research tests. Above all, filling out the student questionnaire and the Professional Orientation Test. A separate chapter contains tasks for pupils, focused on Logo programming. Depending on the result of this programming, the tasks may be adjusted, or the programmable device may be changed.

Key words: *CNC Mills in the classroom; CNC Cutter in the classroom; 3D Printer; technical education in primary school; machines; technics; engineering; engineering; algorithmization, PLC, Logo Siemens, Logo Soft.*

Abstrakt

Problematikou programování strojů řízených počítačem se v primárním vzdělávání setkáváme zpravidla jen u 3D tisku. Školy obvykle nedisponují dalšími stroji např. CNC frézka, laserová frézka atd. Inkriminovanou problematiku lze samozřejmě aplikovat i na jiná programovatelná zařízení v domácnosti. Tato problematika je žákům bližší a patrně by se projevila ve větší motivaci. Mohlo by se jednat např. o inteligentní elektroinstalace, domácí spotřebiče atd.

Následný výzkum se zaměřuje na vlastní technickou proveditelnost výzkumu v praxi. Na jeho technické zajištění, časovou náročnost a porozumění zadaným výzkumným testům. Především vyplnění dotazníku žáka a Testu profesní orientace. Samostatnou kapitolou jsou úkoly pro žáky, zaměřené na programování Logo. Dle výsledku tohoto programování může dojít k úpravě úkolů, případně ke změně programovatelného zařízení.

Klíčová slova: *CNC soustruh ve výuce; CNC frézka ve výuce; 3D Tiskárna; technické vzdělávání na ZŠ; stroje; technika; inženýrství; matematika; algoritmizace, PLC, Logo Siemens, Logo Soft.*

ÚVOD

Podle provedené analýzy ŠVP vybraných základních škol, ž se školy programování věnují, ale pouze v omezené míře. Pouze jedna škola má přímo ve výuce zařazený předmět Programování V ostatních případech se jedná spíše o splnění RVP, jaká je však skutečnost nelze nyní konstatovat. Dále bylo zkoumáno přímo na škole v rámci

vlastního předvýzkumu s využitím anonymního dotazníku pro učitele zabývajících se programováním ve vzdělávání.

Po provedení předvýzkumu byly zjištěné výsledky analyzovány především po technické stránce úkolů. Předvýzkum poukazuje, zda je pro vlastní výzkum možné použít připravené úkoly a následně je použít ve vlastním výzkumu. Případně zda bude potřeba inkriminované úkoly vhodně upravit. Stejně tak, zda bude možné využít zvoleného technického řešení programování počítačem řízených strojů.

1 DESIGN VÝZKUMU

Pro lepší orientaci v průběhu vlastního výzkumu se postupovalo v následujících krocích:

- východiska,
- cíl výzkumu,
- respondenti,
- časové rozložení,
- výzkumné metody,
- metody výzkumu.

1.1 VÝCHODISKA VÝZKUMU

Z uvedeného shrnutí ŠVP inkriminovaných škol plyne, že se programování věnují, ale pouze v omezené míře. Pouze jedna škola má přímo ve výuce zařazený předmět Programování V ostatních případech se jedná spíše o splnění RVP, jaká je však skutečnost nelze nyní konstatovat. Dále bylo zkoumáno přímo na škole v rámci vlastního výzkumu s využitím anonymního dotazníku pro učitele zabývajících se programováním ve vzdělávání.

1.2 CÍL VÝZKUMU

Podstatou výzkumu je zjistit, zda je možné k programování na ZŠ použít průmyslový automat PLC a případně jaké úrovně v řešení úkolů jsou žáci schopni dosáhnout. Zároveň zda má na dosaženou úroveň řešení úkolů vliv nejen osobní motivace žáka, ale i profesní orientace. Výsledkem bude doporučení s ohledem na motivaci a profesní orientaci, zda se této problematice věnovat na ZŠ, případně zda se jedná o programování vhodné až na elektro-technicky zaměřené SŠ V dnešní době se realizuje revize RVP, výsledek tak může odpovědět na rozsah a technické řešení programování na ZŠ dle připravovaného RVP.

