

MEASURING COMPUTATIONAL THINKING ACROSS AGE CATEGORIES

A Critical Comparison of Selected Assessment Instruments

Simona TUŠICOVÁ*, Univerzita Hradec Králové, Česká republika

Přijato: 19. 9. 2025 / Akceptováno: 15. 4. 2026

Typ článku: Teoretická studie

DOI: 10.5507/jtie.2026.002

Abstract: This article focuses on the topic of computational thinking and its assessment across different age categories. We analyze three specific CT tests to determine how their parameters vary with respect to the age category for which they are primarily intended. Preliminary results show that the differences between the tests are minimal in terms of graphical features, and that the time requirements of each test are comparable. More significant differences can be observed in the complexity of the tasks, which increases with the age category of the respondents. The present study provides valuable information for optimizing CT assessment tools and for supporting ICT education.

Key words: Computational thinking, CT assessment, ICT education

MĚŘENÍ INFORMATICKÉHO MYŠLENÍ NAPŘÍČ VĚKOVÝMI KATEGORIEMI

Kritické srovnání vybraných testovacích nástrojů

Abstrakt: Tento článek se zabývá problematikou informatického myšlení (IM) a jeho měřením napříč různými věkovými kategoriemi. V rámci výzkumu analyzujeme tři konkrétní testy IM s cílem zjistit, jak se liší jejich parametry s ohledem na věkovou kategorii, pro kterou jsou primárně určeny. Předběžné výsledky ukazují, že rozdíly v testech jsou po grafické stránce minimální, časová náročnost jednotlivých testů je také srovnatelná. Markantnější rozdíly lze pozorovat ve složitosti zadaných úloh, ta narůstá společně s věkovou kategorií respondentů. Představovaná studie přináší cenné informace pro optimalizaci nástrojů měření IM a podporu vzdělávání v oblasti ICT.

Klíčová slova: Informatické myšlení, testy IM, výuka ICT.

*Autor pro korespondenci: tusicsi1@uhk.cz

1 Úvod

Informatické myšlení (IM) se stává nedílnou součástí našich každodenních aktivit, a proto je důležité mu věnovat zvýšenou pozornost (Wing, 2006). Cílený rozvoj IM přináší jednotlivcům řadu benefitů, včetně podpory analytického a kritického myšlení, zlepšení schopnosti řešit problémy a rozvíjení digitálních a ICT kompetencí (Saidin et al., 2021). Význam informatického myšlení roste napříč všemi úrovněmi vzdělávání a jeho koncept se stále rozšiřuje a zpřesňuje, což dokládá i dynamický vývoj v oblasti výzkumu (Lu et al., 2022).

S tímto rozvojem však úzce souvisí potřeba IM nejen podporovat, ale také spolehlivě a validně měřit. V posledních letech vznikla celá řada nástrojů zaměřených na diagnostiku úrovně informatického myšlení u různých věkových skupin, často s odlišnou strukturou, zaměřením i formátem úloh (Lu et al., 2022).

Tento článek se zaměřuje na srovnávací analýzu tří vybraných testů informatického myšlení určených pro různé věkové kategorie. Cílem je zhodnotit jejich obsahové zaměření a formální charakteristiky, a přispět tak k hlubšímu porozumění možnostem a limitům měření informatického myšlení v edukační praxi.

2 Teorie

Informatické myšlení (IM) představuje soubor kognitivních dovedností a procesů, které umožňují jedinci rozkládat komplexní problémy, rozpoznávat vzorce, abstrahovat, formulovat algoritmy, analyzovat a evaluovat řešení tak, aby mohly být vykonány buď strojem, nebo lidmi při zachování účinnosti a efektivity (Wing, 2006, 2008, 2010). Vzdělávací systémy i výzkumné komunity po celém světě jej považují za klíčovou kompetenci 21. století, která překračuje tradiční hranice informatiky či programování a zasahuje i do běžného života.

Úroveň IM úzce souvisí s dosaženou úrovní kognitivních dovedností a obecnou inteligencí (Román-González, 2017). Její rozvoj i aktuální stav mohou být ovlivněny celou řadou faktorů, mezi něž patří nejen vrozené dispozice a biologické aspekty, ale také prostředí, ve kterém se jedinec vyvíjí (Langmeier & Krejčířová, 2006). Tato skutečnost je klíčová zejména při konstrukci a výběru nástrojů pro měření IM, jelikož vývojové předpoklady a individuální rozdíly mezi žáky či studenty mohou významně ovlivnit výpovědní hodnotu testu.

