

MUNI
FI

Generativní umělá inteligence ve výuce matematiky

Mgr. Tomáš Foltýnek, Ph.D.

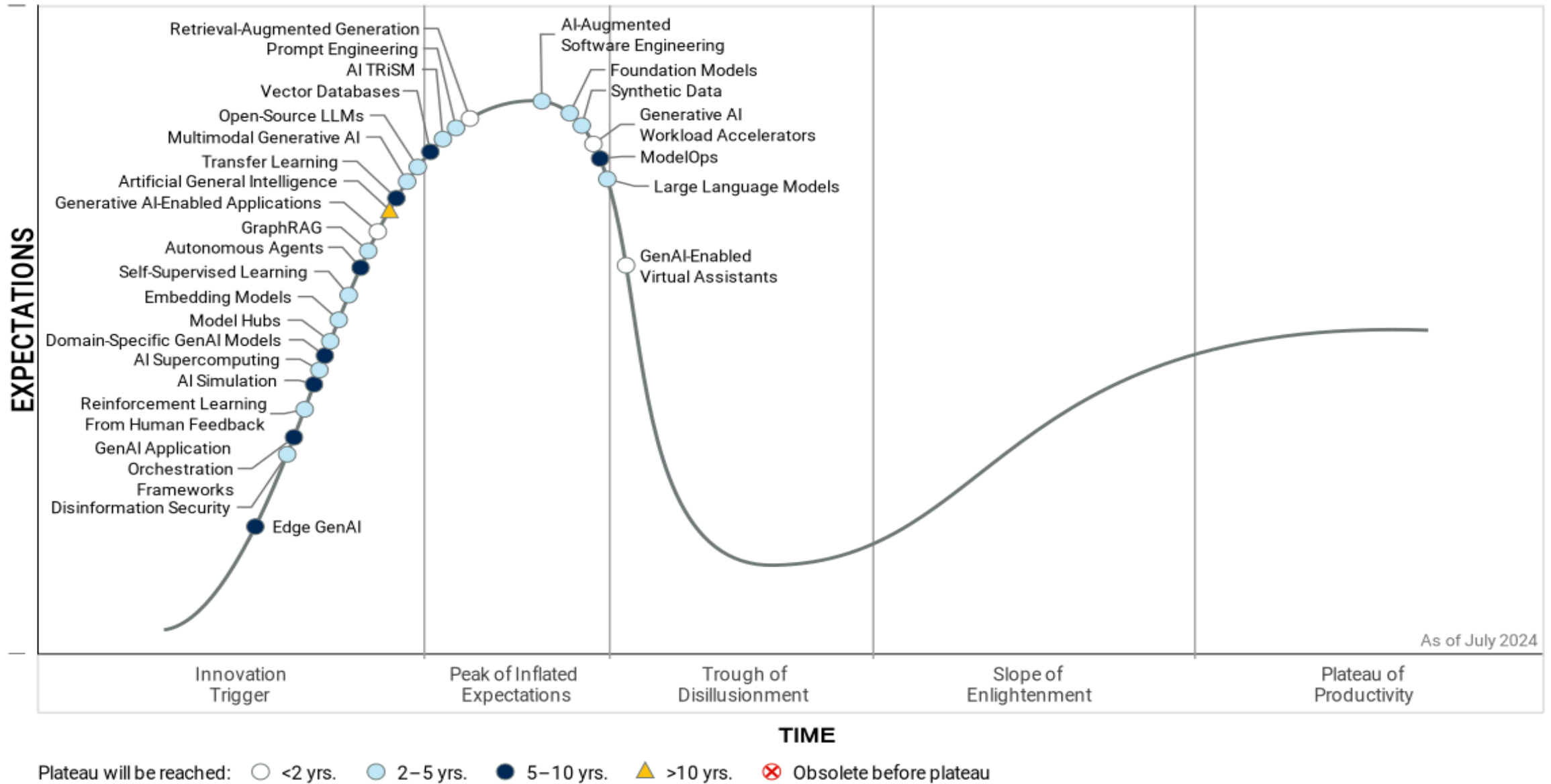
foltynec@fi.muni.cz



Malá anketa na úvod

- Kdo si povídal s ChatGPT nebo něčím podobným?
- Kdo zkoušel požádat ChatGPT, aby řešil úlohy, které zadáváte studentům?
- Kdo zná alespoň jeden z těchto nástrojů?
 - Wolfram Alpha, Microsoft Math Solver, MATHia, Khanmigo
- Kdo využil nějaký AI nástroj v přímé výuce?
- Kdo si myslí, že AI je hrozba, která zničí vzdělávání?
- Kdo si myslí, že AI je příležitost, která zlepší vzdělávání?