1.3 RESPONDENTI

Pro účely výzkumu jsou respondenti vybíráni dle organizačních možností vybraných základních škol. V současném okamžiku jsou vybrány čtyři školy, kde byl vzorek žáků využit na programování PLC. Žáci budou vybráni dle momentálního rozvrhu – náhodná volba. Pro účely výzkumu není podstatné, zda se jedná dle rozvrhu o žáky na předmětu Informatika, případně Technická výchova V případě 28. ZŠ Plzeň se jedná o předmět programování. Všichni respondenti jsou žáci na druhém stupni, kteří dle ŠVP vybraných škol mají za sebou základní zkušenost s programováním v rámci vyučovaných předmětů.

1.4 ČASOVÉ ROZVRŽENÍ

Ověření úkolů v předvýzkumu proběhla na jaře školního roku 2021/2022 na několika žácích, kdy se ověřily připravené úkoly.

Následně po vyhodnocení a případné revizi úkolů bylo přistoupeno k vlastnímu zkoumání na inkriminovaných školách v průběhu školního roku 2022/2023.

Po uskutečnění výzkumu byly všechny výsledky zpracovány vhodným způsobem jako seznam dat, ze kterého následně bude analyzován výsledek dle předem stanovených hypotéz.

1.5 VÝZKUMNÉ METODY

V souvislosti s vlastním výzkumem se analyzuje současný stav programování na ZŠ. Byl použit řízený rozhovor – dotazník (J. Pelikán, 2011), za účelem zjištění skutečného stavu výuky programování v rámci Informatiky, Technické výchovy, případně jiného předmětu. Stav programování byl analyzován v předcházející kapitole a vypovídá tak pouze o přístupu školy k uvedené problematice. Skutečný stav programování a přístupu k problematice se může značně lišit od ŠVP. Použité dotazníky jsou anonymní a nebudou se detailně vztahovat ke konkrétní škole, aby nedošlo ke spojení výsledku dotazníku a konkrétního vyučujícího.

Vlastní výzkum zaměřený na žáky ZŠ byl realizován na základě připravených úkolů a dle organizačních možností školy. Předpokládá se realizace v menších skupinách, či dělených třídách. Pro účely výzkumu není podstatné, v jakém čase a předmětu výzkum probíhal. Podstatou výzkumu je zmapovat schopnosti řešit předložené úkoly. Výběr respondentů byl v devátém ročníku ZŠ náhodný dle organizačních možností vybrané školy.

Dosažené výsledky budou analyzovány ratingovou metodou s využitím posuzovací stupnice (J. Pelikán, 2011). Za absolutní řešení úkolů je považována hodnota 100 %, která odpovídá zadaným úkolům ve formě pracovních listů. Vyřešení každého úkolu bylo statisticky vyhodnoceno jako 6,66% splnění.

1.6 VÝZKUMNÝ ZÁMĚR

Do jaké míry dovednost řešit programovací úlohy odpovídá kognitivním schopnostem žáků a jejich zájmové profesní orientaci V této otázce je potřeba vnímat vnitřní motivaci žáka a tím ovlivněné schopnosti řešit úkoly jako jedno z kritérií. Osobní zájem ovlivňuje motivaci jedince, nemusí však korespondovat se skutečnou profesní typologií osobnosti, a tedy schopností řešit zadané úkoly. Naproti tomu může být schopnost řešit předložené úkoly na základě Testu profesních zájmů B-I-T II odlišné. Ačkoliv zde patrně hraje roli vnitřní motivace jedince, v úspěšnosti řešení úkolů se může více odrážet skutečná profesní typologie jedince. To znamená pravděpodobně větší úspěšnost při řešení složitějších úkolů. Tento předpoklad lze spatřit v osobní orientaci na elektrotechniku se kterou se váže hlubší smysl pro logické uvažování a objektovou představivost.