Přehledové studie (Poulakis & Politis, 2021; Tang et al., 2020) shodně uvádějí, že jednotný a všeobecně uznávaný standardizovaný nástroj pro měření informatického myšlení dosud neexistuje. Existuje však řada dílčích nástrojů, které se zaměřují na různé aspekty IM a různé věkové skupiny. Z pohledu vývojové psychologie (Langmeier & Krejčířová, 2006) je přitom zřejmé, že měření musí být přizpůsobeno věku, kognitivní úrovni a předchozím zkušenostem respondentů, aby poskytovalo validní a smysluplné výsledky.

3 Metodologie výzkumu

Hlavním cílem tohoto kvalitativně orientovaného výzkumu je porovnání vybraných testů IM se zaměřením na různé věkové kategorie, pro které jsou tyto nástroje primárně určeny. S ohledem na výzkumný záměr byly účelově zvoleny tři testy představující typické příklady nástrojů, které se v současnosti využívají v odborné i edukační praxi. Výběr testů byl proveden na základě předem stanovených kritérií, zejména jejich zaměření na odlišné věkové skupiny, dostupnosti dokumentace a relevance v odborném či edukačním kontextu.

Prvním kritériem bylo vybrání takového nástroje, k němuž byl autorce zajištěn plný přístup včetně konkrétního zadání testových úloh, popisu struktury a metodologie.

Za druhé se výběr opíral o požadavek psychometrické kvality testu – všechny nástroje musely být adekvátně validovány, vykazovat dostatečnou reliabilitu a splňovat obecně uznávané parametry kvalitního diagnostického nástroje (dle Chráska, 2016).

Dalším kritériem byla odborná akceptace vědeckou společností – zvolené testy odpovídají požadavku na vícečetnou citaci v relevantní vědecké literatuře, což svědčí o jejich důvěryhodnosti a rozšíření v akademickém diskurzu.

V neposlední řadě testy musely být cíleny na odlišné věkové kategorie, přičemž se zaměřují na shodné nebo srovnatelné koncepty IM, což umožňuje jejich smysluplné porovnání napříč vývojovým spektrem.

Pro účely této studie je výzkumná otázka definována následovně:

VO1: Liší se parametry testů informatického myšlení (IM) v závislosti na věkové kategorii, pro kterou jsou určeny?

V návaznosti na VO byly vymezeny čtyři dílčí tematické okruhy, které umožňují systematické a transparentní srovnání jednotlivých testů. Tato kritéria zároveň slouží jako rámec pro prezentaci výsledků analýzy:

- *Obsahové zaměření*: sledujeme, jak autoři testů přistupují ke konceptualizaci termínu IM a jeho klíčových komponentů a zda testy měří všechny tyto složky;
- *Grafická podoba a vizuální styl*: zkoumáme rozdíly ve způsobu vizuálního zpracování úloh s ohledem na cílovou věkovou skupinu;
- *Struktura zadání*: zaměřujeme se na formu úloh, jejich organizaci a jazykovou složitost;
- *Časová náročnost*: porovnáváme délku trvání testování, případně doporučený čas pro jejich administraci.

Takto vymezená kritéria vytvářejí strukturovaný analytický rámec, který umožňuje nejen identifikovat rozdíly mezi jednotlivými testy, ale také ilustrovat tyto rozdíly na konkrétních příkladech úloh, jež jsou dále prezentovány v části věnované výsledkům komparativní analýzy.

4 Výsledky

Pro účely této studie byly analyzovány tři ověřené testy měřící informatické myšlení, které reprezentují různé věkové kategorie respondentů, konkrétně: *Computational Thinking Test for Beginners* (BCT) (Zapata-Cáceres et al., 2020), určený pro mladší školní věk; *Computational Thinking Test* (CTt) (Román-González et al., 2016), zaměřený na žáky druhého stupně základních škol a studenty středních škol; a *Algorithmic Thinking Test for Adults* (ATTA) (Martínez et al., 2022), který je navržen pro dospělou populaci.

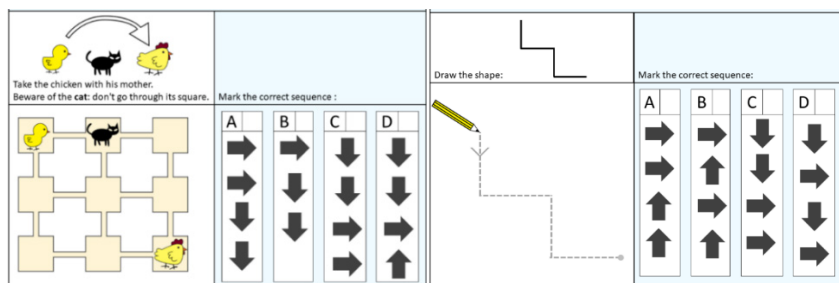
Všechny tři nástroje byly vyvíjeny v souladu s psychometrickými standardy, staví na solidním teoretickém rámci IM a prošly opakovanou validací v cílových skupinách. Jejich konstrukce odpovídá požadavkům na reliabilitu, validitu i věkovou přiměřenost, a to jak po obsahové, tak i formální stránce.

