

**Mgr. Karolina MIKOVÁ, PhD.**

**VZDELÁVACÍ PROCES A PROGRAMOVACIE KONŠTRUKTY V EDUKAČNEJ ROBOTIKE**

*Vypracovala: Doc. RNDr. Miroslava Černochová, CSc.  
PedF UK, katedra informační technologie a technické výchovy*

---

Už dlouhou dobu sleduji publikační výstupy (např. pro DIDINFO) a výzkumné aktivity Dr. Karoliny Mikové, roz. Mayerové, PhD., v nichž se věnuje problematice edukační robotika (ER) na základní škole jako součásti výuky informatiky a v přípravě vysokoškolských studentů nebo informatické soutěži iBobor.

Dr. Karolinu Mikovou jsem měla možnost poznat i v průběhu řešení projektu *PRIM CZ.02.3.68/0.0/0.0/16\_036/0005322 Podpora rozvíjení informatického myšlení*, v němž všechny pedagogické fakulty v ČR připravovaly a ověřovaly materiály a učebnice pro zajištění nového předmětu Informatika v českých MŠ, ZŠ a středních školách. A právě učebnice Kalaš, I. & Mayerová, K. (2021) *Základy programování ve Scratch pro 5. ročník základní školy* byla jedním z významných výstupů tohoto projektu. S touto učebnicí se pracuje v ČR nejen na 1. stupni ZŠ, ale i ve vysokoškolské přípravě budoucích učitelů 1. stupně ZŠ, např. na PedF UK. S Dr. Mikovou se občas potkáváme i v souvislosti s jejím zapojením do mezinárodního projektu *Erasmus KA2 2021-1-EL01-KA220-HED-000023361 FERTILE Artful Educational Robotics to promote Computational Thinking in a Blended Learning context*; jedním z partnerů tohoto projektu je totiž i katedra KITTV na PedF UK, na které působím.

Ve své výzkumné a pedagogické činnosti se v rámci oboru Informatika Dr. Mikové dlouhodobě věnuje edukační robotice (ER, angl. educational robotics) jako součásti výuky informatiky. K ER lze přistupovat jako k širokému spektru robotických technologií, které se používají ve vyučování a učení (Eguchi, 2008) a které se do vzdělávání integrují za účelem učení se s robotikou, z robotiky a o robotice (Virnes, 2014). ER zahrnuje několik aspektů: technologický design, pedagogický design a individuální zájmy učících se. Zavedení ER do školního vzdělávání představuje výzvu pro rozvoj informatických konceptů, a tedy i informatického myšlení v dalších vzdělávacích oborech, a může tak mimo jiné přispět k hlubšímu zájmu žáků o studium informatiky a široké veřejnosti o poznávání principů aplikací počítačových oborů a informatiky. V posledních letech je ER zaváděna do školního vzdělávání vyspělých zemí. V současné době existuje velké množství robotických stavebnic, konstrukčních stavebnic, programovatelných robotů, resp. sociálních robotů. Nabídka na trhu je velice bohatá. Nové a nové robotické soupravy, roboti se vyvíjejí. Potřeba připravovat učitele na ER jako součásti výuky informatiky roste i v souvislosti s rozvojem a možnostmi AI. Bude zapotřebí, aby učitelé na tyto trendy a potenciál ER byli kvalitně připraveni.

Za zakladatele ER lze označit Seymoura Paperta z MIT. Podle Catlin et al. (2018) „vytvořil v roce 1970 Seymour Papert želvu, prvního edukačního robota na světě.“ Papert, který se podílel na vytvoření programovacího jazyka Logo, věřil, že tento robot programovací jazyk Logo obohatil. Želvu si představoval jako ‚přechodný objekt‘ pro propojení mezi studenty, počítačem a nějakou mocnou myšlenkou. Podle Catlin et al. (2018) Papert vytvořil dva typy edukačních robotů: ty, které jsou připraveny k prozkoumání nápadů, a ty, které se naučíte jejich sestavováním. Dosavadní metodické přístupy k ER jsou založeny na principech konstrukcionismu Seymoura Paperta (invence, hra, objevování, budování znalostí) a na významu učení se z chyb.

