

ALGORITHMIC THINKING DEVELOPMENT THROUGH MATHEMATICAL TASKS AT PRIMARY SCHOOLS

ROZVOJ ALGORITMICKÉHO MYŠLENÍ V KONTEXTU ŘEŠENÍ MATEMATICKÝCH ÚLOH NA 1. STUPNI ZÁKLADNÍ ŠKOLY

Eva Slavíková, Jan Krotký

Abstract

The article introduces a pedagogical experiment which is aimed on verification of mathematical results and on confirmation of the selected strategies through algorithmic processes. The algorithmic thinking in the context of mathematical tasks was developed by means of a robotic tool called Ozobot, which was used by primary-school pupils. There were two groups of primary-school pupils participating, 17 pupils from the first class year and 18 from the fourth class year. Mathematical tasks consisted of two parts. In the first part, strategies and results were examined. The second part was called the modification part and included algorithmic processes, which were a substitute for a classic mathematical exam. The end of the probe concluded the effectiveness in practice, mentioning some difficulties during programming and the final stage was focused on learner reflection.

Key words: *Algorithmic thinking, constructivist approach, mathematical environment, Hejný's method, coding, Ozobot.*

Abstrakt

Článek nastiňuje pedagogický experiment, jehož cílem bylo ověřování matematických výsledků a potvrzení zvolených strategií pomocí algoritmických postupů. Rozvíjení algoritmického myšlení v kontextu matematických úloh se provedlo pomocí robotické pomůcky Ozobot, se kterou žáci prvního stupně pracovali. Experimentu se účastnily dvě skupiny žáků z prvního stupně, 17 žáků z prvního ročníku a 18 žáků ze čtvrtého ročníku. Matematické úlohy se skládaly ze dvou částí, z části matematické, v níž se zkoumaly strategie a výsledky. Druhá část pod názvem modifikační obsahovala algoritmické postupy, jež suplovaly klasickou matematickou zkoušku. V závěru sondy se vyhodnocovala účinnost v praxi, zmíněna byla některá úskalí při programování a v konečné fázi byla pozornost věnována žákovské reflexi.

Klíčová slova: *Algoritmické myšlení, konstruktivistický přístup, matematická prostředí, Hejného metoda, kódování, Ozobot.*

ÚVOD

Dnes již běžně se do výuky na základní škole zařazují robotické pomůcky, a to i na úrovni mezipředmětové. Práce s nimi nabízí pedagogům široké možnosti v oblasti efektivní výuky, forem a metod vyučování. Udržet pozornost žáků po dobu výuky je z různých směrů problematické a vyučovací pomůcky obecně pomáhají kromě zvyšování názornosti výuky, tuto pozornost udržet. Diplomová práce s názvem „*Rozvoj algoritmického myšlení v kontextu řešení matematických úloh na 1. stupni základní školy*“ (Slavíková, 2021) nabízí experimentální pohled na tuto problematiku. Objasňuje základ matematického prostředí, které se nachází v učebnicích Matematiky podle metody profesora Hejného (Hejný, 2010). Objasnění daného prostředí vede k pochopení pěti vybraných úloh, které žáci řeší. Žáci se při řešení opírají o poznatky ze svého života a uplatňují zažitá postupy. Svěřují se svými strategiemi v průběhu vyučování a diskutují o výsledku. Konstruktivistický styl přesouvá aktivitu na žáka. Učitel stimuluje prostředí otázkami i přípravou didaktických situací. Sleduje cíle výuky a reaguje na potřeby žáků. „*Konstruktivistické pojetí výuky předpokládá nasazení takových výukových strategií, které aktivizují žákovy poznávací procesy a vedou k rozvoji samostatnosti, představivosti, fantazie, logického myšlení i tvůrčích schopností osobností*“ (Zormanová, 2012).

Realizované experimenty využívají tři odlišné matematické strategie, které stojí za povšimnutí. Na tyto postupy a výsledky navazuje část modifikační. Modifikační fáze vede žáky k tomu, aby byli schopni ověřit výsledek, především jeho správnost. K tomu, aby žáci získali důkazy o správném výsledku a o tom, že postupovali správně, slouží běžně postavená zkouška. Matematická zkouška je postavena na obráceném algoritmickém matematickém postupu a ověřuje se obrácenou matematickou operací. V modifikační fázi se ovšem žáci potkají s jednoduchým programovacím prostředím a robotickou pomůckou Ozobot. S robotem se vydají na cestu ověřování pomocí algoritmických postupů, které žáky dovedou k zamyšlení, zda úloze opravdu porozuměli. Sami si pak výsledek opravili a uměli pojmenovat chybu, kterou při řešení matematické úlohy udělali. Jedna z pěti oblastí pro rozvoj digitálních kompetencí je právě řešení problémů pomocí technologií (Ferrari, 2013). „*Zapojení různých robotických hraček do výuky podporuje u žáků rozvoj algoritmického myšlení a lze je použít v hodinách napříč všemi ročníky základní školy*“ (Slavíková, 2021).