Vzhledem ke své kvalitě a vysoké míře odborné akceptace se tyto testy staly často využívanými nástroji v oblasti výzkumu informatického myšlení – jak samostatně, tak i v kombinaci s dalšími měřícími nástroji (Tang et al., 2020). Výběr těchto testů tak poskytuje reprezentativní základ pro mezirovinné srovnání.

4.1 BCT

Beginners Computational Thinking Test (BCTt) autorů María Zapata-Cáceres, Estefanía Martín-Barroso a Marcos Román-González (2020) je diagnostický nástroj určený k měření úrovně IM u žáků mladšího školního věku, přibližně ve věku 5–10 let. Test obsahuje 25 uzavřených položek s jednou správnou odpovědí, kterou respondenti volí ze čtyř možností a je administrován v papírové formě bez nutnosti využití počítače. Doba vyplnění činí přibližně 40 minut a lze ji přizpůsobit věku žáků. BCT byl podroben rozsáhlé obsahové i psychometrické validaci, která potvrdila jeho spolehlivost jako měřicího nástroje vhodného pro výzkum i pedagogickou praxi.

Jednotlivé úlohy jsou koncipovány tak, aby zahrnuly všechny koncepty IM: logické a algoritmické myšlení, abstrakci, dekompozici, rozpoznávání vzorů a evaluaci. Většina úloh využívá formát mřížky, kde žáci mají za úkol posunout objekt (např. kuřátko) přes mřížku k cíli podle správné sekvence kroků (viz obr. 1 vlevo). Menší část úloh obsahuje jednoduchý cestovní nebo kreslicí scénář, kde žák má vybrat správný vzor či algoritmus z možností (Zapata-Cáceres et al., 2020) (viz obr. 1 vpravo).



Obr. 1 Příklady úloh testu BCT

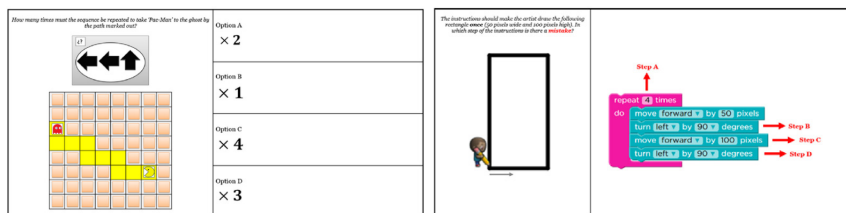
4.2 CTt

Computational Thinking Test (CTt) představuje standardizovaný diagnostický nástroj určený k měření úrovně IM u žáků ve věku 10–16 let. Test, vyvinutý Románem-Gonzálezem et al. (2017), obsahuje 28 uzavřených položek s jednou správnou odpovědí, kterou respondenti volí ze čtyř nabízených možností. Lze jej

administrovat online v maximální délce 45 minut, přičemž jeho struktura byla koncipována tak, aby nevyžadovala žádné předchozí znalosti programování nebo kódování.

CTt se zaměřuje na hlavní klíčové dimenze IM, mezi které autoři řadí logické a algoritmické myšlení, abstrakci, dekompozici, rozpoznávání vzorů a evaluaci. Položky CTt zahrnují dva typy vizuálních prostředí – bludiště a plátno. Každá odpověď je prezentován buď pomocí vizuálních šipek (viz obr. 2 vlevo), nebo prostřednictvím grafických bloků (viz obr. 2 vpravo).

Vývoj testu respektoval mezinárodní standardy pro psychologické a vzdělávací testování (AERA, APA & NCME, 2014) a prošel několika fázemi ověřování validity a reliability (Román-González et. al, 2017). Díky těmto vlastnostem je CTt v současnosti považován za jeden z nejspolehlivějších a nejpoužívanějších nástrojů pro objektivní hodnocení úrovně informatického myšlení žáků v dané věkové kategorii.