Výčet předpokladů:

- P 1: Žáci devátého ročníku ZŠ dokážou použít základní logické funkce a vyřešit zadané úkoly, u časových funkcí u čítačů bude potřeba k vyřešení pomoc vyučujícího.

- P 2: žáci devátého ročníku ZŠ kteří budou mít osobní zájem o technická studia na SŠ, dosáhnou v řešení úkolů s časovači a čítači větší úspěšnosti než žáci s nezájmem o technická studia.
- P 3: žáci devátého ročníku ZŠ dle Testu profesních zájmů B-I-T II kteří budou mít profesní orientaci v elektrotechnice zvládnou vyřešit všechny zadané úkoly.
- P 4: žáci prvního ročníku SŠ s elektrotechnickým zaměřením dokáží vyřešit všechny zadané úkoly.

2 PŘÍPRAVA METODICKÉ PŘÍRUČKY PRO UČITELE A PRACOVNÍCH LISTŮ PRO ŽÁKY

Soubor úkolů je pojat jako metodická příručka pro učitele a pracovní listy žáka. Jeho úkolem je naučit jednoduše a zábavnou formou programovat průmyslový automat LOGO od firmy Siemens.

Smyslem metodické příručky s úkoly je pochopení základních principů funkce logických automatů. Nejde jen o základní logické funkce, ale i o speciální funkce, které automaty obecně nabízejí, příkladem tak může být funkce RS, časové funkce a mnoho dalších.

Rozdělení metodické příručky s úkoly:

Činnost žáka na výukovém panelu je rozdělen do následujících okruhů:

- Základní funkce.
- Virtuální relé.
- Funkce relé.
- Relé s náběžnou hranou
- Impulsní relé.
- Časové funkce.
- Čítač.

Jedná se o úkoly, které postupně vedou žáky jednotlivými funkcemi a následnou možností následně vyzkoušet vytvořený úkol na výukovém panelu. Pro jejich úspěšné zvládnutí je vhodné jednoduše řešit pouze inkriminované funkce, na místo úkolů s více jak jednou novou funkcí.

Cílem výuky není zvládnutí jednotlivých úkolů pouze jedním řešením. Některé úkoly, především z počátku, mají pochopitelně jen jedno řešení. Přesto si každý žák hledá své autentické řešení. U jednoduchých řešení může nastat drobný rozdíl v řešení, ačkoliv se nemusí jednat nutně o naprosto originální řešení.

Každý žák má své způsoby uvažování a řešení úkolů. Jednotlivé úkoly jsou tak koncipovány od jednoduchých ke složitějším. Každý další úkol, který navazuje na předcházející je jeho pokračováním a rozvíjí jej. Není tak možné jednotlivé úkoly vynechat, či přeskočit.

Na závěr by tak každý žák měl nejen ovládat základní programování automatu, ale mít i praktickou představu o jeho využití v praxi. Dále by měl získat pocit, že se dokázal skrze jednotlivé úkoly doslova „prokousat“ vlastní cestou a mnohdy i svým způsobem.

Vyučující by měl být schopen na originální řešení žáků reagovat a svojí činností být spíše nápomocen. Pokud se žák vydá nesprávnou cestou, měl by na svůj omyl přijít sám.

3 PŘÍPRAVA DOTAZNÍKU PRO UČITELE

Před vlastním výzkumem bylo potřeba zjistit názory vyučujících na skutečný stav výuky, který nemusí vždy odpovídat stavu ŠVP konkrétní školy. Za tímto účelem vznikl dotazník s několika otázkami, které mapují skutečný stav výuky.

Vlastní ŠVP obsahuje více či méně problematiku programování. Dle výsledků analýzy je možné se programování věnovat v několika předmětech. Především se jedná o Informatiku a Technickou výchovu. Z výše uvedeného jsem se rozhodl dotazník zpracovat anonymně, aby nevzniklo žádné pojitko mezi respondentem a konkrétní školou. Výsledky byly spíše obecné a poukazují paušálně na skutečnost, zda se dodržují ŠVP, nebo je realita výuky odlišná. Dále reprezentují názory vyučujících na inkriminovanou problematiku počítačem řízených strojů.