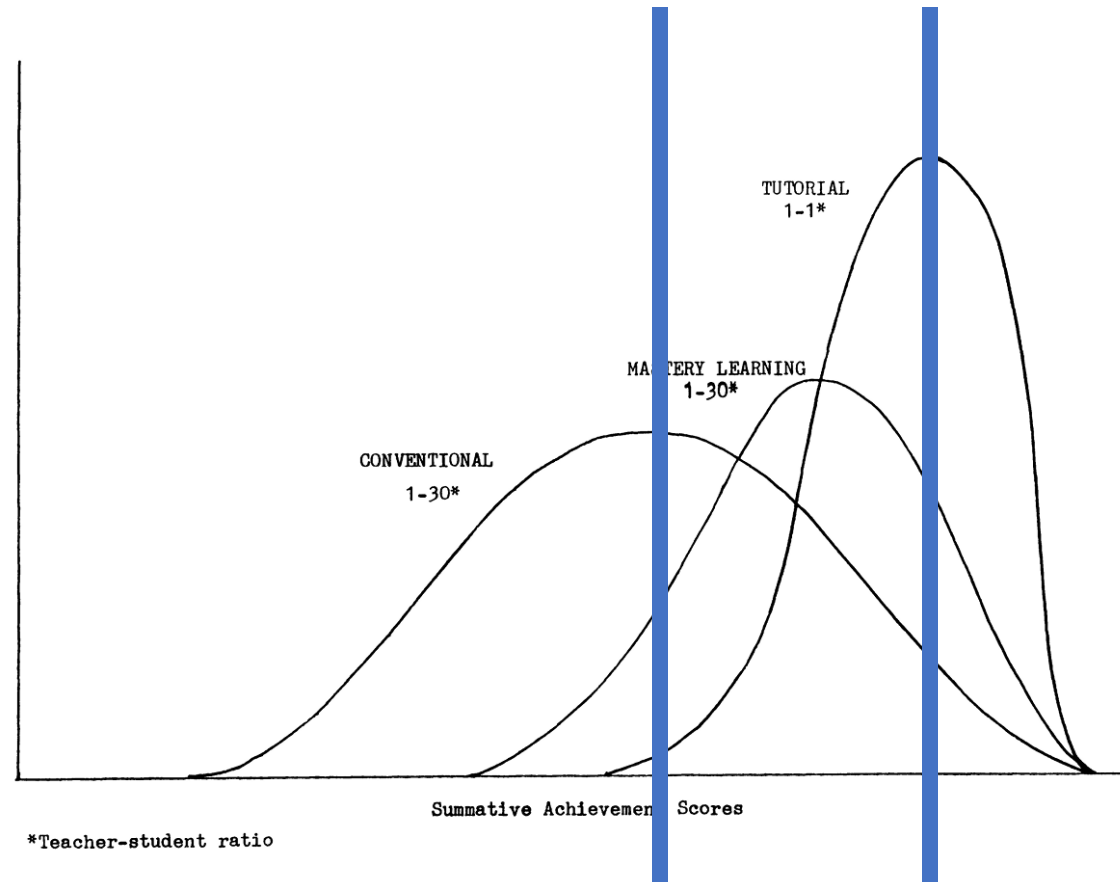
Hype Cycle for Generative AI, 2024



Vliv způsobu učení na výsledky studentů

- Benjamin Bloom (1984)
- Tři skupiny studentů
 - Klasická výuka (1 učitel na 30 studentů)
 - Mastery learning (1 učitel na 30 studentů)
 - Formativní zpětná vazba
 - Další úkoly v případě nezvládnutí
 - Každý student má svého osobního asistenta (1:1 nebo 2:3)
- Rozdíl mezi klasickou výukou a individuální: 2 std. odchylky

FIGURE 1. Achievement distribution for students under conventional, mastery learning, and tutorial instruction.



