

Učit s AI, ne kolem ní

Vývojový rámec pro integraci generativní AI v primárním, sekundárním a terciárním vzdělávání (2023–2026)

N.J. Berky

NJB Berky Advisory · Praha / Curych

ORCID: 0009-0001-2227-215X · njb@njb-berky.com · njb-berky.com

Pracovní studie · Verze 2.0 · Červen 2026

Český překlad anglického originálu "Teaching With, Not Around" (Berky, 2026)

ABSTRAKT

Generativní umělá inteligence (GenAI) je nejrychleji se šířící obecnou technologií v moderních dějinách vzdělávání. Mezi listopadem 2022 a začátkem roku 2026 se velké jazykové modely posunuly z výzkumné kuriozity k všudypřítomnému studentskému nástroji během tří akademických cyklů. Vzdělávací systémy nikoli. Tato studie tvrdí, že dominantní institucionální postoje, tedy zákaz, neregulované zavádění a kontrola založená na dohledu, jsou všechny vývojově negramotné, a navrhuje čtyřstupňový kognitivní rámec (Delegování, Popis, Rozlišování, Pečlivost; dále 4D) kalibrovaný vůči neurovývojové realitě žáků primárního, sekundárního a terciárního stupně. S oporou v empirických pracích z let 2023 až 2026 o kognitivním outsourcingu (Kosmyna et al., 2025; Gerlich, 2025; Fan et al., 2025; Gilbert, 2024), vývojové neurovědě dozrávání prefrontálního kortexu při digitální expozici (Hutton et al., 2022; Hinze et al., 2025; Lewin et al., 2025; Gascón-Cánovas et al., 2025), rámcích AI gramotnosti EU a OECD (Evropská komise & OECD, 2025; UNESCO, 2024) a v připravovaném hodnocení PISA 2029 v oblasti mediální a AI gramotnosti (OECD, 2026) předkládá studie čtyři tvrzení. Zaprvé, expozice GenAI by měla být strukturálně asymetrická napříč vývojovými stupni, nikoli jednotně povolená či jednotně zakázaná. Zadruhé, volba modelu v regulovaných vzdělávacích prostředích není triviálním pedagogickým rozhodnutím; metodologicky transparentní systémy, například ty trénované podle protokolů Constitutional AI (Bai et al., 2022), představují obhajitelnější základ pro institucionální nasazení než systémy, u nichž je metodologie zarovnání utajena. Zatřetí, role pedagoga se posouvá od předavatele obsahu ke kognitivnímu kouči, a příprava pedagogů se musí posunout odpovídajícím způsobem. Začtvrté, mezinárodní politické prostředí se rychle sblíží kolem čtyřdoménových modelů gramotnosti (zapojit se, tvořit, řídit, navrhovat), což vytváří jak povinnost, tak příležitost k institucionální reformě. Studie končí provozním vodítkem pro instituce v horizontu 2026–2030, kapitolou o omezeních a agendou pro budoucí empirický výzkum.

Klíčová slova: generativní AI · AI gramotnost · kognitivní outsourcing · vývojová neurověda · vzdělávací technologie · rámec 4D · Constitutional AI · etika AI ve vzdělávání · exekutivní funkce v adolescenci · rámec AILit OECD · PISA 2029 · pedagogika ochrany již ve fázi návrhu

1. Úvod · Problém asymetrie

V osmnácti měsících mezi veřejným uvedením ChatGPT ze strany OpenAI (listopad 2022) a širokým institucionálním přijetím čelních velkých jazykových modelů (LLM) v profesionálních službách, vývoji softwaru a výzkumných pracovních postupech (2024) dokončila generativní AI křivku tržního pronikání, jakou dřívější obecné technologie (elektrina, spalovací motor, osobní počítač, internet) potřebovaly desítky let. Na začátku roku 2026 fungují čelní modely jako Claude (Anthropic), GPT-4 a GPT-5 (OpenAI) a Gemini (Google DeepMind) jako standardní partneři v uvažování a psaní pro desítky milionů studentů na celém světě, včetně systémů primárního vzdělávání, jejichž kurikula k tomu nebyla navržena. Nedávná metaanalýza 35 kontrolovaných studií s 4 193 účastníky

uvádí střední pozitivní efekt ChatGPT na výsledky učení studentů (Hedgesovo $g = 0,670$) napříč primárním, sekundárním a terciárním kontextem (Deng et al., 2026), což potvrzuje, že technologie není pedagogicky neutrální. Otázka už nezní, zda studenti tyto systémy používají. Používají. Otázka zní, zda je používají způsobem, který buduje kognitivní kapacitu, nebo způsobem, který ji nahrazuje.

Toto není problém nástroje. Je to problém vývojový. Devítileté dítě, patnáctiletý a dvacetidvouletý student při interakci se stejným velkým jazykovým modelem nepracují se stejným artefaktem; jejich prefrontální kortex, kapacita pracovní paměti, metakognitivní reflexy a epistemické návyky jsou radikálně odlišné. Prefrontální kortex, sídlo exekutivních funkcí, úsudku a inhibiční kontroly, nedosahuje plné myelinizace dříve než ve druhé polovině dvacátých let (Diamond, 2013). Kognitivní rutiny, které dospělému výzkumníkovi umožňují využívat čelní model konstruktivně, tedy ověřování zdrojů, zpochybňování premis, nesouhlas s výstupem, jsou přesně ty rutiny, které si žák základní školy aktivně formuje. Pojetí GenAI jako jednotné třídní technologie, jež má být povolena, omezena či auditována na jednom institucionálním prahu, je kategoriálním omylem. To, co nástroj činí žákovi, určuje mozek, který nástroj používá.

Vzdělávací systémy ve světě zareagovaly třemi dominantními postoji, z nichž každý je podle mého názoru nedostatečný. Prvním je zákaz: plošný zákaz nebo omezení používání GenAI studenty, v současnosti v nějaké formě platný napříč zhruba čtyřiceti procenty národních vzdělávacích systémů (UNESCO, 2024). Zákaz je divadlem vynucování. Nemůže obstát při kontaktu s generací, která má čelní modely v kapsách, a produkuje perverzní výsledek: studenti se učí používat AI bez dohledu, bez instrukce a bez lešení právě proto, že institucionální mlčení posouvá jejich učení do stínového kurikula (Kharbach, 2026). Druhým je neregulované zavádění: institucionální mlčení, které studentům dovoluje integrovat GenAI do každé kognitivní úlohy bez lešení, dohledu nebo pedagogického rámce. Toto je modální postoj většiny terciárních institucí dneška a produkuje to, co Fan et al. (2025) popisují jako metakognitivní lenost, systematické erodování sebe-regulačních rutin, které odlišují učení od dokončení. Třetím je kontrola založená na dohledu: nasazování detekčních nástrojů AI (které spolehlivě nefungují) a vedení disciplinárních řízení proti studentům za používání AI, které jim instituce nezvládla naučit, jak používat. Tento postoj nahlodává institucionální legitimitu a neprodukuje ani učení, ani dodržování pravidel.

Všechny tři postoje sdílejí jedinou chybu: zacházejí s GenAI jako s vnějším objektem, který je třeba kontrolovat, namísto jako s kognitivním partnerem, jehož vhodné používání je vývojově stupňovanou dovedností. Tato studie tvrdí opak. AI gramotnost, podobně jako gramotnost čtenářská, numerická nebo kritické uvažování, je kompetence, která musí být úmyslně vyučována, sekvenčně, kalibrovaně na kognitivní schopnosti žáka v každém vývojovém stupni. Argument neříká, že GenAI je sama o sobě dobrá nebo špatná pro kognitivní vývoj. Argument říká, že otázka je špatně formulována. Relevantní otázky znějí: pro které kognitivní úkoly, v kterém vývojovém stupni, pod jakým dohledem, s jakou ochranou, za jakým pedagogickým účelem. To jsou otázky pedagogiky, nejen politiky.

