

TRENDY URČOVÁNÍ ÚROVNĚ INFORMATICKÉHO MYŠLENÍ U ŽÁKŮ

BRYNDOVÁ Lucie, CZ

Resumé

Současný celosvětový trend implementace rozvoje informatického myšlení do kurikula přináší mimo jiné i diskusi určování rozvoje úrovně informatického myšlení u žáků. S ohledem na v tuzemsku vrcholící revizi RVP v oblasti Informatiky a ICT podle *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2020*, je vývoj standardizovaných prostředků a metod pro rozvoj a testování informatického myšlení u žáků základních a středních škol jedním z nejaktuálnějších pedagogických témat. Příspěvek představuje základní možnosti testování informatického myšlení a diskutuje jejich použití na školách v České republice.

Klíčová slova: informatické myšlení, výuka na základních školách, informatika ve vzdělávání, rozvoj informatického myšlení

TRENDS IN ASSESSING THE STUDENTS' LEVEL OF THE COMPUTATIONAL THINKING

Abstract

The current global trend of implementing the development of computational thinking into the state curriculums brings, among other things, a discussion of possibilities of the assessment of the development of computational thinking within students. With regard to the culminating revision of the FEP in the field of Informatics and ICT according to the *Strategy of the educational policy of the Czech Republic until 2020*, the development of standardized tools and methods for the development and assessment of computational thinking within primary and secondary school pupils, is one of the most actual pedagogical topics. The paper presents the main possibilities of assessing computational thinking and discusses their applied use in schools in the Czech Republic.

Key words: computational thinking, primary education, informatics in education, development of computational thinking

Úvod

Výuka informatiky a programování v současné době prochází radikálními změnami koncepce výuky a revizemi kurikul, a to nejen v tuzemsku, ale i v zahraničí. Cílem tohoto trendu je renovovat obsah základního vzdělání tak, aby odpovídal postupujícímu vývoji digitálních technologií a nárokům na moderní trh práce. Jednou těchto renovací je implementace rozvoje informatického myšlení (IM) do státních kurikul, ať už ve formě vázané přímo na programování a algoritmizaci, nebo v alternativním stylu výuky bez počítače.

S rozšiřující se praktickou implementací tohoto konceptu se v mezinárodních pedagogických diskusích objevuje téma určování úrovně informatického myšlení a testování schopností žáků v této oblasti. Po více než dekádu probíhají organizované iniciativy zaměřené a zjišťování schopností algoritmizace, programování a informačního myšlení u žáků základních a středních škol, jako je celosvětový fenomén Bobřík informatiky (angl. BEBRAS), jehož hlavním cílem je však popularizace a propagace informatiky spíše než diagnostika. Mnoho zemí se proto pokouší vyvinout konkrétní diagnostické nástroje, které by byly zaměřeny přímo na testování informatického myšlení. Po

Španělsku, kde je otázka rozvoje IM u žáků základních škol diskutována již od roku 2015, se do akademického popředí v otázce cíleného testování dostává USA. V tuzemsku, i přes proběhlou revizi kurikula pro oblasti informatiky a ICT, v současnosti neexistuje veřejně dostupný nástroj pro diagnostiku informatického myšlení. Podrobný průzkum stavu informatického myšlení u studentů základních škol je však nutný, a to nejen pro diagnostiku jejich rozvoje, prekonceptů a vstupních znalostí, ale i pro ověření efektivity kurikulární revize.

1 Rozvoj informatického myšlení na základních školách jako celosvětový fenomén

Od prvního představení koncepce informatického myšlení, kterou v roce 2006 uvedla Jeannette Wing ve svém článku *Computational thinking*, proběhlo velké množství mezinárodních diskusí týkajících se přesného definování této koncepce, určení složek informatického myšlení (IM), i integrace jeho rozvoje do kurikul v rámci školských systémů.

Obecně je informatickým myšlením rozuměna schopnost přistupovat k řešení problémů systematickým způsobem, který je možné převést do strojově zpracovatelné formy (MŠMT, 2019). Schopnost informatického myšlení je často chápána v širokém smyslu, který jej neváže přímo na použití konkrétního programovacího jazyka, ale spíše na schopnost obecného řešení problému (Wing, 2006). To vede některé autory k přístupu, který zdůrazňuje rozvoj IM v mezipředmětových oblastech (Bocconi, 2018) a testování aplikace tohoto konceptu na příkladech z běžného života (Chen, 2017).