Vlastní provedení dotazníku je uvedeno v příloze a obsahuje celkem sedm otázek. Níže je uveden pouhý výčet otázek a celkové shrnutí s analýzou.

Dotazník pro učitele – skutečný stav výuky programování ve výuce na ZŠ:

1. Vyučujete se na vaší škole programování? Pokud ano, jaké systémy k výuce používáte?
2. Využíváte k výuce 3D tiskárnu? Pokud ano v jakém vyučovaném předmětu?
3. Využíváte k výuce počítačem řízené zařízení? Pokud ano, jaké a v jakém předmětu?
4. Pokud nepoužíváte počítačem řízená zařízení k výuce, uvažujete škola o jejich pořízení a případně jaké?
5. Dokázali byste při programování počítačem řízených zařízení využít na místo didaktické pomůcky skutečné průmyslové řešení z praxe?
6. Jaký rozsah výuky počítačem řízených strojů považujete optimální pro ZŠ s pohledu hodinové dotace?
7. Domníváte se, že žáci, kteří chtějí studovat na SŠ s technickým zaměřením budou mít lepší výsledky v programování na ZŠ?

4 VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKU

S ohledem na lepší přehlednost s následnou analýzou výsledků dotazníků bylo zvoleno shrnutí výsledků do tabulky:

Dotazník pro učitele programování – přehled výsledků					
	Znění otázek:	Respondent 1.	Respondent 2.	Respondent 3.	Respondent 4.
1.	Vyučujete se na vaší škole programování? Pokud ano, jaké systémy k výuce využíváte?	NE	ANO Scratch, LEGO Mindstorms, Ozobot.	ANO Scratch Soft	ANO Lego Mindstorm
2.	Využíváte k výuce 3D tisk? Pokud ano, v jakém předmětu?	NE	ANO Informatika.	ANO Počítačová grafika	NE
3.	Využíváte k výuce počítačem řízená zařízení? Pokud ano, jaké?	NE	NE Již vlastní 3D tiskárnu.	ANO Plotter.	NE
4.	Pokud nepoužíváte ve výuce počítačem řízená zařízení, uvažujete o jejich pořízení a případně jaké?	NE	NE	NE	NE
5.	Dokázali byste při programování počítačem řízených zařízení využít na místo didaktické pomůcky skutečné průmyslové zařízení?	ANO LEGO	NE	NE	NE
6.	Jaký rozsah výuky počítačem řízených zařízení považujete za optimální pro ZŠ s pohledu hodinové dotace?	2 h/ týdně	1 h/ za týden Ideálně po 2 h 1x za dva týdny.	2 h týdně	2 h, 1x za dva týdny.
7.	Domníváte se, že žáci, kteří chtějí studovat SŠ s technickým zaměřením budou mít lepší výsledky v programování?	ANO	ANO Především chlapci.	NE	NE, pokud ano pouze výjimečně.

Tabulka 3 Vyhodnocení výsledků dotazníku vyučujících

Ve výše uvedené tabulce jsou shrnuty odpovědi respondentů v dotazníku učitele programování. Respondenti vyučovali různé předměty, ale podstatné bylo programování, jež bylo obsaženo v jejich výuce. Oslovení respondenti měli zprvu obavu, že budou jejich odpovědi konfrontovány se školním ŠVP. Vlastní dotazníky tak neobsahují informaci o konkrétní škole, případně jméno respondenty. Jedná se zcela o anonymně zodpovězené dotazníky. Vlastní výsledek lze tak brát jako obecný stav a nikoliv je konfrontovat s konkrétním ŠVP. V jednom případě byla potřeba delší intervence, aby se daný vyučující průzkumu zúčastnil.

Na komplexnější přehled výsledků by jistě bylo zapotřebí mnohem více respondentů, aby byl výsledek přesněji vypovídající. V našem případě šlo o komparaci analýzy ŠVP vybraných škol a skutečného stavu.