Chatboti a řešení studentských úkolů

- Jaro 2024: Volitelný předmět Etika a informační technologie
- Zadání pro studenty:
 - Zvolte si předmět, který jste úspěšně absolvovali
 - Zkuste vyřešit zadané úkoly pomocí ChatGPT nebo obdobného nástroje
 - Kriticky zhodnoťte užitečnost ChatGPT pro řešení úkolů
 - Identifikujte hrozby a příležitosti
 - Navrhněte způsob, jak smysluplně využít ChatGPT
- Říjen 2024: Replikace některých studentských experimentů

Chatboti a řešení studentských úkolů

- Matematická logika
 - Úloha: *Rozhodněte a dokažte, zda existuje formule φ taková, že formule $A \rightarrow \varphi$ je ekvivalentní formuli $\varphi \rightarrow A$.*
 - ChatGPT 3.5 na jaře úlohu nedokázal vyřešit
 - ChatGPT 4o dává správné řešení včetně uspokojivého důkazu
 - MyTutor (Khanmigo / ChatGPT 4o) pedagogický dialog, ale potvrdí špatné řešení
- Diferenciální a integrální počet
 - Výpočet limit
 - Snadná limita: vypočítal správně
 - Složitější limita: správný postup, ale chyba ve výpočtu
 - Derivace
 - Snadná derivace: vypočítal správně
 - Složitější derivace: vypočítal správně
 - Slovní úlohy vyžadující derivaci: nepochopení zadání

Chatboti a řešení studentských úkolů

- Kombinatorika, pravděpodobnost a statistika
 - Úloha: *Náhodně vybereme 3 osoby. S jakou pravděpodobností mají tito lidé narozeniny ve 3 různých dnech v roce? (Uvažujte nepřestupný rok).*
 - Google Gemini na jaře úlohu dokázal vyřešit na 3. pokus (v angličtině)
 - ChatGPT 4o dává v češtině správné řešení na 2. pokus, v angličtině na 1. pokus
 - Podmíněná pravděpodobnost, Bayesův vzorec
 - Google Gemini i ChatGPT řeší úlohy správně včetně vysvětlení postupu
 - Krátké testy do předmětu Statistika I.
 - Úspěšnost ChatGPT 3.5 na jaře byla cca 40 %