Přesto, že akademická diskuse zatím nedosáhla úspěšného vymezení pojmu informatické myšlení způsobem, který by byl uspokojivý pro všechny strany, na důležitosti implementace rozvoje IM do státních kurikul se autoři shodují. Podstatou začlenění rozvoje IM do školského systému je revidování školského kurikula tak, aby připravovalo žáky na zapojení se do moderní informační společnosti, rozvíjelo jejich schopnost využívání moderních technologií a adaptování se na technologie nové a usnadnilo jejich uplatnění na trhu práce (Klement, 2019).

V současnosti více než dvacet pět států v Evropě plánuje, nebo již implementovalo rozvoj informatického myšlení do povinného vzdělávání (Bocconi, 2016). Mimo Evropu byl rozvoj IM implementován do národních kurikul Turecka, Izraele, mnoha států USA, Číny, Hong Kongu, Taiwanu, Jižní Koreji a Singapuru (So, 2020). Země jako Japonsko (Kanemune, 2017), Austrálie, Indie, Nový Zéland a Rusko (Moller, 2018) zvažují renovaci již stávajícího kurikula, které již zahrnuje programování, tak aby odpovídalo i obecné koncepci informatického myšlení.

Vymezení pojmu informatické myšlení, přístupy k výuce, její realizace a často i její samotný obsah, se liší v podstatě ve většině států, které k revizi přistoupily. Mnoho autorů se proto obrací při vymezování oblasti informatického myšlení spíše k určování a popisu specifických složek ve smyslu konkretizace vlastností a dovednost, které se ke koncepci vážou. Významným trendem je pak následování koncepce CSTA & ISTE z roku 2011 ve veřejně přístupném dokumentu *Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education*.

2 Výuka informatického myšlení v ČR

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT, 2019) ve svém *Návrhu revizí rámcových vzdělávacích programů v oblasti informatiky a informačních a komunikačních technologií* z roku 2019 odděluje digitální gramotnost a informatické myšlení tak, aby jasně ilustrovalo jejich rozdílnou vazbu těchto konceptů na využití technologií a jejich integraci do kurikula.

V doplňujícím návrhu *Rozvoj digitální gramotnosti a informatického myšlení dětí a žáků*, MŠMT vymezuje pojem digitální gramotnost jako soubor digitálních kompetencí, které souvisí s využíváním technologií a mají být integrovány do výuky na školách primárně v mezipředmětové podobě. Cílem rozvoje digitální gramotnosti je tedy rozvoj digitálních kompetencí žáků, plné využití digitálních technologií k podpoře výuky a vzdělávání a z toho vyplývající rozvoj oborových kompetencí vzdělávacích oblastí i mimo předměty, které se k technologiím přímo vážou. Rozvoj digitální gramotnosti, příslušných kompetencí a zařazení do ŠVP je plně v kompetenci jednotlivých škol (MŠMT, 2014).

Informatické myšlení je naproti tomu v konceptu MŠMT striktněji vázáno na předmět Informatika, ačkoliv v *Základní východiscích a tezích revizí ICT kurikula* zdůrazňuje mezioborový charakter celkové koncepce IM (MŠMT, 2019). Zatím, co k digitální gramotnosti revize „MŠMT přistupuje jako k souboru kompetencí, IM je vymezeno jako způsob myšlení „které jedinci umožňuje rozpoznávat informatické aspekty světa a využívat informatických prostředků k porozumění a uvažování o přirozených i umělých systémech a procesech“ (MŠMT, 2019). Toto vymezení vychází přímo z koncepce vytvořené v roce 2012 Stevem Fubrem pro The Royal Society ve článku *Shut down or restart?*, který představoval rozvoj informatického myšlení pro potřeby revize výuky programování na školách ve Spojeném království.