Poslední experiment je postaven k rozvoji logického myšlení, ale především ukazuje prostředí, které je postavené na stejném principu jako prostředí podle profesora Hejného. Důležitou součástí experimentů jsou zpracované výsledky a dílčí žákovské reflexe. Přínos navržených a realizovaných experimentů je především v odlišném přístupu v procesu ověřování řešení matematických úloh a kreativní možnosti, které algoritmické postupy nabízejí. Algoritmus je metoda řešení problému, která se skládá z přesně definovaných, byť jednoduchých instrukcí (Mittermeir, 2006).

Cílem experimentu bylo navrhnout takový postup, který byl zaměřený na rozvoj algoritmického myšlení u žáků na prvním stupni základní školy a vytvořit provázaný komplex pěti úloh s těmito možnostmi. Práce byla realizována v období jednoho roku u žáků ve čtvrtém ročníku. Jedna úloha byla realizována s žáky v prvním ročníku, které vedli zkušení žáci z výše uvedeného čtvrtého ročníku. Přenášení zkušeností starších žáků na mladší, hraje důležitou úlohu ve formování pozitivní atmosféry v prostorech školy.

1 KONSTRUKCE EXPERIMENTU

Realizace jednotlivých úloh vycházela z RVP. Očekávané výstupy byly doplněny o dílčí kompetence, které se v procesu vyučování rozvíjely. Obsah je založen na následujících otázkách

- I. Jsou žáci schopni uchopit problémovou úlohu, uvažovat nad jednotlivými kroky vedoucí k výsledku a výsledek pochopit.
- II. Je možné, že žáci při ověřování pomocí algoritmického postupu mohou dojít k objevení chyby nebo mohou nabýt přesvědčení, že jejich strategie byla správná
- III. Lze výsledek matematické úlohy ověřit pomocí postupů vedoucí k pochopení algoritmizace při použití robotické pomůcky
- IV. Je možné, aby rozvojem algoritmického myšlení žáci byli jistější při řešení problémových úloh

Zajímavé bylo, že žáci poznávali matematické úlohy jiným způsobem. Propojení matematiky s robotem není úplně běžná výuková strategie učitele matematiky. Ověřování probíhalo vždy ve dvou blocích v jednom dni tak, aby byl dostatek času na průzkum zadaného experimentu s žákovskými reflexemi. Po celou dobu byla zajištěna průběžná kontrola naplňovaných cílů, dostatečný přísun pomůcek pro manipulaci, poskytnutí metodické podpory žákům. Předávání informací probíhalo srozumitelně tak, aby se žáci mohli opřít o algoritmický postup a ověřit jej vlastní činností. Výkony žáků byly zaznamenávány vždy po skončení každého vyučování. Obecné výukové cíle z předmětu matematiky a informatiky byly naplněny. Žáci se setkali s algoritmickým postupem, který obsahoval podmínku. Opakování při neúspěšném rozhodnutí se objevilo jen v několika málo příkladech. Výsledky jsou shrnuty v závěrečné tabulce č. 2.

Výuka matematiky propojená s rozvojem algoritmického myšlení naplňovala cíle RVP a jasně ukazovala kompetence, které byly v jejím rámci rozvíjené. U kompetencí k učení se ukazovala seberealizace a vnitřní motivace žáků. Při řešení problémových úloh a úloh s modifikovaným zadáním se žáci opírali o algoritmický postup, ale i o vlastní myšlenku, spekovali o ní a kriticky na své řešení nahlíželi. V evaluačních rozhovorech je poznat, že žáci stejnou chybu příště opakovat nebudou. Kompetence sociální a personální posilovali spoluprací v malých týmech. V nich se dokázali navzájem respektovat a naučili se vážit názoru druhého.

2 ÚLOHA SE ZLOMKY

Žáci si přečetli zadání slovní úlohy. Vyhledali klíčová slova a snažili se pochopit matematickou strukturu, která ovšem nebyla všem hned zcela srozumitelná. Při čtení slovní úlohy u některých docházelo ke kolísání pozornosti či neporozumění slovních spojení. Zajímavé bylo pozorovat chování žáků hned na začátku vyučování. Žáci často uplatňovali osvědčené postupy, kdy si průběžné výsledky zapisovali na čistý papír nebo využili manipulace s pomůckami. V této části pracovali převážně samostatně. U některých žáků se objevilo mylné počítání zlomků. Na konci řešení se vlivem manipulace s pomůckami objevila krátká diskuse a někteří už zde odhalili své chyby.