Ve světě se v současné době věnuje systematická pozornost objevování potenciálu ER pro **výuku programování** a pro rozvoj **algoritmického myšlení**. (Miková, habilitační práce, 2023, s. 5) Slovensko patří mezi země, které dlouhodobě výuce informatiky na ZŠ a SŠ věnuje velikou pozornost. Informatiku jako samostatný předmět informatiku zařadilo do ZŠ už v 2008 a ER si v něm našla

přirozené místo v programování. Vyspělé státy (Austrálie, Japonsko, Jižní Korea, Kanada, Německo, Singapore, UK, USA aj.) informatiku včetně ER jako její nedílné součásti do škol zavedly teprve nedávno. Výuka informatiky je nyní ve světě považována za stejně důležitý předmět jako výuka angličtiny nebo matematiky.

#### **Formální náležitosti habilitační práce:**

Předložená habilitační práce sestává ze 4 kapitol (Úvod, Edukační robotika, Informatické aspekty edukační robotiky, Závěr) v rozsahu 43 stran (bez příloh). Do 4 kapitol je zařazeno 6 tabulek a 3 obrázky. Do habilitační práce je zařazeno jako 9 samostatných příloh v rozsahu 90 stran s 9 publikačními výstupy [A] až [I], na nichž se v období 2012 až 2022 Dr. Miková autorsky podílela a které představují vybrané výzkumné aktivity se zaměřením na ER.

Součástí příloh je i seznam základních pojmů souvisejících s tématem habilitační práce a Seznam použitých zkratk.

#### **Použité zdroje:**

V Seznamu použité literatury je uvedeno 79 zdrojů, z toho 73,4% jsou zdroje v jiném než českém či slovenském jazyce.

#### **Tematické zaměření habilitační práce:**

Klíčovými koncepty předložené práce jsou pojem edukační robotika, taxonomie vzdělávacích cílů pro oblast informatiky, resp. programování, resp. edukační robotiku, programovací koncepty.

S roboty, robotickými stavebnicemi lze ve školách pracovat nejen ve výuce informatiky, ale také v dalších vzdělávacích oblastech (fyzice, výtvarné výchově, matematice, STEM aj.).

#### **Cíle habilitační práce:**

I když cíl předložené práce není konkrétně uveden, lze se domnívat, že předloženým souborem publikací z 2012 až 2022 Dr. Miková se rozhodla doložit, jakými aktivitami a výsledky výzkumných projektů prezentovaných v souboru 9 publikací přispívá k „odhalení potenciálu ER pro výuku informatiky“. (s. 2)

#### **Obsah práce:**

Ve své práci Dr. Miková vysvětluje jedinečné a specifické postavení ER ve školním vzdělávání a ve volnočasových aktivitách a představuje vybrané konkrétní didaktické přístupy k ER ve školní praxi. Pro úspěšné zařazení ER do školního vzdělávání a volnočasových aktivit však je zapotřebí dobře připravit učitele informatiky a seznamovat s ER také budoucí učitele neinformatických oborů. Soubor 9 publikačních výstupů je rozdělen do tří tematických okruhů: Taxonomie vzdělávacích cílů, Didaktické přístupy, Programovací koncepty a Gradace kognitivní náročnosti.

Výzkumná šetření a získané výsledky jsou vždy v úzké vazbě na vzdělávací obsah vzdělávacích programů a v souladu s kurikulem pro vzdělávání na školách na Slovensku.

#### **Taxonomie vzdělávacích cílů**

Pro vymezení a vyhodnocení vzdělávacího přínosu ER je zapotřebí pro výuku s ER a o ER určit vzdělávací cíle. Ukazuje se, že původní ani revidovaná Bloomova taxonomie k tomu účelu není vhodná.