Vliv britské koncepce na návrh revize tuzemského vzdělávacího programu znatelný v samotném vymezení IM, které se odvolává právě na vymezení užití The Royal Society, která mluví o IM v souvislosti s každodenními aktivitami člověka a společnosti a chápe IM jako nedílnou součást pochopení a uvažování o přírodních i umělých systémech a procesech (The Royal Society, 2012). MŠMT se tedy obecně přiklání k širšímu pojetí informatickému myšlení, což znamená jako k procesu, který je aplikovatelný v rozsáhlém spektru životních situací a není bezpodmínečně vázaný na programovací jazyk. Avšak ve vymezení dílčích oblastí IM, jak diskutuje následující kapitola, rozvoj schopnosti použití programovacího jazyka, a především znalosti základní syntaxe u žáků MŠMT zdůrazňuje.

3 Vymezení složek informatického myšlení

Prakticky od počátku mezinárodní diskuse o integraci rozvoje informatického myšlení do vzdělávání probíhají pokusy o definování konkrétních složek IM. Jednou z motivací pro tuto konkretizaci je stanovení didaktických cílů, které jsou konkrétní, měřitelné, realizovatelné, akceptovatelné, reálné, termínované, což je pro kvalitní aplikovanou výuku stěžejní východisko (MŠMT, 2014). Jedno z prvních vymezení informatického myšlení, ze kterého vyháží většina kurikulárních reforem a dokumentů, a to včetně tuzemské revize, byla vydána CSTA & ISTE v roce 2011 (MŠMT, 2019).

Dokument *Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education* uvádí šest schopností a dovedností, které tvoří základ IM a je rozšířen o pět vlastností a postojů, které se ke koncepci IM vážou. Tato poměrně široká vymezení složek IM byla později mnoha autory (Angeli, 2020, Bocconi, 2016, Chen, Wing, 2006) přepracována a redukována na základní elementy, které vystihují podstatu původních definic. Tyto simplifikace byly vytvořeny zpravidla za účelem testování a rozvoje dílčích složek ve školním prostředí. Přesto, že definice a přístupy k IM samotnému se často mezi autory diametrálně liší, většina se shoduje právě na těchto zjednodušených elementech IM, které se řádově ohybují kolem šesti oblastí, kterými jsou abstrakce, algoritmizace, automatizace, dekompozice, debugging/ladění a generalizace (Bocconi, Selby). Někteří z autorů tyto složky

kombinují (např. automatizaci a algoritmizaci mnoho autorů považuje za totožné), případně nahrazují, či rozšiřují o koncepty práce s daty, evaluaci a syntaxi.

Chen (2017) ve svém testu infromatického myšlení u žáků pátých tříd základních škol vychází z klíčových slov v dokumentu CSTA & ISTE. Tato klíčová slova byla použita jako východisko k vytvoření pěti základních složek pro jeden z testů úrovně infromatického myšlení u žáků základních škol. Konkrétně se test zaměřoval na schopnosti v oblasti složek syntaxe (formulace), data, algoritmizace, reprezentace (modelování) a evaluace (debugging). Je zjevné, že toto rozdělení přímo vychází spíše z původního návrhu koncepce IM dle CSTA & ISTE, právě proto, že specificky zahrnuje práci s daty, která bývá autory, kteří vyházejí spíše z vědeckých prací Selbyho (2012) a Wing (2006) než z kurikulárních dokumentů, vynechávána.

Je zjevné, že česká koncepce IM uváděná MŠMT z koncepce CSTA & ISTE v mnoha bodech vychází. V dokumentu *Stručné vymezení digitální gramotnosti a infromatického myšlení*¹ MŠMT uvádí celkem šest oblastí schopností, dovedností a postojů, které má infromaticky myslící žák být schopen používat k řešení předložených problémů. Tyto složky se koncepčně z velké části shodují právě se složkami použitými Chen (2017) pro tvorbu testu měřícího rozvoj IM u žáků prvního stupně základních škol.

Tabulka 1 – Vymezení složek infromatického myšlení

CSTA & ISTE		
Originální vymezení	Klíčová slova	Odpovídající oblast IM
Formulace problémů pro strojové řešení	Formulace	Syntaxe, programování
Logicky organizovat a analyzovat data	Data	Zpracování dat
Reprezentovat data pomocí abstrakcí	Reprezentace	Modelace
Automatizace řešení pomocí algoritmického myšlení	Algoritmické myšlení	Algoritmizace
Analýza možných řešení s cílem dosáhnout nejefektivnější kombinace	-----	Optimalizace
Zobecnění a aplikace procesu řešení konkrétního problému	Zobecnění	Evaluace, debugging
MŠMT		
Originální vymezení	Klíčová slova	Odpovídající oblast IM
(Abstraktní) formulace problémů s ohledem na jejich řešitelnost	-----	Abstrakce
Získ, zaznamenávání, uspořádávání, strukturace a předávání dat a informací	Data	Zpracování dat
Rozklad systémů a procesů, odhalení jejich vztahů a modelace situace	Modelování	Modelace
Formulace postupů a řešení	Formulování	Algoritmizace
Vytváření formálních popisů	Syntax	Syntaxe, programování
Testování, analýza a vyhodnocení uvažovaných řešení	Vyhodnocovat	Evaluace, optimalizace, debugging