Zajímavé zjištění nastalo při řešení nadaného žáka, který vytvořil několik variant řešení.

Tabulka výsledků odhaluje počet žáků, kteří měli správný výsledek a počet žáků, kteří měli při řešení potíže.

Řešitelé	Počet	Správný výsledek	Potíže při řešení
Chlapci	10	10	2
Dívky	7	7	1

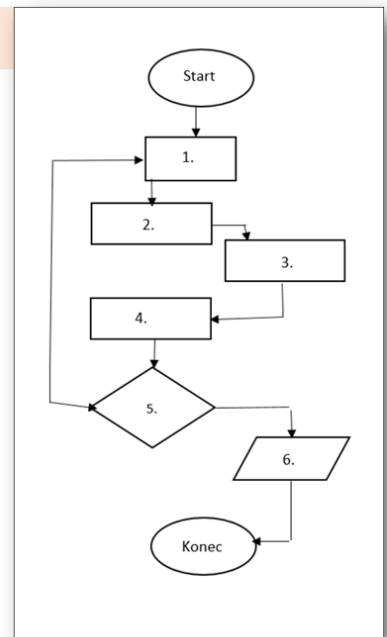
Tab. 1 Výsledky žáků

Ve fázi modifikace žáci pracovali s robotem a ověřovali výsledek a strategie pomocí pracovního listu, který doprovázely algoritmické pokyny. Někteří žáci algoritmické postupy ani nevyužili. V každé úloze byla kontrola výsledku úlohy jinak zpracovaná. V připravených úlohách s robotem se vyskytly různé kombinace modelů a aktivit, které motivovaly žáky ověřování dokončit.

Modifikace zadání

Posloupnost příkazů s podmínkou

1. Najdi plán stavby, která odpovídá stavbě z vyřešené slovní úlohy.
2. Vlož kódy pro Ozobota tak, aby dojel k výslednému plánu.
3. Spust Ozobota.
4. Jestliže Ti Ozobot dojde k výslednému plánu stavby.
5. V případě, že Ti Ozobot dojde k jinému než k výslednému, kódy oprav. Proces kódování opakuj od začátku.
6. Jestliže Ozobot dojde ke správnému plánu, úloha končí.



Obr. 1 Ukázka algoritmu úlohy

3 DISKUSE A VÝSLEDKY

Matematické části propojené s úlohami s modifikací v zadání navazovaly na vytyčené cíle experimentů. U každé úlohy bylo zajímavé sledovat úskalí, která mohla výsledky ovlivnit. Při analýze byly zjištěny nedostatky u žáků se specifickými poruchami učení.

Častěji se opakovaly spíše potíže při programování robota Ozobota, kdy žáci otáčeli barevné kódy. Někdy žáci chybovali i při rozhodování se ve směru doprava a doleva.

Zajímavě pojaté úlohy se snažili řešit všichni žáci, podporovalo a motivovalo je v tom hlavně programování s robotickou pomůckou. Pro splnění složitějších úloh museli někteří žáci vyvinout značné úsilí. Tím, že na konec k výsledku dospěli pomocí algoritmického postupu, bylo pro ně dostatečně motivující. Někteří žáci uchopili ověření matematických úloh kreativně a definované algoritmické postupy ještě vylepšili. Obecně se tedy potvrdil i závěr S. Langer, že *„při řešení problémů žáci zvažují různé druhy variant, dokonce si mohou sami vytvářet další možné algoritmy, které je zavedou k těmto cílům. Je třeba znát jak dosavadní a osvědčené postupy, tak vyhledávat postupy nové.“* (Langer, 2004)

Vybrané odpovědi žáků při řešení matematických úloh:

Odpověď žáka Miroslava na otázku: *„Čemu jsi dnes nerozuměl?“*

„Všemu jsem docela dobře rozuměl, akorát ve slovní úloze jsem raději použil kostky. Ověřil jsem si, že to řeším správně. Bavilo mě kódování. Mám rád, když vidím, že Ozobot trefí tam, kam chci.“

Odpověď žákyně Lenky na otázku: *„Co Tě překvapilo?“*

„V té druhé úloze mě překvapilo, jak nám to s holkama šlo dobře. Víím, že při skupinové práci je lepší spolupracovat a aby měl každý svůj úkol. Tak jsem holkám řekla, co mají dělat, že to takhle vyřešíme rychleji a asi dobře. Souhlasili, super. Nejvíc jsme se těšily, až pustíme Ozobota. Když udělal, co měl, měly jsme obrovskou radost.“

