

## BÁDÁNÍ V ROBOTICE

PATRIK KLOFÁČ

**ABSTRAKT.** V tomto příspěvku si představíme sadu robotických úloh zaměřených na rozvíjení inženýrského myšlení badatelským způsobem. Na praktických příkladech si ukážeme různá zjištění a doporučení pro takto koncipovanou výuku. Navržené výukové materiály poskytují vyučujícím podporu pro efektivní řízení badatelské výuky takovým způsobem, aby se vyučující mohli soustředit na správné vedení žáků. Chceme poukázat, jak badatelsky orientovaná výuka otevírá cesty objevování a přispívá k rozvoji žákovských dovedností.

### ÚVOD

V posledních několika málo letech se edukační robotika v České republice, stejně jako v řadě jiných zemí, ocitá na vzestupu. Základní školy dostaly finanční injekci na nákup robotických hraček a stavebnic, ale prozatím se potýkají s absencí vhodných učebnic pro různé robotické pomůcky a s tápajícími představami, jak pomůcky relevantně a efektivně využívat. Již není takový problém disponovat nějakou robotickou hračkou nebo stavebnicí, problém nastává v personálním zabezpečení, kdo bude robotiku učit.

V rámci inovace Rámcového vzdělávacího programu [1] z informatiky se do škol dostávají robotické stavebnice nebo jiné robotické pomůcky. Z tohoto důvodu předpokládáme, že v průběhu studia se žák setká s některou z robotických stavebnic a bude plnit konstrukční či programovací úlohy. Zapojení robotů do výuky informatiky se jeví vhodným tématem. Je to téma pro moderní výukové metody s žákem aktivně přístupujícím ke svému vzdělání, u nichž je možné rozvíjet vzájemnou komunikaci a jejich spolupráci, k čemuž mimo jiné vede i badatelsky orientovaná výuka (BOV).

### 1. DIGITÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Globalizující se svět a zrychlený technologický rozvoj způsobily rozmach algoritmů sociálních sítí, umělé inteligence, virtuální reality apod. Vzdělávací instituce a samotný vzdělávací proces z těchto důvodů musí přijít s novými metodami, aby se s příslušnými výzvami vyrovnaly. Digitalizace vzdělávání takovou možnost nabízí, neboť vzdělávací proces slouží jako jeden ze základů ekonomické prosperity každé země [2]. Informační a komunikační zařízení, jak uvádí Kis-Tóth, se v dnešní době stala nepostradatelnou součástí každodenního života a zároveň dochází k rostoucí medializaci učení a výuky prostřednictvím digitálních technologií a příslušných aplikací [3]. V rychle se měnícím sociálním a technologickém prostředí, ve stále konkurenčnějším a vysoce propojeném světě, v rámci paradigmatu celoživotního učení, bude každý člověk potřebovat širokou škálu životních dovedností a jejich neustálé rozvíjení po celý život [4], [5].

V roce 2014 přijala vláda ČR po odborné diskusi pedagogů a učitelů, informatiků, škol, veřejnosti, zaměstnavatelů a IT firem strategický dokument Strategie digitálního vzdělávání do

---

*Received by the editors:* 10.02.2024.

*2020 Mathematics Subject Classification:* 97D99, 97P99, 68Q01, 94A99.

*Key words and phrases.* Robotika, badatelsky orientovaná výuka, informatika.

roku 2020 [6]. Dokument byl závazný především pro Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy (MŠMT), aby poskytl inovace ve vzdělávání v této oblasti. Třemi hlavními cíli byly rozvoj informatického myšlení, rozvoj digitální gramotnosti a otevření vzdělávání novým metodám a způsobům učení prostřednictvím digitálních technologií [7].

Vhodné a věku odpovídající využívání digitálních technologií by mělo být běžné ve všech oblastech vzdělávání. Mělo by se stát užitečnou součástí vyučování a podporovat jak informatické myšlení, tak digitální gramotnost žáků. Výuka informatiky by se neměla omezovat pouze na principy fungování digitálních technologií, ale měla by být předpokladem účelného použití digitálních technologií ve všech oblastech [8].