Obecná pozorování

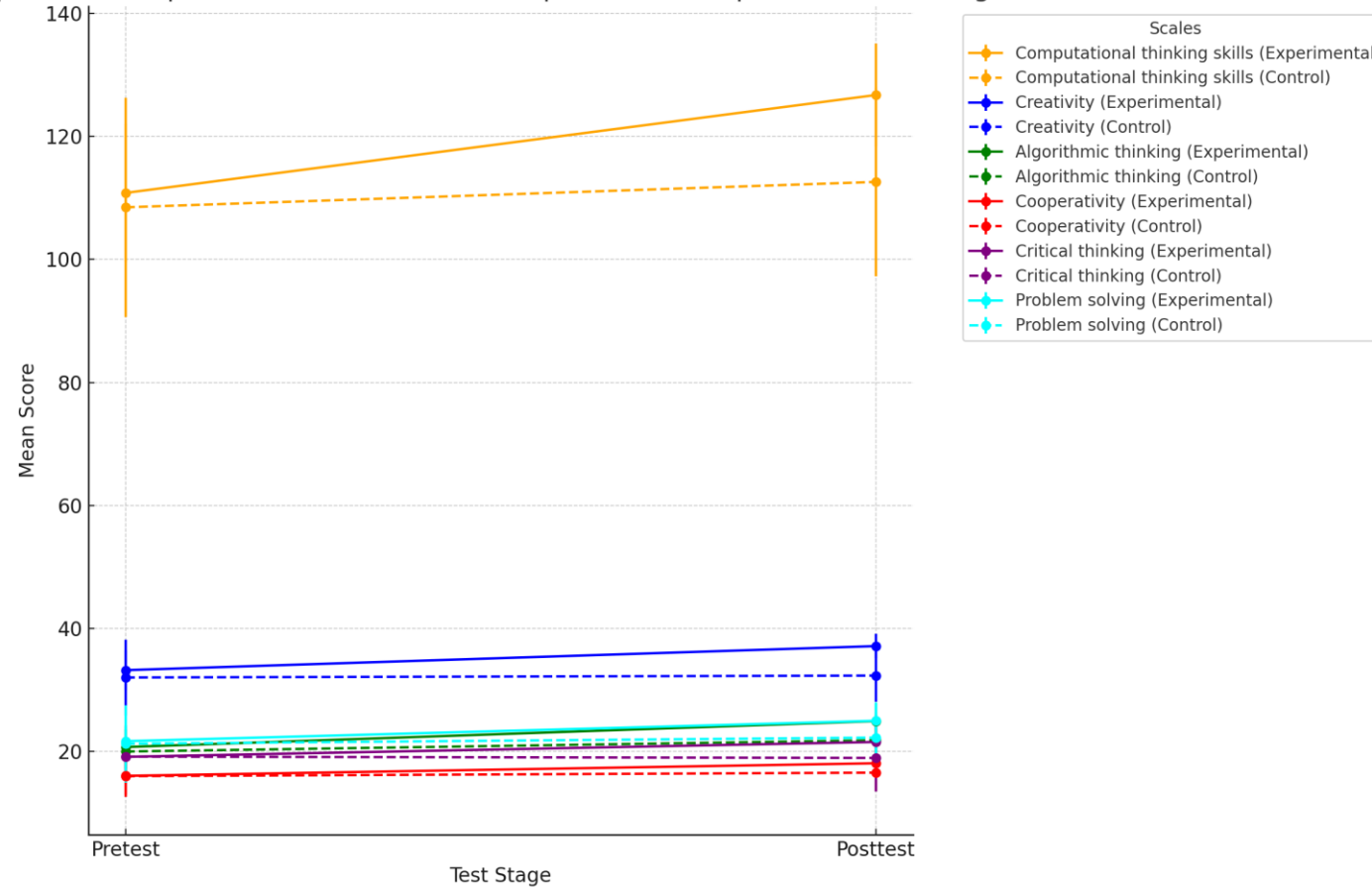
- Novější verze dávají lepší výsledky
- Placené verze dávají lepší výsledky
- Komunikace v angličtině vede k lepším výsledkům
- Chatboti mají problém s numerickými výpočty
 - ChatGPT řeší generováním kódu v Pythonu a následnou interpretací
 - Ne vždy to však udělá, někdy je třeba jej o to požádat
- Tato obecná pozorování neplatí vždy

AI ve výuce programování

- Experimentální studie
 - Yilmaz, R., & Yilmaz, F. G. K. (2023). The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and motivation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100147.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100147>
- 45 VŠ studentů informatiky
 - Bc. Stupeň, univerzita v Turecku
 - Experimentální skupina (n=21): Používali ChatGPT
 - Kontrolní skupina (n=24): Bez použití ChatGPT