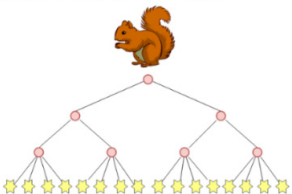
Obr. 2 Příklady úloh testu CTt

4.3 ATTA

The Algorithmic Thinking Test for Adults (ATTA) je diagnostický nástroj určený k hodnocení úrovně IM u dospělé populace. ATTA byl vytvořen v souladu s psychometrickými standardy pro konstrukci testů a byl následně validován na rozsáhlém vzorku dospělých respondentů (N=289) (Lafuente Martínez et al., 2022). Test obsahuje celkem 20 uzavřených položek, z nichž každá má pouze jednu správnou odpověď, přičemž průměrná doba potřebná k jeho vyplnění činí přibližně 70 minut. Vývoj položek vycházel z pedagogických a výzkumných materiálů zaměřených na IM, včetně výukových aktivit a zkuškových úloh z kurzů mezinárodních soutěží.

Položky testu ATTA jsou koncipovány tak, aby pokrývaly klíčové dimenze algoritmického myšlení. Typickými formáty úloh jsou například analýza sekvencí kroků vedoucích k určitému cíli, určení správného postupu v logickém schématu, volba nejefektivnějšího algoritmu nebo doplňování chybějících částí v algoritmickém postupu (viz Obr. 3). Tímto způsobem test umožňuje komplexní diagnostiku úrovně algoritmického myšlení a poskytuje validní podklad pro výzkumné i praktické využití v oblasti vzdělávání (Lafuente Martínez et al., 2022).

Let's examine the minimum distance the squirrel must travel to pick up all the stars. How many branches does it need to go through until it picks up the last star?



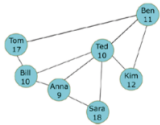
A. Number of stars x levels of the tree
B. 2 x number of branches – number of levels of the tree
C. (Number of levels of the tree)²
D. Number of branches + number of levels of the tree

SOLUTION: B

This diagram shows the relationship between 7 students in a book-sharing club. Their names and ages are shown in the image. Students who are friends are connected through a line.

The club has some regulations for members:

When you receive a book, you read it (if you haven't already done so) and then pass it to the youngest friend who has not read it yet. If, however, all your friends have read the book then you should pass it to the friend who first gave it to you.



Ben has read a new book and wants to share it with his friends. Who will read the book last?

SOLUTION:
KIM

Obr. 3 Příklady úloh testu ATTA

Shrnutí základních charakteristik vybraných testů informatického myšlení je uvedeno v tabulce 1. Tabulka poskytuje srovnání všech tří testů z hlediska věkové kategorie, struktury úloh, délky administrace, formy zadání a základního konceptuálního zaměření.

Vzhledem k povaze studie je analýza omezena na dostupné údaje uvedené v dokumentaci k testům a na jejich srovnání v rámci předem stanovených analytických kategorií. Podrobnější interpretace či empirické ověření parametrů testů není předmětem tohoto šetření.

Závěrečný komentář shrnuje pozorované podobnosti a rozdíly mezi testy a poukazuje na jejich vhodnost vzhledem k věkové kategorii respondentů a vzdělávacímu kontextu.

Test IM	Věková kategorie	Obsahová stránka	Grafická stránka	Struktura zadání	Časová náročnost
BCT	5–10 let	komponenty IM (logické a algoritmické myšlení, abstrakce, dekompozic, rozpoznávání vzorů, evaluace)	stručné zadání úlohy vztahující se ke grafickému znázornění situace, 4 možnosti odpovědi	25 uzavřených otázek, výběr ze 4 možností, 1 správná odpověď	40–60 minut
CTt	10–16 let	komponenty IM (logické a algoritmické myšlení, abstrakce, dekompozice, rozpoznávání vzorů, evaluace)	stručné zadání úlohy vztahující se ke grafickému znázornění situace, 4 možnosti odpovědi	28 uzavřených otázek, výběr ze 4 možností, 1 správná odpověď	45 minut
ATTA	18 a více let	algoritmické myšlení	popis úlohy, grafické zadání, otázka, 4 možnosti odpovědi nebo prostor pro textovou odpověď	20 otázek, výběr ze 4 možností nebo krátké textové odpovědi, 1 správná odpověď	průměrně 70 minut

Tab. 1 Shrnutí testů IM

5 Závěry a diskuse

Efektivní měření úrovně IM u dětí i dospělých je klíčové pro jeho cílený a účinný rozvoj. Rozvoj IM úzce souvisí s dosaženou úrovní kognitivních dovedností a obecnou inteligencí (Román-González, 2017). Schopnost efektivně využívat informatické principy, abstrahovat, dekomponovat problémy či vytvářet algoritmická řešení je podmíněna nejen vrozenými dispozicemi, ale i vlivy prostředí, sociálními interakcemi a vzdělávací zkušeností (Langmeier & Krejčířová, 2006). Z těchto důvodů představuje hodnocení IM významný indikátor nejen úrovně digitálních kompetencí, ale i celkové kognitivní flexibility a schopnosti adaptace na nové typy problémových situací.