Všechny školy ve svých ŠVP uvádějí, že se programování věnují v rámci předmětu Informatika, pouze u jedné školy je na tuto činnost vyhraněn specifický předmět Robotika. Při pohledu na tabulku výsledků šetření je patrné, že jedna škola se programování vůbec nevěnuje, ale informaci o programování má v rámci Informatiky zmiňovanou. Z toho plyne, že skutečnost je jiná oproti ŠVP. V ostatních případech se školy programování věnují na známých platformách, jakými jsou Scratch, Ozobot a LEGO Mindstorms. V jednom případě se škola věnuje využití průmyslového řešení programování rezného plotru. Tuto volbu lze označit za již průmyslové řešení a poukazuje, že je možné na ZŠ využít úspěšně stroje, které se používají v praxi a žáci je zvládají. Jakou úroveň je žáci zvládají nebylo zjišťováno. Dalším poměrně oblíbeným je využití LEGO Mindstorms, jedná se o stavebnici známého dánského výrobce LEGO. Zařízení využívá k programování objektové programování, které je pro mnohé jednoduché a srozumitelné, tj. i žáky ZŠ. Ani v tomto případě nebylo využití v rámci technické výchovy, ale Informatiky. V jedné škole byla tato technologie navíc využívána v rámci mimoškolní zájmové činnosti, ale tato informace zazněla mimo dotazník, jelikož otázky se na mimoškolní činnost nedotazovaly.

Pokud shrneme výše uvedené informace z dotazníků a ŠVP oslovených škol, programování mají všechny školy uvedené v ŠVP, ale ve skutečnosti se této činnosti věnuje pouze 75 % škol. Zároveň se veškeré programování odehrává ve výuce Informatiky a pouze respondent jedné školy uváděl speciální předmět Robotika Experiment – praktické ověření.

5 PŘEDVÝZKUM – ŽÁCI

Cílem vlastního experimentu v předvýzkumu bylo ověření především organizace výzkumu, srozumitelnost dotazníků a časová náročnost. Náhodně vybraným deseti žákům byl nejprve předložen test Profesní orientace a detailně vysvětlen postup jeho vyplnění. Žáci před vyplněním testu nevěděli, jaká další činnost je čeká, tj. programování automatu LOGO. Časový limit nebyl žákům sdělen, ale předpokládaná doba byla 1 h. Následně se žáci pustili do vyplnění předloženého testu. Během vyplňování se neobjevil zásadní problém s neporozuměním způsobu vyplňování. První žáci s vyplněným testem začali odevzdávat za necelou 1/2 h, poslední žák odevzdal vyplněný test po 3/4 h.

5.1 VYHODNOCENÍ DOSAŽENÉ ÚROVNĚ V PRAKTICKÝCH ÚKOLECH

Dalším krokem a mnohem časově náročnějším bylo praktické řešení zadaných úkolů v programování. Prostředí programu má pouze anglickou lokalizaci. Ačkoliv žáci ZŠ druhého stupně v deváté třídě disponují základními znalosti anglického jazyka (nebylo

předmětem zkoumání), byl u některých žáků problém s technickými výrazy. Vše se dalo vyřešit praktickou ukázkou, jak program spustit a přejít do režimu programování.

K použití logických funkcí bylo zapotřebí představit každou log. funkci, její význam, pravdivostní tabulku, a především náhradní elektrotechnické schéma. Až po této instruktáži začali žáci řešit úkoly a získávat první úspěchy. Splnění úkolů zaměřených na využití logických funkcí nakonec proběhlo bez zásadních problémů.

Časová náročnost programování byla dle předpokladu v řádu několika hodin. Bylo předpokládáno, že na řešení úkolů budou stačit čtyři vyučovací hodiny. V případě nadanějších žáků by předpokládaný čas dostačoval. V ostatních případech by se řešení mohlo protáhnout na mnohem delší čas, patrně osm hodin. Smyslem vlastního výzkumu bude dosažená úroveň v řešení úkolů. Pro smysl vlastního výzkumu bude dostačujícím ukazatelem vyřešení určitého počtu úkolů ve stanoveném čase, tj 4 vyučovací hodiny.