Schopnost informatického myšlení

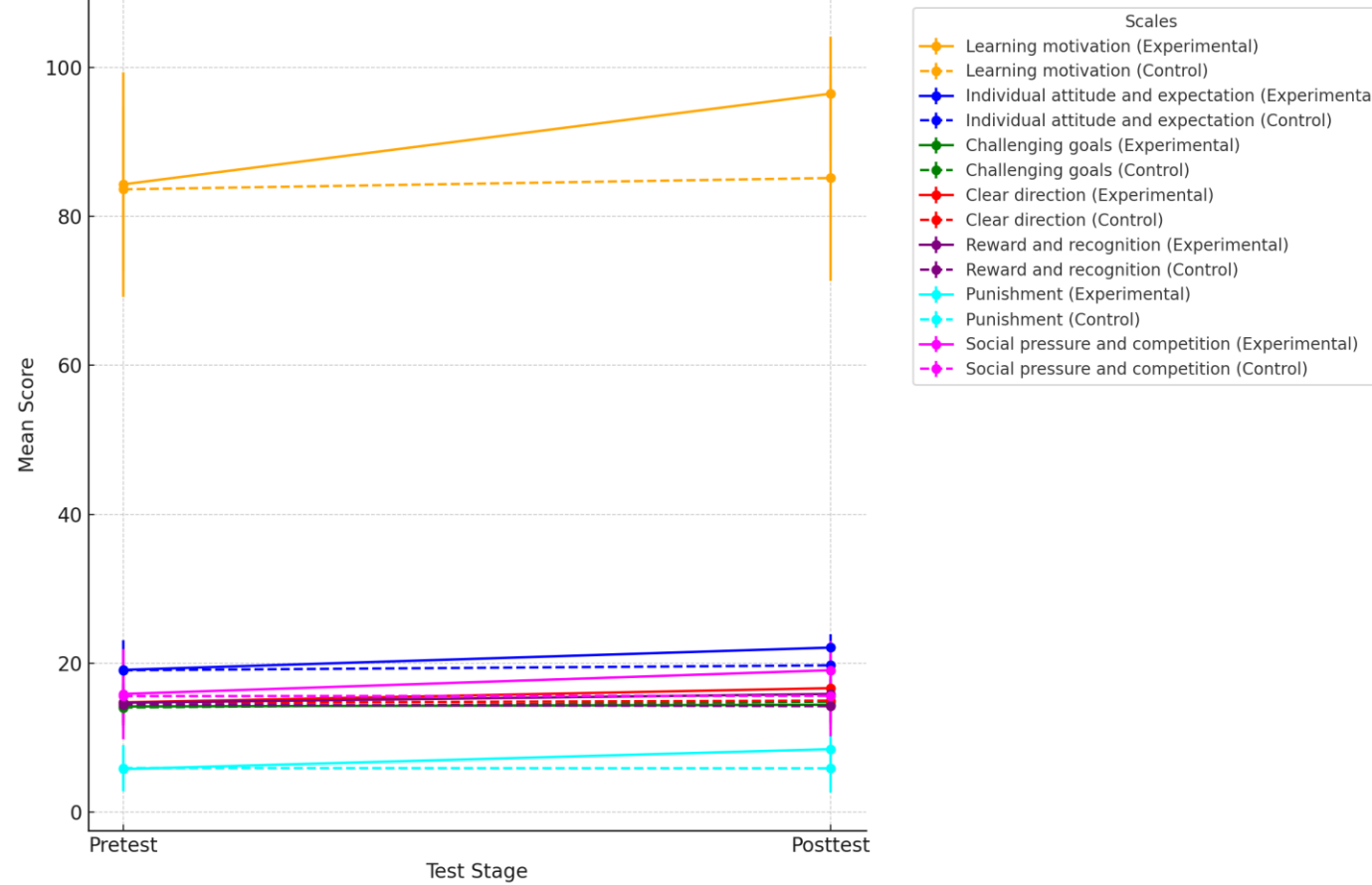
Comparison of Experimental and Control Groups Across Computational Thinking Skills



Zdroj dat: Yilmaz & Yilmaz, 2023

Motivace k učení se

Comparison of Experimental and Control Groups Across Learning Motivation Scales



Zdroj dat: Yilmaz & Yilmaz, 2023

AI ve výuce matematiky

- 85 studentů ze tří SŠ v USA
 - 44 studentů využívalo chatbota
 - vyvinutý výzkumníky, založený na pravidlech (nikoliv na LLM)
 - 39 studentů využívalo hinty v LMS
- Statisticky nevýznamné rozdíly
 - Výstupy z učení, vnímaná užitečnost, zájem o studium
- Studenti s hinty cítili větší jistotu
- Studenti měli pozitivnější přístup k chatbotovi

Meta-analýza

- Wu & Yu analyzovali 24 studií o využití AI chatbotů ve výuce
 - 3 ZŠ, 2 SŠ, 19 VŠ
- Celkově výrazně pozitivní efekt AI chatbotů na celkové výsledky studentů
- Efekt na výsledky studentů ZŠ a SŠ statisticky nevýznamný, na VŠ významný
 - Chybějící jazykové a digitální kompetence → Méně efektivní prompty
- Výrazně pozitivní efekt na motivaci studentů
- Krátkodobé intervence mají větší efekt než dlouhodobé
 - Pozitivní vliv na motivaci, prvek novosti
- AI chatboti snižují úzkosti studentů

Pozitivní využití ChatGPT pro studenty

- Vysvětlení nejasností
- Generování cvičných úloh
 - A kontrola správnosti jejich řešení
- Překonání počátečního odporu
 - Motivace k učení
 - Prevence prokrastinace
- **POZOR NA HALUCINACE!**



Je ChatGPT horší než *průměrný* rodič?