K problematice taxonomie vzdělávacích cílů Dr. Miková zařadila do své habilitační práce dva publikační výstupy ([A], [B]). Problematice vzdělávacích cílů pro ER se věnovala společně s prof. Ivanem Kalašem a Dr. Michaelou Veselovskou v [A], kdy se rozhodli přehodnotit Fullerovu modifikaci Bloomovy, resp. Andersonovy taxonomie vzdělávacích cílů pro ER. Důležitou součástí nového přístupu ke vzdělávacím cílům pro ER bylo vymezení škály (s. 34) ze 2 hledisek: z *pohledu kvalifikovaného porozumění* (se 4 úrovněmi P, R, A, Z) a z *pohledu kvalifikované tvorby* (se 3 úrovněmi U, A, T). Na základě konkrétních ukázek se jim podařilo zdůraznit a rozlišovat edukační cíle pro konstrukci robotického modelu a cíle zohledňující programování. Výsledkem této práce je tedy 2-

dimenzionální taxonomie pro ER, která bere do úvahy cíle zaměřené na konstrukci robotického modelu a cíle pro programování robota a která umožňuje popsat počáteční a koncové stavy.

Dr. Miková si společně s J. Krchou stále více uvědomuje, že učení se s ER je podstatně složitější proces než 2-rozměrná tabulka vzdělávacích cílů ([B, s.13]). Východiskem pro další analýzy vzdělávacích cílů pro potřeby ER bylo poznání, že „každý žák postupuje vlastním způsobem při práci s robotickou stavebnicí“, který odráží žákův aktuální kognitivní a psychomotorický stav. Problém s taxonomií vzdělávacích cílů pro ER je v tom, že se nejedná jen o programování robota, ale také o jeho sestavení (*active handling of objects*). Svě úvahy autoři Miková a Krcho opírají o různá „workflows“ v práci žáků. Na základě vlastních zkušeností, rozhovorů s učiteli, analýzy volnočasových aktivit studentů v robotických klubech pro mládež, analýzy videozáznamů, rozhovorů se studenty autoři identifikovali 128 workflow (viz Fig. 1, s.578 v [B]). Získaná data analyzovali a navrhli schéma (viz Fig. 2 na s. 580 v [B]), které reprezentuje proces, postup práce s robotikou. Toto schéma začíná motivací a bere v úvahu míru porozumění. Výsledkem je návrh nové taxonomie kognitivních domén pro práci s ER s pěti úrovněmi (viz Table 1, s. 583 v [B]).

### Didaktické přístupy k ER

Do habilitačního spisu zařadila Dr. Miková čtyři publikační výstupy [C], [D], [E] a [F], v nichž popisuje didaktické postupy a ověřuje a vyhodnocuje aktivity s různými robotickými sadami či roboty ve školní či mimoškolní volnočasové praxi. Navržené postupy vycházejí z principů konstruktivismu a konstrukcionismu S. Paperta, Y.B. Kafai a M. Resnicka (*Learning through Design, Learning in Communities, Learning about Systems*).

V [C] jsou představeny návrhy 8 aktivit s robotickou stavebnicí LEGO WeDo pro žáky 3. a 4. ročníků ZŠ, které byly ověřeny na třech ZŠ na Slovensku. Aktivity jsou velice dobře promyšlené, graduji v požadavcích a kognitivních cílech, tematicky jsou zajímavé jak pro děvčata, tak pro chlapce, jedná se o „technická“ témata snadno pro žáky představitelná (ventilátor, větrný mlýn, aj.).

V [D] Dr. Miková spolu s autorkou M. Veselovskou navrhuje aktivity se stavebnicí LEGO WeDo pro žáky 3. ročníku ZŠ, kteří se s LEGO WeDo setkávají poprvé. Tyto aktivity jsou ověřovány se dvěma rozdílnými skupinami žáků; jedna skupina už získala určité dovednosti s virtuálními roboty a pomocí aplikace měla příležitost začít rozvíjet své logické a algoritmické myšlení, druhá skupina takové zkušenosti neměla. Žáci pracovali ve 2 až 3-členných týmech. Cílem bylo zjistit, zda předchozí práce se softwarem pro práci s virtuálním robotem ovlivnila schopnosti žáků řešit problémy. To ale znamenalo najít znaky, které by ukázaly, že používání takového SW výrazně ovlivní práci žáků s LEGO WeDo. V aktivitě na téma letoun se ukázalo, že skupina žáků se zkušenostmi s virtuálními roboty nebyla výrazně šikovnější než skupina druhá. V aktivitě s letadlem, které žákům předem sestavil učitel, se ukázalo, že žáci nebyli schopni popsat svá zjištění, formulovat vlastní myšlenky; v této úloze už se projevil rozdíl mezi skupinami, které měli předchozí zkušenosti s ovládním virtuálního robota; zvládli sice méně úkolů, ale ve svých zápisech žáci této „zkušenější“ skupiny prokázali hlubší úvahy, snažili se pochopit principy ovládacích prvků a jejich odpovědi byly sofistikovanější. Tato zjištění jsou významná pro teorii vyučování informatice.