### 1.1. Informatické myšlení

Wing uvádí, že informatické myšlení (IM) (CT z anglického computational thinking) lze velmi dobře využít i pro řešení problémů běžného života [9]. Z volně přeložené definice informatického myšlení vyplývá, že informatické myšlení je složitý myšlenkový proces zabývající se formulací problémů a formulací řešení problémů způsobem umožňujícím tato řešení efektivně provést s podporou subjektu zpracovávajícího informace [10]. Wang ve své knize „From computing to computational thinking“ definuje informatické myšlení pomocí slova „Compute“. Pokud chceme využívat informatické myšlení podle Wanga, budeme zkoumat, analyzovat, navrhovat, plánovat, pracovat a řešit problémy z výpočetní perspektivy [11].

### 1.2. Robotika

Robotika je chápána jako disciplína vytváření inteligentních strojů sjednocujících několik vědeckých a inženýrských oblastí. Jedná se o složitý komplexní mechatronický vědní obor, který do jisté míry spojuje design, konstrukci, elektrotechniku a programování do pohyblivého kompletu, který vykonává zadané či autonomní úkoly. Zadané úkoly vnímá robot jako ojedinělé derivace svého cyklu, ve kterém používá své senzory a motory, aby například přenesl břemeno nebo manipuloval s danými zařízeními [12].

### 1.3. Badatelsky orientovaná výuka

Termín badatelsky orientovaná výuka byl převzat ze zkratky anglického názvu inovativní vyučovací metody IBL (Inquiry-Based Learning). Tento termín má i několik volných překladů jako badatelská výuka, badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání nebo badatelsky orientované přírodovědné vyučování, nicméně překlad do českého jazyka dosud není ustálený [13].

Petr ve shodě s Rocardem definují badatelsky orientované vyučování jako „*způsob vyučování, při kterém se znalosti budují během řešení určitého problému v postupných krocích, které zahrnují stanovení hypotézy, zvolení příslušné metodiky zkoumání určitého jevu, získání výsledků a jejich zpracování, shrnutí a diskusi a mnohdy je potřebná i dostatečná míra komunikace a spolupráce s jinými žáky*“ [14].

## 2. BOV ROBOTICKÉ ÚLOHY

### 2.1. Problém na křížovatce

Hlavní myšlenka úlohy stojí na otázce, zda se robot dokáže otočit přesně o 90°. Úloha vede žáky k uvědomění si pomocí sady experimentů, které budou sami vykonávat, že konstrukce a programování robota spolu souvisí. Z daných experimentů vyvodí závěry, že konstrukce robota (vzdálenost kol mezi nápravami) má vliv na jeho naprogramování (činnosti motorů při zatáčení). Jinými slovy dva stejné programy nebudou pracovat stejně s různými konstrukcemi robotů. Zjistí, k čemu slouží gyroskopický senzor a jeho využití k řešení úlohy, potažmo jeho využití v praxi.

**Zadání pro žáky:** *V roce 1971 se v jihoafrickém městě Pretoria narodil chlapec Elon Musk. Již od 10 let se začal zajímat o počítače a programování. Velmi brzy projevil zájem o vědu.*

*Studoval na Stanfordově univerzitě, ale po velmi krátké době své studium ukončil, aby mohl založit svou první firmu. Musk je také spoluzakladatel a ředitel společnosti Tesla.*

*Muskovy vozy Tesla, které v současné době dokáží poskytnout funkce autopilota, si občas neví rady na křižovatkách. Musk by tento problém rád vyřešil a prosí o radu širší veřejnost. Automobil, který má problémy, je speciální tříkolový vůz. Jeho dvě přední nezávisle poháněná kola se údajně chovají různě na písčném, asfaltovém nebo zledovatělém povrchu. Na křižovatce automobil stojí přímo, autopilot chce odbočit směrem doprava, ovšem místo toho projede auto křižovatku přímo.*

Musk Vám posílá robota reprezentujícího zjednodušený model auta s jednoduchým programem. Upravte nebo přeprogramujte robota, aby se otočil přesně o 90°.

## 2.2. Adaptivní tempomat

Úloha vede žáky k uvědomění si pomoci sady experimentů, které budou sami vykonávat, že programování tempomatu není triviální záležitost. Z daných experimentů si ověří, jak funguje a jaký je rozdíl mezi tempomatem a adaptivním tempomatem. Zjistí, že pozice připevnění ultrazvukového senzoru je důležitá z hlediska správné funkčnosti tempomatu. Svá zjištění mohou vztahovat k reálným situacím a adaptivní tempomat na jejich základech vylepšovat.