Odpověď žákyně Emy na otázku: *„Co jsi se dnes naučila?“*

„Dnes jsem se toho naučila hodně. Tak v úloze jsem na začátku nevěděla, jak odebrat ty správné zápalky, pak mě to napadlo a věděla jsem to. V tý druhé jsem byla ráda, že nám Bára rozdala úkoly. Měly jsme to celé dobře.“

	Úloha	Řešitelé chlapci/dívky	Správný výsledek	Potíže při řešení
Matematická část	1	10/8	18	0
	2	10/7	17	3
	3	10/7	17	3
	4	9/7	16	5
	5	8/7	15	3
Algoritmická část	1	10/8	18	1
	2	10/7	17	2
	3	10/7	17	3
	4	9/7	16	4
	5	8/7	15	6

Tab. 2 Výsledky žáků

Z komplexních výsledků vyplývá, že většina žáků úspěšně řešilo úlohy v obou jejích částech. Ověření, zda postupovali správně, si ověřili sami nebo ve spolupráci. V průběhu vyučování byla učitelka vždy k dispozici. Osvědčily se diskuse, které vznikaly v průběhu matematické části. Užitečné byly závěrečné reflexe. V krátkém reflektujícím rozhovoru žáci prozradili potíže, s nimiž se potkávali. Některé byly takové, že ovlivnily fázi ověřování, jiné byly spíše technického charakteru nebo vycházely z nepozornosti žáků.

Žáci se snažili a pracovali po celou dobu vyučování, domníváme se, že to bylo právě tím, že byla zařazena do výuky pro ně atraktivní a nová robotická pomůcka (Ozobot). Inovovat výuku pomůckami různého typu edukačnímu procesu např. motivaci žáků, prospívá.

ZÁVĚR

Realizované matematické experimenty ukázaly řadu nevšedních momentů z vyučování matematiky propojeného s robotickou pomůckou. Před realizací pedagogického experimentu se žákům věnovalo dostatečné množství času a péče k objasnění programování a ve čtvrtém ročníku už byli schopni uplatňovat poznatky z předchozích hodin matematiky. Rozvoj algoritmického myšlení do určité míry může žákům pomoci k tomu, aby dokázali dojít k požadovaným výsledkům. Přitom si mohou uvědomit princip procesu, který mohou přenášet do svého života. V práci je věnován prostor pro žakovské diskuse a reflektivní rozhovory odrážejí pozitivní prožitky z experimentu. Učitel si musí uvědomit při tvorbě matematických aktivit využívajících algoritmické postupy, že „osvojení nižší dovednosti je předpokladem k osvojení vyšší dovednosti“ (Hejnová, Hejna, 2015). Tedy je nutné přizpůsobit úlohy cílové skupině a nastavit optimální gradaci problémů.

„Zavedení robotických pomůcek do výuky poskytuje silnou motivaci a značné zlepšení v učení. Většina osnov na základních školách zahrnuje řadu projektů, které pokrývají přírodní vědy a matematiku, ale menší úsilí se vynakládá na řešení problémů. Využití jednoduchých robotických systémů může žákům do výuky přinést řadu výhod.

Algoritmus, který využívají při manipulaci s robotickými pomůckami, žákům umožní rozvíjet kompetence v rámci samostatné práce nebo v rámci spolupráce. Při manipulaci s roboty mohou přemýšlet o strategiích, kterou využijí při programování, uvažují systematicky a naučí se vnímat moderní technologie pozitivně“ (Slavíková, 2021).

Literatura

1. Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe (p. 50). Luxembourg: JRC Scientific and Policy Reports, European Commission.
2. Hejný, M. (2010). Matematika: pro 4. ročník základní školy. Plzeň.
3. Mittermeir, R., (2006) Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science https://www.researchgate.net/publication/221437678_Algorithmic_Thinking_The_Key_for_Understanding_Computer_Science
4. Slavíková, E. (2021). Algoritmické myšlení v kontextu řešení matematických úloh na 1. stupni ZŠ. *Diplomová práce*. FPE ZČU
5. Langer, S. (2004). Algoritmy myšlení a možnosti jejich rozvíjení: příspěvek k teorii myšlení a k problematice učení. Hradec Králové.
6. Zormanová, L. (2012). Výukové metody v pedagogice: tradiční a inovativní metody, transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky, klasifikace výukových metod. *Pedagogika*

Kontakt

*Mgr. Eva Slavíková a Mgr. Jan Krotký, Ph.D.
Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická
Klatovská tř. 51, 306 19 Plzeň
Tel: +420 377 636 005
E-mail: conor@kmt.zcu.cz*