- Domácí příprava hraje v českém vzdělávacím systému důležitou roli
 - Zvýrazňuje socioekonomické rozdíly mezi žáky
- Chatbot může pomoci žákům, jejichž rodiče
 - Nevedou děti k plnění domácích úkolů
 - Nemají čas nebo dostatečné znalosti, aby jim látku vysvětlili



ChatGPT pro učitele

- Pomoc při plánování výuky
- Inspirace na nové aktivity
- Zpestření výuky
- Vyhledávání užitečných zdrojů
- Generování cvičných úloh
- Generování materiálů pro práci v hodině
- V budoucnu jako asistent při výuce



Chyba jako příležitost k učení se

- Chceme, aby studenti dělali chyby
- Příležitost k vysvětlení
- Místo studenta může chybu udělat chatbot
 - Předvídatelné
- Studenti mohou chatbota nachytat, jak udělá chybu



Úrovně zapojení AI do plnění úkolu

- **Bez AI:** Pouze znalosti a dovednosti studentů, kontrolované prostředí
- **Příprava s AI:** Brainstorming, počáteční orientace v tématu, poté samostatné rozvíjení a dokončení
- **Spolupráce s AI:** Pomoc ve všech fázích plnění úkolu, zahrnuje kritické posuzování a upravování výstupů
- **AI bez limitu:** Aktivní zapojení, AI se podílí na dosažení cílů úkolu
- **Prozkoumávání AI:** Hledání limitů AI v dané oblasti

<https://kurikulum.aidetem.cz/metodicke-materialy/chatboti-ve-vyuce-pracovni-listy/>

2/5



CHATBOTI

NA TOHLE SI DEJ, PROSÍM, POZOR!



INFO LISTY

VERZE 02

ZÁŘÍ 2024

AIDETEM.CZ



Pozor na soukromí.

Nikdy do chatbota nepiš soukromé věci – ani o sobě, ani o někom jiném. Nesdílej nic, co bys neřekl/a člověku na ulici.



Vše ověřuj, nad vším přemýšlej. Dvakrát.

Chatboti z podstaty svého fungování občas píší nesmysly. Pokaždé se snaž porozumět významu toho, co vygenerovali – třeba i slov, které neznáš. Fakta automaticky ověřuj.



Když použiješ chatbota, tak to řekni.

Chatbot je jen další nástroj. Není důvod tajit, že jsi ho využil/a například na vypracování úkolu nebo jinak.



Umíme matiku

- Negenerativní AI
- Rychlé opakování
- Dril
- Procvičování po malých blocích
- Adaptivní doporučování úloh
- Přizpůsobení obtížnosti
- Automatická zpětná vazba
- Vysvětlení principů

Objevování

Počítání do 20
Pexeso • lehké



Pythagorova věta: základní p...
Přesouvání • lehké



Poznávání zlomků
Rozhodovačka • lehké

Jakému zlomku odpovídá následující obrázek?



Rozdělovačka: rozcvička
Rozdělovačka

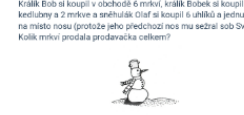


Sčítání a odčítání
Rozbitá kalkulačka



Sčítání a odčítání do 20: mix
Slovní úlohy • lehké

Krátek Bob si koupil v obchodě 6 mrkví, krátká Bobek si koupil 3 křeháky a 2 mrkve a sešelák Otař si koupil 6 jablek a jednu mrkev na místo nosu (protože jeho předchozí nos mu sebral sob Šven). Kolik mrkví prodala prodávka celkem?



Zvolte si úlohu

Základní cvičení



Rozhodovačka



Pexeso



Krok po kroku



Psaná odpověď



Slovní úlohy



Grafař



Porozumění

Interaktivní



Přesouvání



Mřížková



Rozdělovačka



Rozbitá kalkulačka

Na rychlost



Roboti



Střílečka



Příšerky

Více hráčů



Závody



Týmova

Wolfram Alpha

- NLP: Zadání v přirozeném jazyce
 - Přepis na dotaz do znalostní báze
- Znalostní báze
 - Matematika
 - Přírodní vědy
 - Společenské vědy
 - Každodenní život
- Provedení výpočtu (je-li třeba)
- Generování odpovědi
- **NEHALUCINUJE!**