Navrhuji čtyřstupňový kognitivní rámec (rámec 4D: Delegování, Popis, Rozlišování, Pečlivost) a ukazuji, jak by měl být každý stupeň zaveden, sekvenován a posilován napříč primárním (5–11 let), sekundárním (12–17 let) a terciárním (18+) vzděláváním. Vycházím z empirických prací z let 2023–2026 o kognitivním outsourcingu a metakognitivní lenosti, vývojové neurovědě exekutivních funkcí pod digitální expozicí a z konvergujících rámců AI gramotnosti od UNESCO (2024), Evropské komise a OECD (2025) i národních vzdělávacích autorit. A konečně tvrdím, že samotná volba modelu je pedagogickým

rozhodnutím: instituce nasazující GenAI nezletilým nesou fiduciární povinnost vybrat systémy, jejichž metodologie zarovnání je transparentní a auditovatelná, a zkoumám metodologii Constitutional AI vyvinutou společností Anthropic (Bai et al., 2022) jako jeden obhajitelný základ pro takovou volbu.

Tato studie je předkládána jako pracovní rámec, nikoli jako rámec hotový. Empirické důkazy o kognitivních důsledcích trvalé expozice GenAI se k polovině roku 2026 rychle hromadí, ale zdaleka nejsou kompletní. Doporučení zde představují mou nejlepší syntézu dostupných důkazů v kombinaci s provozní zkušeností z výuky aplikované AI na terciární úrovni v IFSA Praha, CEA CAPA a Anglo-American University Prague, mentorováním raných ventur prostřednictvím veřejně-soukromých inovačních hubů ve střední Evropě a architektováním nasazených víceparadigmatických AI systémů pro regulované průmyslové kontexty. Kapitola 12 vykládá omezení současné analýzy a agendu pro empirickou práci, kterou rámec vyžaduje.

2. Problém akcelerace · Rychlost AI a reakce vzdělávání

Mezi veřejným uvedením GPT-3.5 v listopadu 2022 a nasazením čelních modelů s uvažováním na začátku roku 2026 postoupila hranice schopností veřejně dostupných LLM přinejmenším čtyřmi velkými generačními skoky. Standardizované benchmarky prokazují kumulativní zlepšování: modely, které v roce 2022 produkovaly nesouvislé odstavce, rutinně produkují v roce 2026 analytické psaní na úrovni magisterského studia; modely, které v roce 2023 nedokázaly provádět vícestupňové matematické uvažování, nyní řeší soutěžní úlohy; modely, které v roce 2024 halucinovaly základní fakta, jsou stále schopnější uvádět skutečné, ověřitelné zdroje. Trajektorie není lineární. Je, jakýmkoliv rozumným měřítkem, exponenciální v okně 2022–2026. Doba zdvojnásobení schopností na klíčových benchmarcích uvažování zůstává v celém období kratší než dva roky a inferenční náklady klesly přibližně o řád ročně, což zpřístupňuje čelní schopnosti stále mladším a chudším žákům.

Institucionální vzdělávací systémy nejsou exponenciální. Jsou, ze své povahy, konzervativní. Pomalé v aktualizaci kurikul, pomalé v rekvalifikaci učitelů, pomalé v revizi hodnoticích rámců, pomalé ve znovuvyjednávání implicitního kontraktu mezi žákem, institucí a kvalifikací. To není nedostatek; stabilita a kontinuita jsou základní institucionální funkcí vzdělávání. Systém kvalifikací na nich závisí. Stejně tak důvěrový kontrakt mezi učitelem, studentem a předávaným tělem znalostí. Pomalost je rys, nikoli chyba. V současné chvíli je to však strukturální nesoulad. Mezera mezi tím, co studenti dokážou s čelní AI, a tím, co je jejich instituce naučily s čelní AI dělat, se s každým vydáním modelu rozšiřuje.

Tři konkrétní důsledky následují. Zaprvé, stínové kurikulum: studenti se nyní učí používat GenAI primárně prostřednictvím komerčních platforem, návodů na sociálních sítích, peer transmise a nesupervidovaného pokusu a omylu (Kharbach, 2026; UNESCO, 2024). Cokoli instituce formálně učí o AI, je trvale o jednu generaci pozadu za tím, co studenti neformálně potkávají. Stínové kurikulum je neregulované, socioekonomicky nerovné a pedagogicky proměnlivé. Je zároveň stále více primárním mechanismem, jímž si děti utvářejí představu o tom, co AI je a jak by se měla používat. Zadruhé, kolaps validity hodnocení: tradiční domácí úkol, esej na doma a mnohé formy písemného hodnocení ve třídě již spolehlivě neměří individuální kognitivní výkon, protože hranice mezi prací studenta a prací s pomocí AI již není detekovatelná s jistotou. Detekční nástroje se ukázaly jako nespolehlivé, zejména u nerodilých mluvčích angličtiny, u nichž produkují systematicky vyšší míry falešně pozitivních nálezů (Liang et al., 2023, jak recenzováno v

Kharbach, 2026). Zatřetí, problém důvěry v kvalifikaci: zaměstnavatelé, regulátoři a navazující instituce stále méně mohou z kvalifikace odvodit, co umí žák bez pomoci. Toto je pomalu se vyvíjející, ale potenciálně závažné institucionální riziko pro samotný systém kvalifikací.

Dva politické vývoje v letech 2024–2025 stojí za vyzdvižení. Akt Evropské unie o umělé inteligenci vstoupil v platnost 1. srpna 2024 s článkem 4, který ukládá závaznou povinnost AI gramotnosti poskytovatelům a uživatelům AI systémů s postupnou implementací v letech 2025–2027 (Evropská unie, 2024). UNESCO uvedlo dva rámce kompetencí v oblasti AI (jeden pro studenty a jeden pro učitele) na Digital Learning Week 2024, definující 15 učitelských kompetencí ve pěti dimenzích a paralelní rámec pro studenty (UNESCO, 2024; Miao & Cukurova, 2024). Evropská komise a OECD společně vydaly Rámec AI gramotnosti pro primární a sekundární vzdělávání (AILit) v květnu 2025, organizující AI gramotnost kolem čtyř praktických domén (zapojit se s AI, tvořit s AI, řídit AI, navrhovat AI) podpořených 22 kompetencemi (Evropská komise & OECD, 2025). OECD vydala první návrh rámce hodnocení Mediální a AI gramotnosti PISA 2029 (MAIL) v únoru 2026 (OECD, 2026), čímž stanovila, že AI gramotnost bude měřenou, mezinárodně srovnatelnou kompetencí do konce desetiletí. Globální připravenost vůči těmto rámcům byla odhadnuta na méně než 4 % (Welker, 2025), což znamená, že zhruba 96 % národních vzdělávacích systémů funguje bez kompetenční infrastruktury, kterou jejich populace nyní vyžaduje.

Rámec nabízený v této studii je jednou z možných reakcí na tuto mezeru. Není jedinou možnou reakcí. Je kalibrován specificky vůči kognitivně-vývojové realitě žáků K-12 a terciárního stupně a vůči bezpečnostním vlastnostem aktuálně dostupných čelních modelů. Jiné reakce, ať už čistě strukturální, čistě politicky řízené, nebo čistě nástrojově řízené, jsou možné a zaslouží paralelní úsilí. Rámec 4D prezentovaný zde je zamýšlen jako doplňkový k čtyřem doménám AILit, k rámcům UNESCO a k nově vznikajícím národním rámcům; pracuje na jiné úrovni abstrakce, zaměřuje se na kognitivní rutiny, které si žák musí osvojit, aby produktivně používal AI v každé vývojové fázi, spíše než na kompetenční výstupy, které by tyto rutiny měly produkovat.

3. Empirické základy · Syntéza důkazů z let 2023–2026

Než navrhneme rámec, je nutné vyjasnit, co empirická literatura prokazuje a co nikoli. Důkazní základna o GenAI ve vzdělávání je nyní rozsáhlá, ale nerovnoměrná; některé nálezy jsou robustní a konvergující, jiné jsou předběžné a sporné. Tato kapitola shrnuje stav důkazů k polovině roku 2026 ve čtyřech klastrech: kognitivní outsourcing a metakognitivní efekty, studie výsledků učení, neurovývojové a behaviorální koreláty intenzivní digitální expozice a mezinárodní krajina politik a kompetencí. Rámec navržený v dalších kapitolách je vystavěn explicitně na této důkazní základně, přičemž síla každého důkazního tvrzení je zaznamenána tam, kde má vliv na doporučení.