**Zadání pro žáky:** *Historie klasického tempomatu má opravdu pozoruhodný počátek. Slepý pán jménem Ralph Rowe Teeter jej vymyslel za zvláštních okolností. Během jeho života mu dělal řidiče jeho právník, který zpomalil rychlost vozidla, kdykoliv během jízdy začal mluvit a naopak zrychlil, když mluvit přestal. To slepému pánovi vadilo natolik, že roku 1948 vymyslel první automobilový tempomat.*

*Tempomat je dnes takřka běžnou součástí automobilů, hojně využívaný při jízdě na delší vzdálenosti. Vzhledem k silnému silničnímu provozu, si tempomat vysloužil vylepšení, kterým je adaptivní tempomat. Ten pomáhá řidiči předejít zbytečným nehodám a usnadnit jízdu. I přes tuto vymoženost je nutné, aby byl řidič ve střehu, v důsledku hustého deště nebo sněhové kalamity mohou být senzory nepřesné. Adaptivní tempomat dokáže zrychlovat, udržovat rychlost nebo zpomalovat podle objektu pohybujícího se před ním.*

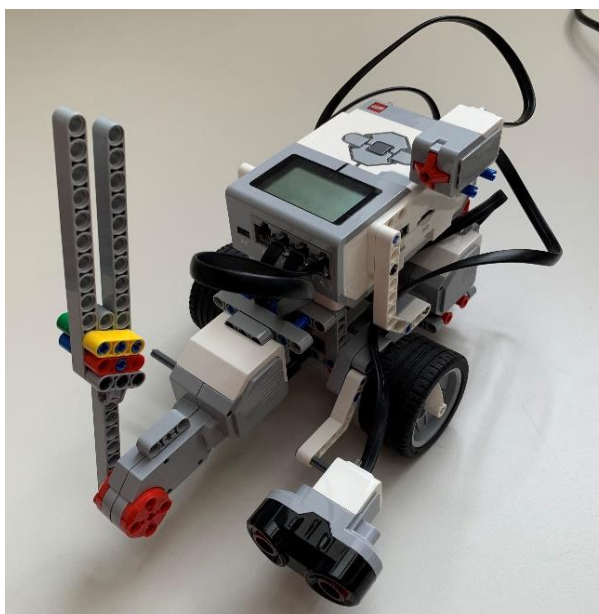
Upravte nebo přeprogramujte robota, aby využíval funkci adaptivního tempomatu, možná byste vymysleli i některá vylepšení.

## 2.3. Závora na parkovišti

V této úloze žáci prokáží tvůrčí činnost. Musí nejprve zkonstruovat závora pouze s přibližným vizuálním návodem a poté skloubit funkčnost motoru (otevírání a zavírání závory) s ultrazvukovým senzorem, aby si vzájemně nepřekážely a správně plnily své funkce. Z těchto experimentů vyvodí závěry, jakým programem patrně závory disponují. Zjistí, že pozice upevnění ultrasonického senzoru je důležitá z hlediska správné funkčnosti závory. Svá zjištění mohou vztahovat k reálným situacím a závora na jejich základech upravovat a vylepšovat.

**Zadání pro žáky:** *Řada obchodních domů, firem nebo skladů reguluje příjezd vozidel závorou či branou. Ačkoli je to relativně jednoduché zařízení, pomůže zabezpečit objekt před nežádoucím vjezdem cizích automobilů či zabránit přeplnění parkoviště. Pokud se nejedná jen o ručně zvedanou závora, bude s velkou pravděpodobností řízena elektronicky. To může být řešeno jednak jednoúčelovou elektronikou, která ale neumí nic jiného, jednak pomocí univerzálnějšího mikropočítače obsahujícího řídicí program. Plně automatická závora není levné zařízení, a proto má mnohdy navrženou konstrukci takovým způsobem, aby dokázala co možná nejvíce zabránit poničení vozidla i sebe sama.*