The screenshot shows the Wolfram Alpha homepage. At the top, it says "FROM THE MAKERS OF WOLFRAM LANGUAGE AND MATHEMATICA" above the "WolframAlpha" logo. Below the logo is a search bar with the placeholder text "Enter what you want to calculate or know about". Under the search bar are buttons for "NATURAL LANGUAGE" and "MATH INPUT", and links for "EXTENDED KEYBOARD", "EXAMPLES", "UPLOAD", and "RANDOM". A banner below the search bar reads "Compute expert-level answers using Wolfram's breakthrough algorithms, knowledgebase and AI technology" and includes a link to "Also Available through Wolfram GPT". The main content area is a grid of topic categories, each with a grid of sub-topics. The categories are: Mathematics, Science & Technology, Society & Culture, and Everyday Life. Each category has a "More Topics" button at the bottom.

Mathematics	Science & Technology	Society & Culture	Everyday Life
Step-by-Step Solutions	Units & Measures	People	Personal Health
Elementary Math	Physics	Arts & Media	Personal Finance
x^2-1 Algebra	Chemistry	Dates & Times	Surprises
Plotting & Graphics	Engineering	Words & Linguistics	Entertainment
Calculus & Analysis	Computational Sciences	Money & Finance	Household Science
Geometry	Earth Sciences	Food & Nutrition	Household Math
Differential Equations	Materials	Political Geography	Hobbies
Statistics	Transportation	History	Today's World
More Topics	More Topics	More Topics	More Topics

Perplexity.ai

- Dává odpovědi na otázky
- Poskytuje odkazy na zdroje
- Lze se doptávat

- Placená verze umožňuje využití lepších jazykových modelů

- **NEHALUCINUJE**
- **Pozor na důvěryhodnost zdrojů**

Generativní AI ve výuce matematiky

The screenshot shows the Perplexity.ai search interface. At the top, the search query is "AI nástroje pro výuku matematiky". The page displays a "Sources" section with three cards: "15 nejlepších platform pro výuku matematiky založených na umělé...", "VIDEO: Návody na použití nástrojů s AI ve výuce včetně ukázek", and "[ej:aj] - Největší česká databáze AI nástrojů". Below this is an "Answer" section titled "AI Nástroje pro Výuku Matematiky" with a paragraph of text. A "Hlavní AI Nástroje pro Výuku Matematiky" section follows, listing tools like Photomath, Microsoft Math Solver, GeoGebra, Maplesoft, Carnegie Learning (MATHia), and Symbolab. At the bottom, there is a "Další Užitečné Nástroje" section listing WolframAlpha and Matific. The interface includes a sidebar with navigation options like Home, Discover, Library, and Sign in, and a "Sign Up" button. A footer at the bottom of the page offers a "Try Pro" upgrade.

MU doporučuje učitelům

- Bud'te otevřeni novinkám
- Bud'te vynalézaví
- Šiřte ideu poctivosti
- Dbejte na zodpovědnost
- Bud'te vstřícní, transparentní a nastavte jasná pravidla
- Bud'te pragmatičtí
- Bud'te obezřetní

<https://www.muni.cz/o-univerzite/uredni-deska/stanovisko-k-vyuzivani-ai>



Zdroje

- AI Dětem: <https://aidetem.cz/>
- Bloom, Benjamin S (1984). "The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring". *Educational Researcher*. 13 (6): 4–16. doi:10.3102/0013189x013006004
- How AI Could Save (Not Destroy) Education | Sal Khan | TED <https://www.youtube.com/watch?v=hJP5GqnTrNo>
- Masarykova univerzita (2023). Stanovisko k využívání umělé inteligence ve výuce na Masarykově univerzitě. <https://www.muni.cz/o-univerzite/uredni-deska/stanovisko-k-vyuzivani-ai>
- Perplexity: <https://www.perplexity.ai/>
- Umíme matiku: <https://www.umimematiku.cz/>
- Wolfram Alpha: <https://www.wolframalpha.com/>
- Wu, R., & Yu, Z. (2024). Do AI chatbots improve students learning outcomes? Evidence from a meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 10–33. <https://doi.org/10.1111/bjet.13334>
- Yilmaz, R., & Yilmaz, F. G. K. (2023). The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and motivation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100147. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100147>

Děkuji za pozornost

Tomáš Foltýnek

foltynec@fi.muni.cz