Jak už bylo uvedeno, Dr. Miková se věnuje otázkám didaktických přístupů k ER také ve vysokoškolské přípravě. V publikaci [E] jsou představeny zkušenosti s výukou kurzu RKiE2 se zaměřením na ER pro studenty magisterské studia, jehož cílem je porozumět potřebám implementace ER do škol. Od roku 2018 v tomto kurzu studenti pracují s robotem ozobot EVO. Studenti v kurzu RKiE2 řeší (v týmové práci) projekt<sup>1</sup>. Vyučující kurzu sledovali, jak studenti – budoucí učitelé - pracují na svých projektech a jak se jim daří projekty plnit. Navržené aktivity se ověřovaly s dětmi ve volnočasovém centru. Díky projektu studenti mimo jiné zjistili výhody a nevýhody robota ozobot EVO.

---

<sup>1</sup> Navrhněte sérii navazujících aktivit na minimálně čtyři vyučovací hodiny. Aktivity je vhodné ověřit a odevzdat vyučujícímu do konce semestru. Ověření každé aktivity bude probíhat ve volnočasovém centru. Můžete pracovat ve dvou párech nebo společně.

Publikační výstup [F] Dr. Mikové se týká rovněž zařazení kurzu RKiE2 do vysokoškolského MA studia pro budoucí učitele. Společně se spoluautorkami vycházejí z myšlenek S. Paperta publikovaných v práci G. Stagera. Autorky [F] si jsou vědomy, že „implementace konstrukcionismu, velkých idejí S. Paperta, do praxe není nic jednoduchého. Výsledkem výzkumného šetření provedeného mezi účastníky kurzu RKiE2, mezi nimiž byli i studenti neučitelského zaměření a kteří si návrhy robotických aktivit určených dětem volnočasového centra vyzkoušeli a ověřili, bylo, že staří žáci (ve věku od 14 let) obvykle chtějí pracovat sami, individuálně, že starší žáci byli schopni pomáhat mladším a že VŠ studenti jsou často frustrováni - dospěli totiž k závěru, že proces navrhování aktivit s ER je velice náročný ([F, s. 54]).

### **Informatické aspekty ER – programovací koncepty**

ER může být na ZŠ využita jako úvod do programování. S ER se žáci mohou naučit některé pojmy z učiva informatiky. V [G] Dr. Miková provedla analýzu osmi vybraných robotických sad pro děti ve věku od 3 do 12 let. Pro analýzu robotických souprav z hlediska potřeb výuky programování zvolila tři kritéria: interaktivita, programovací koncepty a pohyb robota. Tato kritéria byla vybrána velice pečlivě a promyšleně. V případě programovacích konceptů byly zkoumány kategorie: cyklus, podmínka, proměnná, parametr, procedura, matematika, čas, předdefinované akce (viz Table II na s. 116).

### **Informatické aspekty ER – gradace kognitivní náročnosti**

Ve studii [H] se autorky zaměřily na to, jaké jsou úrovně kognitivních operací při programování Blue-Bot se žáky na 1. st. ZŠ. Cílem autorek tedy bylo identifikovat škálu, která by reflektovala určitou kognitivní komplexitu operací v aktivitách s Blue-Bot se žáky 1. st. ZŠ. Na základě bohatých zkušeností a didaktické profesionality se podařilo navrhnout 4 úrovně kognitivní způsobilosti pro práci žáků s Blue-Botem (viz Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5 a Fig. 6 v [H]).