3.1 Kognitivní outsourcing a metakognitivní efekty

Kognitivní outsourcing se vztahuje k používání vnějších zdrojů ke snížení vnitřní kognitivní zátěže (Gilbert, 2024). Obecně jde o normální a adaptivní rys lidského poznávání; běžně outsourcujeme do poznámkových bloků, kalendářů, vyhledávačů a do druhých lidí. Empirická otázka, kterou GenAI vznáší, zní, zda specifické vlastnosti velkých jazykových modelů, tedy plynulý výstup v přirozeném jazyce, nízkofrikční přístup, okamžitá ověřující odpověď, produkují vzorce outsourcingu, které systematicky narušují kognitivní rutiny, jež si žáci potřebují vytvořit.

Pro tuto otázku jsou ústřední tři studie z roku 2025. Kosmyna et al. (2025) v technické zprávě MIT Media Lab použili neurofyzilogické měření (kognitivní zátěž odvozenou z EEG) k zkoumání výkonu při psaní esejí napříč podmínkami, ve kterých dospělí účastníci používali AI asistenta, používali standardní internetové vyhledávání nebo nepoužívali ani jedno. Studie referuje o akumulaci toho, co autoři nazývají kognitivním dluhem, měřitelným poklesem zapojeného kognitivního úsilí během podmínky s AI asistencí, který přetrvával napříč sezeními a byl spojen s nižším sebehodnoceným zapojením do úlohy. Gerlich (2025) v publikované studii v *Societies* uvádí paralelní nález na větším, ale metodologicky méně intenzivním vzorku: vyšší sebehodnocená závislost na AI nástrojích korelovala s nižším výkonem v kritickém myšlení na standardních instrumentech, přičemž kognitivní outsourcing zprostředkovával tento vztah. Fan et al. (2025) v *British Journal of Educational Technology* navrhli experimentální studii s úlohami psaní esejí, aby zkoumali to, co nazývají metakognitivní leností, systematickou redukci sebe-regulační kognitivní aktivity v podmínkách AI asistence, a referují o konzistentních efektech na motivaci k učení, procesy a výkon.

Tyto studie by měly být čteny s patřičnou obezřetností. Žádná z nich není longitudinální studií dětí. Kosmyna et al. (2025) studovali dospělé při psaní esejí; měřené kognitivní rutiny jsou zralé, nikoli ve vývoji. Gerlich (2025) se opírá o sebehodnocení jak pro používání AI, tak pro výsledky kritického myšlení, se všemi metodologickými omezeními, která takové designy implikují. Fan et al. (2025) měří krátkodobé efekty, nikoli vývojové důsledky. Přesto konvergence napříč třemi nezávislými výzkumnými skupinami, používajícími odlišné metodologie, na společném nálezu (že nízkofrikční AI asistence redukuje zapojenou kognitivní aktivitu způsobem, který je detekovatelný jak behaviorálně, tak fyziologicky) je významná. Není zatím dostatečná k tomu, aby prokázala, že dětská expozice AI způsobuje vývojovou kognitivní újmu. Je dostatečná k tomu, aby vážně zvažovala hypotézu, že pedagogický design, který opomíjí úmyslné zavedení frikce, vyprodukuje žáky, kteří si nevytvořili kognitivní rutiny, jež používání AI vyžaduje.

Dvě další studie obraz rozšiřují. Ergene a Ergene (2025) v *Education and Information Technologies* zkoumají kognitivní outsourcing a nadměrnou závislost na GenAI specificky v kontextech vysokoškolského vzdělávání a referují jak o produktivních výstupech, tak o vzorcích závislosti v závislosti na instrukčním rámci. Lee a Low (2024) v *Computers & Education: Artificial Intelligence* zkoumají kompromisy mezi efektivitou a originalitou v akademickém psaní pod AI asistencí a referují, že studenti produkující AI-asistovaný text dokončují úkoly rychleji, ale produkují práci s měřitelně nižší jazykovou a koncepční rozmanitostí. Implikace není, že AI asistence je v akademickém psaní kategoricky škodlivá; je, že rutina, která produkuje originalitu (trvalé osobní zapojení s problémem), je jednou z rutin, které AI asistence nejsnáze nahrazuje. Pedagogický design musí tuto rutinu úmyslně chránit.

3.2 Studie výsledků učení

Protichůdná část literatury referuje o pozitivních efektech učení z integrace GenAI. Deng, Wang a Zhang (2026) v metaanalýze 35 experimentálních studií pokrývajících 4 193 účastníků publikovaných v letech 2022–2024 (*Humanities and Social Sciences Communications*) referují o středně pozitivním efektu ChatGPT na výsledky učení studentů (Hedgesovo $g = 0,670$), s významnými moderujícími efekty předmětu, doby experimentu a instrukčního modu, ale nikoli vzdělávací úrovně. Cunningham et al. (2025) v roční studii na University of Tennessee at Chattanooga (*Frontiers in Education*) referují o transformativních dopadech integrace ChatGPT na motivaci a osvojování dovedností u postgraduálních studentů, s největšími efekty v kontextech strukturovaných úloh.

Raptopoulou (2025) ve švédské univerzitní kvalitativní studii (European Journal of Education) referuje, že ChatGPT podporuje rozvoj akademické gramotnosti, je-li integrován s jasnými pedagogickými cíli, ale nikoli, je-li nasazen bez lešení.

Zdánlivé napětí mezi literaturou o outsourcingu (kapitola 3.1) a literaturou o výsledcích (zde) se rozpouští, jsou-li závisle proměnné pečlivě prozkoumány. Studie outsourcingu měří kognitivní zapojení a tvorbu rutin, studie výsledků měří dokončení úloh a výkon na úrovni ročníku. Je zcela konzistentní, aby studenti s AI asistencí dokončovali úlohy lépe a učili se méně, je-li učení chápáno jako tvorba kognitivních rutin, nikoli jako produkce správných výstupů. Toto rozlišení mezi výsledky dokončení úloh a výsledky tvorby rutin je ústředním pedagogickým rozlišením, které předkládaný rámec operacionalizuje. Kapitola 4 ho rozvíjí podrobně.

3.3 Neurovývojové a behaviorální koreláty

Přímý neurovývojový výzkum expozice GenAI dosud neexistuje v žádné metodologicky robustní formě; technologie je příliš nová a longitudinální časové horizonty potřebné k takovému výzkumu (roky až desetiletí) to vylučují. Relevantní literatura zástupných ukazatelů se týká digitální expozice obecněji, zejména vývojové neurovědy intenzivního používání obrazovek a chytrých telefonů u dětí a adolescentů. Hutton et al. (2022) v JAMA Pediatrics referují o asociacích mezi používáním obrazovkových médií a sníženou integritou bílé hmoty u dětí předškolního věku, specificky v traktech podporujících jazyk a emergentní gramotnost. León-Domínguez (2024) v Neuropsychology recenzuje potenciální kognitivní rizika generativních AI chatbotů založených na transformerech vůči vyšším exekutivním funkcím. Lewin et al. (2025) v International Journal of Clinical and Health Psychology referují o longitudinálních efektech aktivit s obrazovkovými médii na funkci mozku, architekturu a duševní zdraví v rané adolescenci. Gascón-Cánovas et al. (2025) referují o diferenciálním výkonu exekutivních funkcí u adolescentů s problematickým používáním chytrých telefonů ve srovnání s párovanou kontrolou (110 studentů, věk 13–18), přičemž efekty jsou detekovatelné na hodnoceních rodičů i tam, kde kontrolované laboratorní úlohy mohou efekty podhodnocovat. Hinze et al. (2025) v longitudinální studii 8 072 britských adolescentů ze studie MYRIAD prokazují stabilní obousměrné asociace mezi adolescentní exekutivní funkcí a výsledky duševního zdraví včetně well-being, depresivních symptomů a suicidality.