¹ <http://www.nuv.cz/t/strucne-vymezeni-digitalni-gramotnosti-a-infromatickeho>

Komparační tabulka 1 uvádí složky IM podle CSTA & ISTE i MŠMT a klíčová slova a fráze použité v adekvátních dokumentech podle Chen (2017) a odpovídací oblasti dle Bocconihio (2016). Originální široká vymezení dílčích konceptů byla pro potřeby tabulky zkrácena. Klíčová slova pro oblast analýzy možných řešení s cílem dosáhnout nejefektivnější kombinace Chen (2017) neuvádí, jde však o složku s prvky evaluace a debuggingu. Podobně ve vymezení MŠMT nelze první uváděnou schopnost týkající se formulace problémů s ohledem na jejich řešitelnost, považovat jednoduše za složku týkající se pouze formulace problému, či algoritmizace. Podrobnější vymezení pojmu v sobě zahrnuje principy abstrakce a akcentuje důležitost strojového řešení problému, obecně jde ovšem spíše o popis postoje k problému. „(Žák) si průběžně všímá, co v jeho okolí lze zlepšit. (...) Zamýšlí se, jestli řeší skutečnou potřebu, ...“ (MŠMT, 2019). Jde tedy o složku zaměřující se na žákovu vlastnost, spíš než exaktně ověřitelnou schopnost či dovednost.

Pohled MŠMT na informatické myšlení z velké části odráží základní koncepci IM v širším smyslu, kdy se mluví o způsobu myšlení aplikovatelném v širokém spektru oborů, včetně situací, které nevyžadují použití programovacího jazyka. Přesto je ze složek IM, které MŠMT akcentuje zjevné, že právě programování, a to za použití konkrétního formálního programovacího jazyka, viz. složka Syntaxe, je jedním z klíčových bodů zavedení rozvoje IM do státního kurikula. Právě proto by neměla být schopnost používání programovacího jazyka při sestavení testu měřícího stupeň rozvoje IM opomíjena. Tento předpoklad je však komplikován tuzemským kurikulárním systémem, který umožňuje školám volit si programovací jazyk a sestavovat ŠVP podle svých individuálních prostředků a schopností pedagogů (Klement, 2019). Není tedy možné se při sestavování univerzálního testu IM, který by měl mít obecně diagnostické vlastnosti, soustředit pouze na jeden formální programovací jazyk. Nabízí se použití úloh, které jejichž řešení využívá univerzální základy syntaxe programovacích jazyků s důrazem na žákovu schopnost pochopit význam a správnost zápisu.

4 Možnosti určování úrovně informatického myšlení

V současné době jsou popsány čtyři kategorie nástrojů používaných k hodnocení rozvoje informatického myšlení žáků. Tang (2019) rozeznává kategorie didaktického testu složeného z otevřených nebo uzavřených otázek, analýzu hodnocení žákova portfolia, rozhovor a průzkum. Toto rozdělení s příklady literatury, které diskutuje použití adekvátního nástroje zpracovává tabulka 2.

Tabulka 2 – Možnosti určování úrovně informatického myšlení

Typ		Praktické užití
Didaktické testy	Test IM s otevřenými otázkami	Román-González (2015) Chen a kol. (2017)
	Test IM s uzavřenými otázkami	Dolgopolovas (2015)
Analýza práce žáka	Analýza žákova portfolia	Román-González (2015)
	Evaluace žákova výkonu při řešení zadaného úkolu	Angeli (2020)
Rozhovor	Zpravidla doplňující forma testu	Gülbahar (2018)
Dotazník	Zjišťuje studentův postoj k IM a vlastním schopnostem	Sáez-López a kol. (2016)

Jednotlivé přístupy k testování IM se liší zaměřením testování a vhodností použití v různých prostředích. Didaktické testy jsou obvykle používány v situacích, kdy je očekávaným přínosem

testování IM objektivní deskripce, analýza a explanace skutečné úrovně inforatického myšlení vyššího počtu žáků, nebo při potřebě rychlého mapování situace a srovnání výkonů mezi žáky, například při vstupním testu.