Na základě předběžné analýzy vybraných testů IM lze konstatovat, že grafická stránka a struktura testů jsou mezi jednotlivými věkovými kategoriemi velmi podobné. Testy určené pro dospělé respondenty jsou obecně náročnější, vyžadují složitější kognitivní operace a delší čas na zpracování úloh, což se promítá do vyšší časové náročnosti. Zvýšená časová náročnost byla zaznamenána i u testů pro nejmladší děti, které obecně potřebují více času na přečtení a pochopení zadání. Přesto se celková doba vyplnění testů napříč věkovými skupinami liší jen minimálně.

Nejvýraznější rozdíly mezi testy se projevují v obsahové stránce, zejména v náročnosti a komplexnosti zadávaných úloh, která s rostoucím věkem respondentů narůstá. Tento trend odpovídá teorii kognitivního vývoje J. Piageta (1972), podle níž se myšlení dítěte postupně přesouvá od konkrétních operací k formálnímu a abstraktnímu uvažování. Z hlediska vývojové psychologie lze tedy vývoj informatického myšlení chápat jako přirozený projev širšího kognitivního zrání.

Na základě dostupné dokumentace lze konstatovat, že všechny tři analyzované testy jsou si strukturou a délkou podobné, liší se však zejména v hloubce a šíři zkoumaných konceptů informatického myšlení, které jsou přizpůsobeny kognitivním možnostem a vzdělávacím zkušenostem cílové populace. Tato zjištění poukazují na důležitost věkově přiměřeného designu testů a zároveň potvrzují, že volba vhodného nástroje by měla vycházet nejen z věku testovaných osob, ale i z účelu měření a požadované hloubky diagnostiky IM.

Předkládaná studie v tomto kontextu poskytuje konkrétní a analyticky využitelné poznatky relevantní pro optimalizaci nástrojů měření IM. V pedagogické praxi mohou výsledky studie sloužit učitelům základních a středních škol jako opora při informované volbě diagnostického nástroje, který odpovídá nejen věku žáků, ale i zamýšlenému didaktickému či hodnoticímu účelu. Pro výzkumníky pak srovnání testů představuje rámec pro další vývoj, adaptaci a validaci nástrojů měření IM. V širším kontextu tato studie přispívá k systematictější podpoře rozvoje IM a k posilování kvality vzdělávání v oblasti ICT napříč vzdělávacími úrovněmi.

6 Literatura

- Chráška, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu: Základy kvantitativního výzkumu*. Grada Publishing, a. s. ISBN 978-80-271-9225-0.
- Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová Psychologie*. Grada.
- Lu, C., Macdonald, R., Odell, B. et al. (2022). A scoping review of computational thinking assessments in higher education. *J Comput High Educ* 34, 416–461. <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09305-y>.
- Martínez, M. L., Lévêque, O., Benítez, I., Hardebolle, C., & Zufferey, J. D. (2022). Assessing Computational Thinking: Development and Validation of the Algorithmic Thinking Test for adults. *Journal of Educational Computing Research*, 60(6), 1436–1463. <https://doi.org/10.1177/07356331211057819>.
- Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. New York: Basic Books.
- Poulakis, E., Politis, P. (2021). Computational Thinking Assessment: Literature Review. In: Tsiatsos, T., Demetriadis, S., Mikropoulos, A., Dagdilelis, V. (eds) *Research on E-Learning and ICT in Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64363-8_7.

- Román-González, M., Pérez-González, J., & Jiménez-Fernández, C. (2016). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678–691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>.
- Saidin, N. D., Khalid, F., Martin, R., Kuppusamy, Y., & Munusamy, N. A. (2021). Benefits and Challenges of Applying computational Thinking in Education. *International Journal of Information and Education Technology*, 11(5), 248–254. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.5.1519>.
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148, 103798. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798>.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>.
- Wing, J. M., (2010). Computational thinking: What and why?. Unpublished manuscript Computer Science Department, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA. Retrieved January 19, 2024, from: <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>.
- Zapata-Caceres, M., Martin-Barroso, E., & Roman-Gonzalez, M. (2020). Computational Thinking Test for Beginners: Design and content validation. 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 1905–1914. <https://doi.org/10.1109/educon45650.2020.9125368>.