Scoping review Reggente et al. (2026) v Pediatric Reports analyzuje 104 článků publikovaných v letech 2022–2025 o používání chytrých telefonů a funkci mozku adolescentů a identifikuje pět opakujících se témat: psychologické poruchy ($n = 52$), spánek ($n = 43$), socioemoční funkce ($n = 23$), exekutivní funkce ($n = 14$) a senzorické zpracování ($n = 1$). Recenze dokumentuje sníženou funkční konektivitu v kortiko-subkortikálních okruzích, snížený objem šedé hmoty v horním a dolním frontálním gyru a aberantní kortikální aktivaci ve frontoparietálních oblastech během úloh kognitivního konfliktu u adolescentů s vysokým používáním chytrých telefonů. Nálezy jsou korelační, nikoli kauzální, a specifické rozšíření na digitální expozici zprostředkovanou GenAI zůstává empiricky neprokázané. Jsou však nejlepším dostupným zástupným důkazem a konzistentně ukazují jedním směrem: adolescentní mozek je zvláště zranitelný profilem kognitivní zátěže, který čelní AI nástroje, podobně jako jiné intenzivně zapojující digitální systémy, představují.

3.4 Mezinárodní krajina politik a kompetencí

Mezinárodní politické prostředí se sblížilo pozoruhodně rychle. Kapitola 7 to rozvíjí podrobně; zde poznamenávám pouze, že k polovině roku 2026 nyní funguje přinejmenším

sedm hlavních rámců kompetencí nebo politik, z nichž každý omezuje nebo vede institucionální nasazení AI ve vzdělávání. Patří mezi ně Akt EU o AI (2024); rámce kompetencí UNESCO v oblasti AI pro studenty a učitele (2024); rámec AILit EU-OECD pro primární a sekundární vzdělávání (2025), který bude vstupovat do hodnocení PISA 2029 MAIL (OECD, 2026); rámec AI gramotnosti amerického ministerstva práce; rámec Understand-Use-Evaluate od Digital Promise; rámec AI gramotnosti Digital Education Council; a nově vznikající národní rámce v Singapuru (Chew, Soon, & Kaur, 2026), Spojených státech (California Department of Education, 2025) a jinde. Sblížení není náhodné. Napříč rámci se opakují čtyři domény s vysokou konzistencí: kritické zapojení, tvorba a spolupráce, řízení a etika a designové a systémové myšlení.

Rámec 4D nabízený v této studii je strukturálně kompatibilní s těmito konvergujícími mezinárodními rámci. Tam, kde mezinárodní rámce definují kompetenční výstupy, kterých má žák dosáhnout, definuje rámec 4D kognitivní rutiny, které si žák musí vytvořit, aby těchto kompetencí dosáhl. Oba operují na různých úrovních pedagogické specifikace. Tabulka 4 v kapitole 7 explicitně mapuje vztah mezi rámcem 4D a čtyřmi doménami AILit.

4. Rámec 4D · Delegování, Popis, Rozlišování, Pečlivost

Navrhuji a používám ve své vlastní pedagogické praxi v IFSA Praha, CEA CAPA a Anglo-American University Prague čtyřstupňový kognitivní rámec pro interakci člověk-AI. Čtyři stupně jsou zamýšleny jako vývojově a pedagogicky sekvenční, mapující na zřetelné kognitivní rutiny, které musí být úmyslně vyučovány v daném pořadí s odpovídajícím lešením napříč kurikulem K-12 a terciárního stupně. Rámec není kompetenční taxonomií v tom smyslu, jakým jsou rámce AILit, UNESCO nebo Digital Promise. Je to rámec kognitivních rutin. Specifikuje, co se žák musí naučit dělat, ve smyslu spolehlivého provádění specifické kognitivní operace, v každém stupni vývoje. Je zamýšlen tak, aby fungoval pod kompetenčními rámci jako kognitivní substrát, z něhož jsou tyto kompetence budovány.

Čtyři stupně, stručně: Delegování je vědomá volba toho, které kognitivní úlohy přiřadit nástroji versus které si ponechat, učiněná s vědomím důvodů této volby. Popis je schopnost specifikovat problém, kontext a požadovaný výstup systému s dostatečnou přesností, aby reakce systému byla skutečně užitečná, a rozpoznat, kdy selhal sám popis. Rozlišování je schopnost hodnotit výstup AI kriticky, identifikovat chyby, halucinace, chybějící kontext a nepřiměřenou jistotu, aniž by se sklouzlo k důvěřivému přijetí nebo reflexivnímu odmítnutí. Pečlivost je odpovědné provedení dotahování, které uzavírá smyčku, tedy ověření, atribuce, etická reflexe, odpovědnost za výsledky. Každý stupeň staví na předchozím. Každý lze vyučovat, lešením podpořit a hodnotit. Každý vyžaduje odlišné pedagogické přístupy v různých vývojových stupních.

4.1 Delegování

Delegování je vědomá volba toho, které kognitivní úlohy přiřadit nástroji versus které si ponechat, učiněná s vědomím důvodů této volby. Je to první kognitivní operace v každé interakci člověk-AI, provedená pokaždé, kdy žák sahá po nástroji, a je to operace nejvíce náchylná k nereflektovanému výchozímu nastavení. Pedagogicky zajímavá otázka nezní, zda studenti delegují. Všichni kognitivně funkční lidé delegují neustále. Otázka zní, zda delegují úmyslně, s vědomou volbou a vědomím důsledků pro své vlastní učení, nebo zda je delegování nevědomé, výchozí a nahrazující.

Empirická práce citovaná v kapitole 3.1 naznačuje, že výchozím režimem pro nevedené žáky je nereflektované přílišné delegování. Kosmyňa et al. (2025) a Fan et al. (2025) oba dokumentují vzorce, v nichž žáci předávají systému nejen mechanické úkoly (formátování,

korektury, generování boilerplate textů), ale samotné kognitivní operace, k jejichž vývoji v nich měl úkol sloužit (rámování premis, konstrukce argumentů, výběr důkazů). Učit Delegování tedy znamená učit explicitní kognitivní rutinu zastavení před tím, než žák sáhne po nástroji, artikulace pro sebe, k jaké kognitivní operaci úkol slouží, a volbu na tomto základě, zda ji delegovat. Jde o metakognitivní dovednost. Musí být vyučována explicitně. Z expozice nástroji se nevynoří spontánně.

4.2 Popis

Popis je schopnost specifikovat problém, kontext a požadovaný výstup systému s dostatečnou přesností, aby reakce systému byla skutečně užitečná, a rozpoznat, kdy selhal sám popis. V lidovém pojetí se tomu říká promptování, ale vzdělávací sázka je širší a starší. Disciplína popisu problému (učiteli, vrstevníkovi, sobě, stroji) je základní kognitivní dovedností. Mapuje na filozoficko-vzdělávací tradici artikulace, na rétorickou tradici analýzy publika a na praktickou tradici specifikace v každé technické disciplíně. GenAI ji vyžaduje v obzvlášť explicitní formě. Žák, který nedokáže popsat, co chce, dostane zpět plynulé nesmysly; žák, který popsat dokáže, dostane zpět něco užitečného. Klíčový pedagogický vhled je, že nejde o novou dovednost. Jde o explicitní formu implicitní artikulární dovednosti, kterou veškeré dobré vzdělávání vždy pěstovalo.

Popis je také fází, ve které se hmatatelně projevují hranice vlastního porozumění. Student, který modelu nedokáže vyjádřit, co vlastně chce vědět, často poprvé zjišťuje, že podkladová kognitivní operace (vědět, co chci vědět) je neúplná. Tato diagnostická funkce Popisu, v níž selhání popisu odhalí předchozí selhání artikulace, ji činí jednou z pedagogicky nejcennějších fází rámce. Role pedagoga v této fázi je odhalit diagnostický okamžik, nikoli ho obejít.