Vedle Bobříka programování, který se zaměřuje na obecné inforatické předpoklady žáků a kterého použil k podrobné analýze Dolgopolovas (2015), byl prvním testem inforatického myšlení CT-test Román-Gonzála v roce 2015. Tento test byl zaměřen na žáky španělských základních škol pracujících v prostředí Scratch a byl tedy vázán na konkrétní programovací prostředí se kterým byli žáci zvyklí pracovat. Po redukci původních čtyřiceti otázek obsahoval dvacet osm položek kombinujících uzavřené a otevřené otázky.

Podobný přístup v designu testu, ve smyslu kombinování otevřených a uzavřených otázek s využitím specifického programovacího prostředí byl zvolen Chen a kol. (2017). Tento test byl však zaměřen na obecnější využití schopnosti inforatického myšlení a primárně se soustředil na využití IM při praktických činnostech každodenního života. Tento test byl designován pro žáky pátých tříd a celkem bylo použito 15 uzavřených a 7 otevřených otázek. Ze závěrů, které vyplynuly z designu tohoto výzkumu, je zřejmé, že je nutné při tvorbě testu zaměřeného na větší množství respondentů zvažovat složitost zadání a simplifikovat terminologii, která může být žákům neznámá. Další komplikace se objevuje v rámci otevřených odpovědí, kde může dojít ke konfliktu funkčního řešení se špatným syntaxem. Žák je schopen dojít k řešení předloženého problému, ovšem toto řešení, ač správné, neodpovídá syntakticky žádnému formálnímu programovacímu jazyku. Je nutné před vlastním designem testu determinovat, zda k takovému řešení bude přistupováno v širokém kontextu IM, podle kterého schopnost inforatického myšlení není vázána na žádný programovací jazyk, a bude tedy považováno za správné, nebo nikoliv.

Román-Gonzáles je zároveň z jedním z vedoucích propagátorů hodnocení rozvoje inforatického myšlení pomocí analýz portfolia. Tento přístup vyžaduje dlouhodobou archivaci práce studentů ve formě projektů nebo konceptů a jejich následnou analýzu a evaluaci. Tento způsob určování úrovně IM je silně kvalitativní a může poskytnout objektivní hodnocení žákova vývoje během dlouhodobého vzdělávacího procesu. Román-Gonzáles stejně jako mnoho dalších autorů používá k tomuto účelu programové prostředí Scratch, které v současné době nabízí archivaci žákových projektů a tímto usnadňuje evaluaci.

Podobným přístupem je testování, při kterém dochází k evaluaci žákova výkonu při řešení zadaného úkolu. Tento způsob testování zpravidla spočívá v pozorování žákova řešení předloženého praktického problému a následném hodnocení jeho práce. Velmi rozšířenou metodou pro tuto formu testování je použití robotických pomůcek pro výuku programování, což z ní dělá vhodný nástroj pro určení stupně vývoje IM u mladších dětí (Angeli, 2020).

Rozhovory se obvykle provádějí jako rozšiřující forma evaluace žákova výkonu při řešení úkolu, případně při analýze portfolia studenta (Tang, 2019). Rozhovory mají nezpochybnitelný potenciál poskytnout podrobné informace o schopnostech studenta, protože nabízí ucelený pohled na schopnosti individuálního žáka. Jsou tedy vhodné do praktické výuky, nejsou však vhodné pro hromadné testování úrovně rozvoje IM v populaci.

Průzkumy ve formě dotazníku se typicky využívají ke zjištění studentova individuálního pocitu ze svých schopností. Právě proto, že hodnotí osobní percepci, nejsou objektivním evaluačním nástrojem pro skutečný rozvoj IM. V České republice byl v roce 2018 průzkum, který se zaměřoval na osobní

pohled studentů na jejich digitálních a výpočetních dovednosti. Přesto, že jeho primárním záměrem nebylo zjišťovat postoj studentů k jejich schopnostem z oblasti IM, do některých složek této koncepce částečně zasahoval (Klement, 2019).