### **Hodnocení a přínos práce:**

Na základě prostudování habilitačního spisu Dr. Karoliny Mikové, PhD. a na základě všech materiálů o její pedagogické, publikační a vědecké činnosti jsem dospěla k závěru, že doporučím Dr. Mikovou ke jmenování docentky. S její výzkumnou prací je spojena bohatá publikační činnost prezentovaná v zahraničí na významných mezinárodních konferencích, ve své vysokoškolské pedagogické práci se podílí na výuce důležitých informaticky zaměřených předmětů. Dr. Miková přispívá k výchově generace mladých informatiků a odborníků na výuku a aplikace informatiky ve vzdělávací oblasti. Dr. Miková je v mezinárodní komunitě považována jako za odborníka na problematiku edukační robotiky, výsledky její práce jsou uznávány a citovány.

### **Otázky pro autorku:**

1. V textu např. [B, s. 583] se objevuje termín miskoncepce. Nicméně v textu na s. 14 se pro tutéž úroveň „misconception“ objevuje ve významu „neúplné porozumění“. To jsou ale dvě různé věci. V jakém smyslu tedy máme rozumět 2. úrovni kognitivní taxonomie pro práci s ER? Máte skutečně na mysli miskoncepce? Můžete se vyjádřit i dalším významům termínů uvedených v [B, s. 583] a na s. 14?
2. V [D] na s. 34 je vysloven názor, že Scratch není vhodný pro žáky 1.st. ZŠ? Co Vás k takovému stanovisku vedlo?
3. Konzultovali jste gradaci kognitivní náročnosti (konceptuální úrovně) v šetření [H] s psychology? Nesouvisí např. úroveň 4 spíše s prostorovou představivostí než s programováním?
4. Ve své práci jste se věnovala taxonomii vzdělávacích cílů pro potřeby ER (viz [A], [B]), vznikly zajímavé výsledky. V dalších výzkumných šetřeních však tyto výsledky už neaplikujete. Proč?

**Závěr:**

Oceňuji rozhodnutí autorky věnovat se problematice edukační robotiky jako významné součásti vzdělávání informatice na (základní) škole a v pregraduálním vzdělávání učitelů. Habilitační práce Mgr. Karoliny Mikové, PhD. je významným příspěvkem pro obor informatika ve vzdělávacím kontextu.

1. Práci doporučuji k habilitačnímu řízení.
2. V případě úspěšné obhajoby doporučuji Mgr. Karolinu Mikovou, PhD. ke jmenování docentkou.

V Praze 3. ledna 2024

Doc. RNDr. Miroslava Černochová, CSc.  
Katedra informačních technologií a technické výchovy, PedF UK v Praze

**Literatura:**

Catlin, D., Kandlhofer, M., Holmquist, S., Csizmadia, A. P., Angel-Fernandez, J., & Cabibihan, J-J. (2018). EduRobot Taxonomy and Papert's Paradigm. In Constructionism 2018: Constructionism, Computational Thinking and Educational Innovation - Faculty of Philosophy Vilnius University, Vilnius, Lithuania, 2018.

Eguchi, A. (2008). What are students learning from educational robotics? - Different Approaches to Educational Robotics. In Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2008 (pp. 2164-2171). Chesapeake, VA: AACE.

Virnes, M. (2014). Four Seasons of Educational Robotics: Substantive Theory on the Encounters between Educational Robotics and Children in the Dimensions of Access and Ownership. Disertační práce. University of Eastern Finland, Finland. Grano, Joensuu, 2014.

**Příloha 1 Formální nedostatky habilitační práce**

- V textu práce není uveden zdroj v seznamu Použité literatury:

Air et al. (2019) viz s. 17

- Některé nedostatky v citaci:

Kalaš, I., 2021 (na s. 1 a srovnej na s. 34)

Avello-Martinez (2020) (na s. 2 srovnej se s. 32)

Abecední zařazení některých citací na s. 33, 37

- Několik překlepů:

„znemená“ na s. 21

plánoval na s. 26