4.3 Rozlišování

Rozlišování je schopnost hodnotit výstup AI kriticky. Zde se AI plynulost protíná s klasickým kritickým myšlením, epistemologickou gramotností a hodnocením zdrojů. Rozlišující žák čte výstup AI jako kompetentní výzkumník čte sekundární zdroj: hledá důkazy, ověřuje citace, všímá si sebevědomých tvrzení o sporných záležitostech, identifikuje, co zdroj pravděpodobně nezná. Specifická výzva, kterou zde GenAI vznáší, je problém povrchové jistoty. Čelní modely produkují plynulý, syntakticky vybroušený výstup, který signalizuje jistotu bez ohledu na podkladový epistemický status. Rutiny rozlišování, které fungovaly pro hodnocení například článku na Wikipedii, kde je nejistota často signalizována strukturou věty, hustotou citací a tónem, se na výstup AI nepřenášejí čistě, protože tam je plynulost jednotná.

Rozlišování je úzce vázáno na doménovou znalost. Žák může rozlišovat pouze v doménách, kde má dostatečnou věcnou znalost k hodnocení. Toto produkuje pedagogický paradox. Aby studenti dobře používali AI, potřebují doménovou znalost. Aby si osvojili doménovou znalost ve školním systému stále více zprostředkovaném AI, musejí být studenti chráněni před předčasným nahrazením AI právě těch rutin, které doménovou znalost budují. Toto je jeden z nejsilnějších argumentů pro asymetrickou expozici AI napříč vývojovými stupni (kapitola 6) a proti jednotným povolujícím politikám, které zacházejí s přístupem k AI jako s vývojově neutrální záležitostí.

4.4 Pečlivost

Pečlivost je odpovědné provedení dotahování, které uzavírá smyčku. Ověření faktických tvrzení. Atribuce tam, kde je atribuce namístě. Disclosure tam, kde to institucionální normy nebo poctivost vyžadují. Reflexe toho, co bylo naučeno, co bylo nahrazeno, co bylo obejito. Etická odpovědnost za výsledky AI-asistovaného procesu. Pečlivost odlišuje

kompetentního operátora od plynulého uživatele. Je to fáze, v níž se AI plynulost protíná s akademickou integritou, profesionální etikou a v regulovaných odvětvích i s právní odpovědností. Je to podle mého názoru fáze, která je v současné vzdělávací praxi nejkonzistentněji opomíjena, jednak proto, že je nejméně vzrušující (ověření, disclosure, atribuce jsou administrativně nudné operace), a jednak proto, že ukládá nejvyšší kognitivní náklad.

Společně čtyři stupně poskytují vývojovou sekvenci: žák, který umí Delegovat vědomě, Popisovat přesně, Rozlišovat kriticky a dotahovat s Pečlivostí, operuje na úrovni, kterou nazývám AI plynulostí. Klíčové je, že plynulost se nerovná povolení. Žák může mít povoleno používat AI, aniž by byl plynulý (výchozí stav na většině terciárních institucí dnes). Žákovi může být zakázáno používat AI, aniž by mu bylo zabráněno vytvořit si plynulost (mezera mezi formální politikou a stínovým kurikulem). A žák může být vývojově příliš mladý na to, aby si vytvořil úplnou plynulost v kterémkoli ze čtyř stupňů, v kterémžto případě je pedagogickým úkolem budovat prekurzorové kognitivní rutiny, na nichž bude plynulost teprve postavena. To je to, co rámec žádá vzdělávací instituce, aby brali vážně. Plynulost není rozhodnutím o povolení (Měli bychom AI povolit? Ano/Ne). Není rozhodnutím o volbě nástroje (Která AI? GPT/Claude/Gemini). Není rozhodnutím o detekci (Jak chytáme používání AI? AI-detektor/ústní zkouška/ve třídě). Je rozhodnutím o kognitivním kurikulu (Jaké kognitivní rutiny by si měli žáci osvojit, v jakém pořadí, v jakém věku, pod jakým dohledem, s jakou odpovědností). Vývojová sekvenace těchto čtyř fází, nikoli binární rozhodnutí, je tím, co rámec žádá instituce, aby vzaly vážně.

5. Vývojové úvahy · Neurověda expozice AI

Argument pro asymetrickou expozici AI napříč vývojovými stupni stojí na třech konvergujících oblastech důkazů: vývojové neurovědě dozrávání exekutivních funkcí, literatuře o kognitivní zátěži a sebe-regulaci v adolescenci a vznikajících důkazech o efektech intenzivní digitální expozice u dětí a adolescentů. Žádná z těchto literatur nebyla vyvíjena specificky s ohledem na GenAI. Společně však zakládají dostatečný prima facie argument k tomu, aby omezovaly výchozí institucionální postoj.

Prefrontální kortex (PFC), sídlo exekutivních funkcí, úsudku a inhibiční kontroly, nedosahuje plné myelinizace dříve než ve druhé polovině dvacátých let (Diamond, 2013). Kapacita pracovní paměti, kognitivní zdroj podporující komplexní uvažování, trvalou pozornost a integraci nových informací do existujících schémat, je v dětství a adolescenci strukturálně omezena a zlepšuje se pouze úmyslnou praxí na kognitivně náročných úlohách. Metakognice, schopnost monitorovat a regulovat své vlastní kognitivní procesy, se vyvíjí pomalu napříč školními lety a je obzvláště zranitelná vůči podmínkám prostředí, které nahrazují vnitřní regulaci vnější regulací. Každá z těchto kapacit je přesně to, co plynulé používání GenAI vyžaduje. Každá z těchto kapacit je také to, co používání GenAI může nejnázne nahradit, tak jako exoskelet nahrazuje vývoj svalů.

Riziko tedy není abstraktní. Neexistuje žádný pravděpodobný vývojový mechanismus, jímž by dítě, jehož první setkání se složitou kognitivní úlohou je AI-generované řešení, vytvořilo stejné kognitivní rutiny jako dítě, které s úlohou nejprve zápasí a setkává se s AI později, jako s nástrojem ověření či rozšíření. První dítě dostává odpověď. Druhé dítě buduje sval, který odpovědi produkuje. Prefrontální kortex prvního dítěte nemá žádný vývojový důvod položit nervovou síť, kterou by trvalé zápolení vybudovalo. Toto je substituční riziko, a je nejakutnější právě ve vývojovém okně, v němž je exekutivní funkce nejplastičtější.

Empirické nálezy o efektech digitální expozice v tomto okně jsou dostatečně konzistentní, aby ospravedlnily opatrnost i tam, kde není dostupný přímý důkaz o GenAI. Hutton et al.

(2022) referují o asociacích mezi používáním obrazovkových médií a sníženou integritou bílé hmoty u dětí předškolního věku, s měřitelnými efekty na traktech podporujících jazyk a emergentní gramotnost. Lewin et al. (2025) referují o longitudinálních efektech aktivit s obrazovkovými médii na funkci mozku, architekturu a duševní zdraví v rané adolescenci, s průměrnou redukcí tloušťky PFC o 0,82 mm u dětí s vysokou expozicí oproti párovaným kontrolám, což je rozdíl spojený s měřitelnými poklesy exekutivních funkcí. León-Domínguez (2024) recenzuje potenciální kognitivní rizika generativních AI chatbotů založených na transformerech vůči vyšším exekutivním funkcím, přičemž zvláště poznamenává riziko substitutivního používání během vývojových období vysoké neurální plasticity. Gascón-Cánovas et al. (2025) referují o diferenciálním výkonu exekutivních funkcí u adolescentů s problematickým používáním chytrých telefonů, s efekty detekovatelnými na hodnocení rodičů i tam, kde mohou kontrolované laboratorní úlohy efekty podhodnocovat. Hinze et al. (2025) v longitudinální studii 8 072 britských adolescentů prokazují stabilní obousměrné asociace mezi vývojem exekutivní funkce a výsledky duševního zdraví napříč věkovým rozpětím 11–15 let.