*Není tomu až tak dávno, kdy u závory stála obsluha, která závora ručně zvedala a zase spouštěla dolů. Dnešní chytré závory tento úkon dělají automaticky, jak ale pozná, že auto před ní zastavilo? Co když jen někdo prošel kolem závory. Jak je možné, že některá parkoviště uvádí počet volných míst? Sdí tam nějaká osoba a počítá auta? Mám se obávat, že mi závora spadne na auto, pokud nezvládnou včas projet? Dost možná na takové otázky dokážu odpovědět, ale dokážu takovou závora naprogramovat?*



OBRÁZEK 1. Robot reprezentující model závory

Doporučujeme situovat vytvořené úlohy do reálných prostředí a situací pomocí úvodního textu. Ten žáka zaujme tím, že začne robotickou úlohu vnímat jako počítačovou hru určitého druhu. Dnešní videoherní průmysl nabízí nespočet herních žánrů, mezi ně se řadí např. i simulátory. Existují hry, kde hráč staví a opravuje auta, v našem případě si žáci „hráli“ na programátory autopilotů, adaptivních tempomatů, konstruktérů apod. Naše tvrzení je v souladu se studií Lindberga a kol., v současné době by se roboti mohli používat mimo jiné i např. v herním procesu učení, což by mohlo mít pozitivní vliv na kvalitu výuky, vliv na výsledky učení [15].

### 3. VÝSLEDNÁ POZOROVÁNÍ

Pozorovali jsme, že badatelský přístup přináší aspekty, které nejsou vidět při běžné výuce robotiky. Na základě vypořizovaných zjištění, můžeme konstatovat, že badatelsky vedená výuka složky inforatického myšlení podněcuje a procvičuje lépe, protože žáci mají možnost abstrahovat, algoritmizovat a evaluovat bez toho, aby jim někdo napovídal nebo ukazoval přesná řešení. U běžně vedené výuky žáci dostávají práci, která nedává takové možnosti vymýšlet různé varianty řešení a poměrně často vyučující nenechá žáky algoritmizovat, ale kód jim sděluje a vysvětluje. Naproti tomu u těchto BOV robotických úloh jsme pozorovali, že prvek bádání tyto možnosti přináší, žáci museli vymýšlet různá řešení například při otáčení robota o 90 °.

#### 3.1. Algoritmizace a algoritmické myšlení

Tato složka inforatického myšlení je nepostradatelná součást programovacího procesu. Viděli jsme, že žáci při vytváření posloupnosti příkazů pomocí bloků museli přemýšlet nad jejich pořadím a využitelností, aby přenesli vlastní představy do správné fungujícího programu. Žáci byli motivováni k vytváření algoritmů, vedoucích ke splnění položených otázek vyplývajících z předloženého textu úlohy. Naše pozorování jsou v souladu s tvrzením Oshanova a kol., že algoritmické myšlení pomáhá rozvíjet dovednosti programování. Pokud využijeme různorodé a zábavné formy výuky, žáci si tak lépe zapamatují probíranou látku a jsou více motivováni k učení se danému tématu a zdokonalování svých znalostí [16].

BOV robotické úlohy v žácích evokovaly konstrukční a programátorské aspekty, které zahrnovaly vytváření programů, tedy tvorbu algoritmů. Můžeme konstatovat, že při tvorbě algoritmů žáci využívali své abstraktní myšlení, čili museli své myšlenky přenést do jazyka, kterému počítač a robot rozuměl. Vzhledem k charakteru použitých BOV úloh, žáci na svá zjištění přicházeli individuálně či ve skupinách. Naše tvrzení jsou v souladu se studii Perrenet a Wing. Perrenet a kol., ve své studii zkoumali schopnost studentů porozumět konceptu algoritmu. K těmto zjištěním definovali čtyři úrovně abstrakce. Jednou z úrovní je např. programová úroveň: algoritmus je posloupnost kroků, zapsaný v konkrétním programovacím jazyce [17]. Ze studie Perreneta je patrné, že abstrakce je přímo přítomná při algoritmickém myšlení a je jeho nedílnou součástí. Toto tvrzení dokládá např. i Wing, algoritmus je abstrakce procesu, který přijímá vstupy, provádí posloupnost kroků a vytváří výstupy, aby splnil požadovaný cíl [10].