5.2 VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKŮ ŽÁKA

S ohledem na počet respondentů v předvýzkumu bylo vyhodnocení Profesních profesního dotazníku a dotazníku žáka rychle, neskýtalo žádný problém nečitelnosti případně nesrozumitelnosti odpovědí.

Z výsledků Testu profesní orientace plyne, že technické orientaci v budoucí volbě povolání by se mělo věnovat šest žáků. V ostatních případech se vyskytly případy sociálního zaměření a zemědělství, případně lesnictví.

Při vyhodnocení dotazníku žáka, který sledoval prospěch především v informatice a matematice, žáci odpověděli ve čtyřech případech, že by v budoucnu volili elektrotechnicky zaměřené profese. V ostatních případech volby SŠ se vyskytl jeden případ zaměřený na služby, dva žáci uvedli jako budoucí zaměření na potravinářství, jeden žák uvedl lesnictví a jeden žák zemědělskou výrobu. V jednom případě chtěl žák pokračovat na gymnázium.

5.3 SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ

Lze konstatovat, že realizace předvýzkumu byla úspěšná a časově proveditelná. Pouze praktické programování je časově náročné a vyžaduje značnou součinnost vybrané ZŠ. Z výsledků nelze jakkoliv odvodit vztah mezi výsledky Testu profesní orientace, vědomými odpověďmi v dotazníku žáka a dosaženými výsledky v programování. Přesto alespoň orientačně lze konstatovat, že žáci, kteří měli dle Testu profesní orientace předpoklady k technickému studiu dosáhli ve čtyřech případech lepších výsledků než žáci s orientací mimo technické obory.

5.4 VYHODNOCENÍ PŘEDVÝZKUMU

Smyslem předvýzkumu bylo především praktickým experimentem ověřit proveditelnost vlastního výzkumu na menším počtu respondentů. Účelem předvýzkumu nebylo zodpovězení hypotéz. Na jejich zodpovězení by bylo zapotřebí detailnějšího rozboru výsledků Test profesní orientace a dosažených výsledků. Přesto časová náročnost vlastního experimentu na jedné škole bude odpovídat pěti vyučujícím hodinám.

Určitým problémem byla pro některé obtížná orientace v programu LOGO soft s ohledem pouze na anglickou lokalizaci. Přesto po ukázce, jak nastavit program a následně v něm pracovat se problémem vyřešil. Případné nahraní vytvořeného programu do automatu probíhalo za asistence vyučujícího. Zásadnějším problémem

bylo obtížné porozumění logickým funkcím. Ačkoliv se podařilo nakonec tento problém také vyřešit, jeví se jako značná překážka a zvyšuje se časová náročnost experimentu.

Literatura

1. DOSTÁL, Jiří, Alena HAŠKOVÁ, Mária KOŽUCHOVÁ, Jiří KROPÁČ, Milan ĎURIŠ a Jarmila HONZÍKOVÁ (2017) *Technické vzdělávání na základních školách v kontextu společenských a technologických změn*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5238-8.
2. DOSTÁL, Jiří (2018) *Člověk a technika – podkladová studie k revizím RVP*. Praha. Podkladová studie. NVU.
3. IRLE, Martin, ALLEHOFF Wolfgang a MUHIČ Jasmin (2004). *Test profesních zájmů B-I-T II. 1*. Praha: Testcentrum. ISBN 80-86471-26-8.
4. SIMBARTL, P., HONZÍKOVÁ, J., KROTKÝ, J. (2020) *Rozvoj technické gramotnosti za pomoci počítačem řízených strojů*. In: *Trendy ve vzdělávání*. UPOL. roč. 13, č.1. ISSN 1805-8949

Kontakt

Mgr. Pavel Moc
Fakulta pedagogická
Západočeské univerzity v Plzni
Klatovská 51
306 14 Plzeň
e-mail: pavelmoc@kmt.zcu.cz