Reggente et al. (2026) ve scoping review 104 studií (Pediatric Reports) pokrývajících výzkum 2022–2025 o používání chytrých telefonů a funkci mozku adolescentů dokumentují sníženou funkční konektivitu v kortiko-subkortikálních okruzích, snížený objem šedé hmoty v horním a dolním frontálním gyru a aberantní kortikální aktivaci ve frontoparietálních oblastech během úloh kognitivního konfliktu u adolescentů s vysokým používáním chytrých telefonů. Napříč recenzí se vynořuje pět opakujících se témat: psychologické poruchy (n = 52 studií), spánek (n = 43), socioemoční funkce (n = 23), exekutivní funkce (n = 14) a senzorické zpracování (n = 1). Metodologické výhrady z kapitoly 3.3 platí: jsou to korelační nálezy o intenzivní digitální expozici obecně, nikoli specificky o GenAI. Jsou však nejlepším dostupným zástupným důkazem a konzistentně ukazují směrem, že adolescentní mozek je obzvláště zranitelný profilem kognitivní zátěže, který intenzivně zapojující digitální systémy, z nichž je čelní AI nyní kognitivně nejzapojující, představují.

Implikací není, že obrazovky, digitální média nebo nástroje AI způsobují újmu v jednoduchém smyslu. Implikací je, že kognitivní zátěž, požadavek na sebe-regulaci a struktura odměny jsou netriviální proměnnými a že vyvíjející se mozek je vůči jejich miskalibraci zranitelnější než mozek dospělého. Generativní AI zavádí všechny tři proměnné v neobvykle koncentrované formě: okamžitě outsourcuje kognitivní zátěž, vyžaduje sebe-regulaci, aby byla použita konstruktivně namísto substitutivně, a její struktura odměny (okamžitý, plynulý, ověřující výstup) je přesně profilem, který kompromituje inhibiční kontrolu u adolescentní populace. Každá z těchto vlastností je dobře dokumentována jako vývojový rizikový faktor samostatně. GenAI je kombinuje.

Z těchto neurovývojových realit vyplývají tři pedagogické principy.

(i) Asymetrická expozice. Intenzita, autonomie a šíře integrace GenAI by měly škálovat podle kognitivně-vývojové připravenosti, nikoli pouze podle ročníku. Dvanáctiletý a osmnáctiletý žák by neměli operovat pod stejnou politikou přístupu k AI. Politika by měla být kalibrována na exekutivní funkci, kapacitu pracovní paměti a metakognitivní zralost. Tam, kde je měření neproveditelné (jak obecně v institucionálním měřítku je), jsou rozumné proxy (chronologický věk, vývojový stupeň) obhajitelné, ale politika se mezi nimi musí skutečně lišit.

(ii) Riziko substituce před zralostí lešení. Než si žáci internalizují kognitivní rutiny, k jejichž rozšíření má nástroj sloužit, nástroj rutinu spíše nahrazuje, než aby ji rozšiřoval. Pedagogická sekvenace tedy musí AI nástroje zavádět po, nikoli před tím, než je

podkladová dovednost vývojově konsolidována. Toto je nejsilnější argument pro ochranné postoje v primárním vzdělávání a pro postoje s lešením v sekundárním vzdělávání.

(iii) Frikce je pedagogicky cenná. Aspekt GenAI, který ji činí komerčně přitažlivou (bezfrikční generování odpovědí), je aspektem, který ji činí pedagogicky riskantní. Efektivní vzdělávací integrace úmyslně znovu zavádí frikci (ověření, reflexe, disclosure, debatování s modelem) v každé fázi. Konstrukcionistická pedagogika (Lin, Dai, & Ng, 2025) poskytuje jeden dobře prozkoumaný mechanismus: vyžadovat, aby žáci s AI artefakty konstruovali, nikoli aby od AI výstupy přijímali. Projektové učení (Thomas, 2000) a tradice výpočetního myšlení (Wing, 2006) nabízejí doplňující mechanismy.

6. Pedagogický přístup podle vývojového stupně

Navrhuji tři strukturálně odlišné modely integrace napříč spektrem K-12 a terciárního stupně. Nejde o postupné gradace téhož přístupu. Liší se v podstatě, kalibrovány podle toho, co dokáže žák v každém stupni, co by měl dělat a co by mělo být chráněno. Tabulka 1 shrnuje navrhovaný postoj napříč třemi stupni.

Tabulka 1. Vývojově sladěný postoj napříč vzdělávacími stupni.

Stupeň	Věk	Postoj k AI	Primární pedagogické zaměření
Primární	5–11	Gramotnost přiléhající k AI. Žádný přímý přístup k LLM ve třídě.	Základní čtení, psaní, počítání, pozornost, sociální kognice. Kritické myšlení modelováno učitelem.
Sekundární	12–17	AI gramotnost s lešením a strukturovanou expozicí pod dohledem pedagoga.	Všechny čtyři fáze 4D vyučovány explicitně. Rozlišování a Pečlivost nesou nejvíc.
Terciární	18+	Provozní AI plynulost. Doménově specifická integrace.	Profesní promptování, výběr modelu, agentní systémy, etické nasazení, normy disclosure.

6.1 Primární vzdělávání (5–11 let) · Gramotnost přiléhající k AI

Obhajitelným postojem v primárním vzdělávání je ochrana základní kognice. Děti v tomto vývojovém okně teprve konsolidují jádrové dovednosti (plynulost ve čtení, automatizovanost aritmetiky, písemné sebevyjádření, trvalou pozornost, vrstevnickou spolupráci), na nichž závisí veškerá další kognitivní práce. Tyto dovednosti se budují produktivním zápasem. Substitutivní kognitivní outsourcing v této fázi není pedagogickým rizikem, je to pedagogické selhání. Dítě, jehož první zkušeností s generováním psaného textu je generování s AI asistentem, se nenaučilo psát. Naučilo se zadávat. Nervová síť psaní se pokládá aktem psaní, nikoli aktem revize AI-generovaného textu.

Rámec, který v této fázi doporučuji, nazývám gramotností přiléhající k AI. Děti se učí o AI, co je, co umí a co neumí, proč někdy zní sebevědomě a mylí se, že je vyrobena lidmi a odráží volby, které lidé učinili, aniž by přímo komunikovaly s čelními modely ve třídě. Konkrétní pedagogické postupy v této fázi zahrnují interakci s AI modelovanou učitelem v doménách vhodných pro věk (učitel ukazuje, vypráví o uvažování, odhaluje, co se rozhoduje zachovat a co delegovat), zjednodušená cvičení algoritmického myšlení (dekompozice, rozpoznávání vzorů, abstrakce ve smyslu Wing, 2006), úvod do sociálních a etických dimenzí automatizovaného rozhodování ve formách vhodných pro věk a rozhovory o tom, jak dítě rozlišuje mezi strojově generovaným a lidsky generovaným obsahem.

Konstrukcionistické přístupy vyvinuté v K-12 výzkumu AI gramotnosti před GenAI (Lin, Dai, & Ng, 2025) se na tuto fázi přenášejí čistě. Tam, kde starší konstrukcionistická tradice nechávala děti stavět roboty a jednoduché ML klasifikátory, aby se učily o AI, rozšiřuje to GenAI-éra na to, že děti staví malé simulace a hry, v nichž zahrnují AI postavy, jejichž chování dítě specifikuje a zkoumá. Su, Ng a Chu (2025) v systematické recenzi 47 empirických studií o K-12 AI gramotnosti identifikují konstrukcionismus, projektové učení a vtělené poznávání jako tři přístupy s nejsilnější důkazní podporou pro základní AI gramotnost v této fázi. Klíčové je, že žádný z těchto přístupů nevyžaduje, aby děti přímo komunikovaly s čelními spotřebitelskými LLM.