Závěr

Zahraniční zkušenosti s testováním informatického myšlení nabízí ucelený pohled na aktuální stav této problematiky v současném vzdělávacím paradigmatu a zároveň přináší cenné poznatky pro vývoj standardizovaných diagnostických nástrojů pro výuku informatiky a algoritmizace. Z analýzy relevantních zdrojů vyplývá, že pro empirické šetření v oblasti IM se jeví výhodnější zvolit kombinaci nabízených technik a metod. Pro přesnější zkoumání skutečného stavu úrovně rozvoje IM se jeví jako optimální strategie se smíšeným výzkumným designem a použitím diagnostického testu.

Jednou z nejdiskutovanějších otázek při testování úrovně IM je v současné době využití formálního programovacího jazyka a specifického programovacího prostředí. Ačkoliv v některých formách určování úrovně žákova rozvoje IM, především v testech evaluačního charakteru, je použití specifického programovacího prostředí výchozím aspektem této evaluace, je diskutabilní, do jaké míry takový test měří informatické myšlení a do jaké pouze algoritmizaci a schopnost se orientovat a programovat v daném jazyce.

Nabízí se otázka, zda je by mělo být hodnocení informatického myšlení skutečně vázáno pouze na jeho exaktně měřitelné složky, které si studenti osvojují ve formě znalostí a dovedností během vzdělávacího procesu, nebo by se mělo k celé koncepci IM přistupovat primárně jako k procesu kognitivního myšlení. Podobně v případě, že IM chápeme jako způsob myšlení aplikovatelný v širokém spektru situací, a to i mimo programovací prostředí, jeho evaluace by tuto skutečnosti měla reflektovat.

Tento výzkum je financován Interním grantem Univerzity Palackého IGA_PdF_2020_005.

Literatura

- Charoula, A. and Valanides, N. (2020). Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior* [online].
- Bocconi, S., Chiocciariello, A. and Earp, J. (2018). *The Nordic approach to introducing Computational Thinking and programming in compulsory education*. Report prepared for the Nordic@BETT2018 Steering Group.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. and Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice*.
- CSTA & ISTE. (2011). *Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education*.
- Susumu, K., Shirai, S. and Tani, S. (2017). Informatics and Programming Education at Primary and Secondary Schools in Japan. *OLYMPIADS IN INFORMATICS* [online]. 2017, 11(1), 143-15
- Klement, M. a Bártek, K. (2019). *Od digitální gramotnosti k informatickému myšlení – koncepce, obsah a realizace výuky informatiky z pohledu jejich aktérů* [online]. Křížkovského 8, 771 47 Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Faron, M. and Crick, T. (2018). A university-based model for supporting computer science curriculum reform. *Journal of Computers in Education* [online]. 5(4), 415-434

- Mšmt. (2019). *RVP v oblasti informatiky a ICT* [online]. Praha: NÚV – Národní ústav pro vzdělávání, Dostupné z: <http://www.nuv.cz/t/revize-rvp-ict>
- Mšmt. (2014). *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2020* [online]. Dostupné z: http://www.vzdelavani2020.cz/images_obsah/dokumenty/strategie-2020_web.pdf
- Román-Gonzalez, M. (2015). *Computational Thinking Test: Design Guidelines and Content Validation*. 7th annual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2015). Barcelona, pp. 2436-2444.
- Selby, C. C., & Woollard, J. (2013). *Computational thinking: The developing definition*. Paper Presented at the 18th annual conference on innovation and Technology in Computer Science Education, Canterbury.
- Hyo-Jeong, S., Siu-Yung Jong, M. and Chen-Chung Liu (2020). Computational Thinking Education in the Asian Pacific Region. *The Asia-Pacific Education Researcher* [online]. 29(1), 1-8
- Xiaodan, T., Yin Z., Lin. Q., Hadad, R. and Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education* [online]. 148.
- The Royal Society (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. The Royal Society, London, U.K., Jan. 2012; <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>
- WING, J. (2006). *Computational thinking*. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.

Kontaktní adresa:

Lucie Bryndová, Mgr.

Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, ČR, tel.: 00420 585 635 8011, fax +420 585 231 400, e-mail: brynlu00@upol.cz