#### ZÁVĚR

Badatelsky orientovaná výuka nahlíží na výuku jiným způsobem; připravuje pro žáky příležitost objevit určenou znalost samostatným bádáním. V centru pozornosti je žák. Učitel pouze udržuje směr a podporuje jeho řešitelské postupy, pokud je o to požádán (např. návodnými otázkami, upozorněními na jiné směry úvah, nabídkou znázornění, jinými slovy podněcuje aktivitu žáka. Tím, že jsme žáky pomocí našich úvodních textů BOV robotických úloh vtáhli do děje a usilovali jsme o jejich kritické myšlení, vštěpovali jsme jim způsoby řešení problémů bezpochyby využitelné po zbytek jejich životů. Zároveň se domníváme, že rozvíjíme jejich informatické myšlení ve větší míře, i když toto tvrzení nemůžeme kvantifikovat.

#### LITERATURA

- [1] MŠMT (2020). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha.
- [2] Orosz, B., Kovács, C., Karuovič, D., Molnár, G., Major, L., Vass, V., Szűts, Z., Námesztovszki, Z. (2019) Digital education in digital cooperative environments, *Journal of Applied Technical and Educational Sciences*, 9(4), pp. 55-69. doi: 10.24368/jates.v9i4.149.
- [3] Kis-Tóth, L., Lengyel, M. T. (2012). Blended Learning in Practice: A Comparative Analysis. In: *Open, University Malaysia (eds.) ICI 2012 International Conference on Information: learning unlimited*, Kuala Lumpur, Malajzia, 242-247
- [4] Balogh, Z. (2012). *Modeling of Control in Educational Process by lms, divai: 9th international scientific conference on distance learning in applied informatics*.
- [5] Connolly, R. (2020). Why computing belongs within the social sciences. *Commun. ACM* 63, 8 (August 2020), 54–59. <https://doi.org/10.1145/3383444>
- [6] MŠMT (2014) *Strategie digitálního vzdělávání (Strategy of digital education)*. MŠMT, Praha.
- [7] Vaníček, J. (2021). Towards a compulsory computing curriculum at primary and lower-secondary schools: the case of Czechia. In: Barendsen, E., Chytas, Ch. (eds): *Informatics in Schools. Rethinking Computing Education*. ISSEP. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-90228-5\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-90228-5_9)
- [8] Fryč, J. (2020). *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+*. 1. Praha: MŠMT. ISBN 978-80-87601-47-1.
- [9] Wing, J. M. (2010). *Computational Thinking: What and Why?* Computer Science Department, Carnegie Mellon University.
- [10] Wing, J. M. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, 25(2), 7-14. doi: 10.17471/2499-4324/922
- [11] Wang, P. (2016). *From computing to computational thinking*. Ohio: CRC Press. 978-1-4822-1766-7.
- [12] Březina, J., Špačková, H., Frischer, R., David, J., Švec, P. (2020). *Robotika a jejich struktura a kinematika, specifikace nebezpečí u průmyslových robotů a manipulátorů*. Ostrava.

- [13] Stuchlíková, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. In Papáček, M. (ed.). *Didaktika biologie v České republice a badatelsky orientované vyučování* (DiBi 2010).
- [14] Petr, J. (2010). Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktika. In Papáček, M. (ed.). *Didaktika biologie v České republice a badatelsky orientované vyučování* (DiBi 2010).
- [15] Lindberg, R. S., Laine, T. H., Haaranen, L. (2019). Gamifying programming education in K-12: A review of programming curricula in seven countries and programming games. *British Journal of Educational Technology*, 50(4).
- [16] Oshanova, N., Anuarbekova, G., Shekerbekova, S., Arynova, G. (2019). Algorithmization and programming teaching methodology in the course of computer science of secondary school. *Australian Educational Computing*, 34(1).
- [17] Perrenet, J., Groote, J. F., Kaasenbrood, E. (2005). Exploring students' understanding of the concept of algorithm: levels of abstraction. *ACM SIGCSE Bulletin*, 37(3), 64-68.

KATEDRA INFORMATIKY, PEDAGOGICKÁ FAKULTA  
JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ČESKÁ REPUBLIKA  
E-mail address: pklofac@pf.jcu.cz