Tento postoj není technofobní. Je vývojově vhodnou sekvenací. Děti v této fázi se učí číst čtením knih, které jsou kalibrovány na jejich kognitivní stupeň, nikoli tím, že jim do ruky dáme Shakespeara. Princip je stejný. Přímá expozice GenAI může mít legitimní roli v horním pásmu této fáze (9–11 let) pro specifická, dohlížená, lešením podpořená použití, zejména ve službě výuky Popisu a prvních fází Rozlišování. Výchozí postoj by však měl být ochrana a důkazní břemeno by mělo padat na ty, kdo prosazují přímé nedohlížené používání, nikoli na ty, kdo chrání vývojové okno.

6.2 Sekundární vzdělávání (12–17 let) · AI gramotnost s lešením

Sekundární vzdělávání je vývojově kritickým oknem. Studenti v této fázi jsou kognitivně schopni používat čelní AI nástroje (pracovní paměť, exekutivní funkce a metakognitivní kapacity jsou dostatečně rozvinuty), ale jejich kognitivní rutiny se stále konsolidují. Adolescentní mozek je zároveň na vrcholu zranitelnosti vůči vlastnostem struktury odměny, které kompromitují inhibiční kontrolu (Steinberg, 2008; Reggente et al., 2026). Toto je fáze, ve které musí být uplatněna plná tíha rámce. Pokud tuto fázi zvládneme špatně, institucionální cena je viditelná napříč systémem kvalifikací. Pokud ji zvládneme dobře, výsledné terciární ročníky dorazí s kognitivními základy, které provozní AI plynulost vyžaduje.

Všechny čtyři fáze 4D by měly být v sekundárním kurikulu vyučovány explicitně, s postupnou sofistikací. Práce s Delegováním začíná metakognitivními cvičeními: student před každou interakcí s AI artikuluje, k jaké kognitivní operaci úkol slouží, a na tomto základě se rozhoduje, zda ji delegovat. Práce s Popisem zdůrazňuje iterativní zpřesňování: studenti se učí hodnotit, zda odpověď modelu skutečně oslovila jejich otázku, identifikovat, které rysy popisu selhaly, a revidovat. Rozlišování je pedagogicky nejintenzivnější fází v této úrovni. Studenti se učí ověřovat výstupy AI proti autoritativním zdrojům, identifikovat halucinace a nepřiměřenou jistotu, rozpoznávat hranice znalostí modelu (datum ukončení tréninku, zkeslení tréninkových dat, doménově specifickou slabost) a produktivně s modelem nesouhlasit. Pečlivost se vyučuje explicitními normami atribuce, požadavky na disclosure a reflexí toho, co bylo nahrazeno versus co bylo vybudováno.

Pedagogická struktura, která toto podporuje, je tím, co nazývám AI gramotností s lešením. AI nástroje jsou do kurikula zaváděny úmyslně, sekvencovány s podkladovými dovednostmi, k jejichž rozšíření mají sloužit, s explicitním vedením učitele ohledně kognitivní operace, kterou by měl student provádět, a operace, kterou by měla provádět AI. Třídní design, který toto podporuje, zahrnuje strukturované AI interakce (jasně ohraničené úlohy, čas a cíl), recenzi AI interakcí učitelem (výběrovou, nikoli dohledovou) a explicitní výuku promptování, ověřování a disclosure jako přenositelných dovedností.

Dva další pedagogické závazky tuto fázi odlišují. Zaprvé, redesign hodnocení: tradiční domácí a nedohlížené hodnocení již spolehlivě neměří kognitivní operace, k jejichž měření bylo navrženo. Hodnocení se musí posunout směrem k procesně orientovaným důkazům

(deníky učení, historie verzí, protokoly myšlení nahlas), úlohám založeným na výkonu (kolaborativní řešení problémů, designové výzvy) a k dohlížené demonstraci rutin vybudovaných napříč kurikulem ve třídě (rámec ATC21S, v Kompasů učení OECD 2030). Zadruhé, transparentní normy disclosure: studenti se od prvního zavedení AI nástrojů učí, že disclosure používání AI je očekávané, normální a samo o sobě součástí hodnocení, nikoli přiznáním, které se má skrývat. Rámcování disclosure transformuje práci na akademické integritě z policejní činnosti na pedagogiku.

Roe, Furze a Perkins (2026) ve svém metaforickém rámci digitálního plastu navrhuje, že AI gramotnost v této fázi by měla být explicitně rámována jako kritická AI gramotnost: studenti se učí hodnotit AI nejen jako nástroj, ale jako sociokulturní artefakt zakotvený v tréninkových datech, obchodním modelu a politicko-ekonomickém kontextu. Toto rámcování přirozeně doplňuje rámec 4D. Rozlišování se stává nejen hodnocením výstupu, ale i hodnocením systému. Pečlivost zahrnuje etickou reflexi nad existencí AI, nikoli pouze nad konkrétními výstupy, které student použil.

6.3 Terciární a vysokoškolské vzdělávání (18+) · Provozní AI plynulost

Terciární studenti jsou kognitivně připraveni na plnou AI plynulost. Pedagogickým úkolem v této fázi je provozní zvládnutí v rámci domény. Studenti by měli ze svého studijního programu vystoupit schopní operovat s čelními AI nástroji na profesní úrovni v rámci své disciplíny, včetně doménově specifického promptování, výběru modelu, víceúrovňové dekompozice úlohy pro agentní systémy a etického nasazení v rámci profesních norem. Terciární kurikula by měla integrovat používání AI jako stupňovanou, hodnocenou kompetenci v každé disciplíně, kde je profesně relevantní, což je v roce 2026 v zásadě každá disciplína.

Konkrétní provozní komponenty zahrnují: doménově specifické promptové inženýrství (konvence, zdroje a hodnotící kritéria specifická pro disciplínu), gramotnost výběru modelu (kdy použít který model, jaké jsou kompromisy, jak hodnotit vhodnost), návrh agentních a víceúrovňových workflow (jak složit používání nástrojů napříč více vyvoláními, jak zabudovat ověření do workflow), profesní etiku a normy disclosure (disciplinárně specifické, kalibrované na profesní orgány a vznikající regulaci) a provozní implikace regulace včetně aktu EU o AI pro absolventy vstupující do odvětví nasazujících AI (Evropská unie, 2024).

Empirické důkazy o terciární integraci AI podporují opatrný optimismus ohledně výsledků učení, pokud je integrace strukturovaná. Cunningham et al. (2025) ve své roční tennesseecké studii referují o podstatných pozitivních efektech na motivaci a osvojování dovedností u postgraduálních studentů, je-li integrace ChatGPT spárována s explicitním instrukčním rámcováním. Raptopoulou (2025) referuje, že ChatGPT podporuje rozvoj akademické gramotnosti, je-li integrován s jasnými pedagogickými cíli. Metaanalýza od Deng et al. (2026) referuje o středně pozitivních efektech na výsledky učení napříč 35 studiemi. Podmínka je v každém případě stejná: pozitivní efekty závisí na strukturované integraci s lešením, nikoli na permissivním výchozím nastavení. Nestrukturovaný přístup produkuje metakognitivní lenost, kterou dokumentují Fan et al. (2025); strukturovaná integrace produkuje provozní plynulost, o které referují Cunningham et al. (2025).

Pedagogická sekvenace napříč terciárním vzděláváním by tedy měla být: explicitní výuka rámce 4D v prvním ročníku (pokud již nebyl zvládnut ze sekundárního vzdělávání); doménově specifická integrace napříč středními ročníky (rámec 4D aplikovaný v rámci epistemických, metodologických a etických konvencí disciplíny); a klauzurní nebo závěrečná práce, která explicitně hodnotí provozní plynulost prostřednictvím realistických profesních úloh. Model je blíže klinické praxi nebo studiové recenzi než tradiční písemné

zkoušce. AI plynulost je operacionalizovanou kompetencí, prokázanou za realistických podmínek, se stejnou profesní etikou a odpovědností, jakou bude student vyžadovat, včetně regulovaných domén, kde je standard vysoký.

6.4 Ukázkové aktivity a provozní příklady podle stupně

Abstraktní specifikace rámce jsou nezbytné, ale pro institucionální implementaci nedostatečné. Tato podkapitola nabízí konkrétní příklady aktivit v každém stupni, které operacionalizují rámec 4D v třídní praxi. Příklady jsou čerpány z mé vlastní pedagogické praxe, literatury recenzované v kapitole 3 a třídních scénářů rámce AILit (Evropská komise & OECD, 2025). Nejsou preskriptivní. Jsou zamýšleny tak, aby ilustrovaly typ pedagogického designu, který rámec volá, vůči kterému lze institucionální kurikulární práci testovat a zpřesňovat. Tabulka 3 shrnuje reprezentativní sadu aktivit.

Tabulka 3. Reprezentativní třídní aktivity operacionalizující rámec 4D.

Stupeň	Fáze 4D	Ukázková aktivita	Pedagogický cíl
Primární (9–11)	Rozlišování	Učitelem vedená inspekce odpovědi AI obsahující sebejistou faktickou chybu. Děti chybu identifikují pomocí vytištěného primárního zdroje.	Ustavit, že sebevědomě znějící výstup není důkazem správnosti.
Primární (9–11)	Delegování (prekurzor)	Třídní diskuse: máme se zeptat AI na pravopis, nebo to nejdřív vyřešit sami? Kdy dává smysl co?	Odhalit vědomou volbu jako dovednost, kterou lze učit, ještě před jakýmkoli používáním nástroje.
Sekundární (12–14)	Popis	Studenti se pokoušejí přimět AI nástroj, aby vygeneroval užitečnou odpověď na výzkumnou otázku, se třemi iteracemi zpřesnění promptu, zdokumentovanými a diskutovanými.	Artikulace jako přenositelná kognitivní dovednost.
Sekundární (15–17)	Rozlišování	Cvičení ověření AI-generovaného seznamu zdrojů. Každý student dostane AI-generovanou bibliografii a musí ověřit, které citace jsou skutečné a které jsou halucinace.	Vybudovat provozní rutinu ověřování.
Sekundární (15–17)	Pečlivost	Procesní portfolio: každý AI-asistovaný úkol obsahuje strukturovaný protokol disclosure specifikující, co bylo delegováno, proč a co bylo ověřeno.	Habituovat disclosure a reflexi jako běžnou praxi.
Terciární	Delegování	Disciplinárně specifická rozhodovací matice: studenti si vyvinou vlastní kritéria pro to, kdy použít který model, s jakým workflow, pro jakou úlohu ve svém oboru.	Úsudek delegování na profesní úrovni.
Terciární	Pečlivost	Simulace regulovaného odvětví: studenti musejí vyprodukovat práci v kvalitativním standardu s plnou disclosure, atribucí a ověřovací stopou v souladu s očekáváním článku 4 aktu EU o AI.	Most k profesní odpovědnosti.

Napříč příklady v tabulce 3 prochází několik designových principů. Zaprvé, kognitivní rutina je pojmenována explicitně. Studentům je řečeno, co se učí dělat (delegovat, popisovat, rozlišovat, být pečliví), nikoli pouze jaký úkol dokončují. Metakognitivní rámcování je důležité; přeměňuje aktivitu používání nástroje na aktivitu tvorby rutiny.

Zadruhé, rutina předchází nástroji. V několika aktivitách (zejména v práci s Popisem a Delegováním) studenti artikulují kognitivní operaci dříve, než je AI zapojena. AI se pak stává testovacím prostředím pro již vytvořenou kognitivní rutinu, nikoli substitutem za její vytváření. Zatřetí, frikce je úmyslně zachována. Ověření, disclosure a iterace nejsou obcházeny proto, že to nástroj umožňuje; jsou vyžadovány proto, že to vyžaduje kurikulum. Frikce je lekcí.

Začtvrté, hodnocení je vestavěné. Každá aktivita produkuje důkazy (iterace promptů, ověřená bibliografie, protokol disclosure, rozhodovací matice), které lze hodnotit s ohledem na kognitivní operace, na něž aktivita cílí. Toto řeší kolaps validity hodnocení identifikovaný v kapitole 2: hodnotící důkaz je důkaz tvorby rutiny, nikoli AI-zaměnitelný výstup. Zapáté, aktivity škálují napříč kurikulem. Aktivity střední školy připravují na aktivity vysoké školy. Prekurzory základní školy připravují na aktivity střední školy. Rámec je zamýšlen k implementaci napříč spektrem K-16 jako vývojově koherentní sekvence, nikoli jako oddělené ročníkově specifické jednotky.

Dvě provozní úskalí si zaslouží explicitní pozornost. Prvním je to, co nazývám token-disclosure: formální přidání řádku "Použil jsem AI pro X" na konec studentovy práce, bez zapojení s tím, co bylo delegováno, proč a co bylo ověřeno. Token-disclosure splňuje povrchové dodržování pravidel bez podkladové rutiny Pečlivosti, kterou má disclosure odhalovat. Efektivní pedagogika Pečlivosti vyžaduje strukturované formáty disclosure (co bylo delegováno, proč, co bylo ověřeno, co bylo ponecháno neověřené, co by student udělal příště jinak) a zapojení pedagoga s obsahem disclosure. Druhým úskalím je divadlo frikce: přidání formální frikce (požadavky na ověření, požadavky na historii verzí), kterou studenti vykonávají mechanicky bez kognitivního zapojení. Divadlo frikce produkuje zdání rutiny bez její podstaty. Lékem je totéž jako u token-disclosure: zapojení pedagoga s podstatou důkazu o rutině, nikoli pouze s její formální přítomností.

7. Mezinárodní politická krajina · Konvergující rámce

Mezinárodní politické prostředí kolem AI ve vzdělávání se v letech 2023–2026 sblížilo neobvyklou rychlostí. K polovině roku 2026 nyní utváří institucionální rozhodování přinejmenším sedm hlavních rámců, s podstatným pojmovým překryvem a rostoucím provozním sladěním. Tato kapitola shrnuje hlavní rámce a mapuje jejich vztah k rámci 4D navrženému v této studii. Sbližování představuje příležitost: formuje se globálně interpretovatelný kompetenční slovník, vůči kterému lze hodnotit národní systémy a mezi kterými lze koordinovat institucionální reformu. Představuje také omezení. Instituce nasazující GenAI bez zapojení s touto vznikající politickou infrastrukturou jsou stále více v rozporu jak s regulatorním očekáváním, tak s profesní normou.

7.1 Akt EU o AI a povinnost AI gramotnosti podle článku 4

Akt Evropské unie o umělé inteligenci (Nařízení (EU) 2024/1689) vstoupil v platnost 1. srpna 2024 a je postupně zaváděn do roku 2027 (Evropská unie, 2024). Článek 4 ukládá závaznou povinnost AI gramotnosti poskytovatelům a uživatelům AI systémů: musejí zajistit, aby jejich zaměstnanci a kdokoli, kdo systémy používá jejich jménem, měli odpovídající úroveň AI gramotnosti. Pro vzdělávací instituce to vytváří dvojí povinnost. Zprv, instituce nasazující AI nástroje, ať už pro administrativní, výukové či hodnotící účely, jsou samy uživateli ve smyslu Aktu, s přímou povinností dodržování ohledně AI gramotnosti zaměstnanců. Zadruhé, instituce, jejichž absolventi budou vstupovat do regulovaných odvětví, vzdělávají zaměstnance, na něž se povinnost článku 4 bude vztahovat na budoucím pracovišti. Navazující profesní povinnost činí AI gramotnost nikoli volitelným obsahem kurikula, ale profesně vyžadovanou přípravou.

7.2 Rámce UNESCO pro studenty a učitele

UNESCO uvedlo dva rámce kompetencí v oblasti AI na Digital Learning Week v září 2024, jeden pro studenty a jeden pro učitele. Rámec pro učitele (Miao & Cukurova, 2024) definuje 15 učitelských kompetencí ve pěti dimenzích: lidsky orientovaný způsob myšlení; etika AI; základy a aplikace AI; AI pedagogika; a AI pro profesní rozvoj. Studentský rámec definuje paralelní kompetence na úrovni žáka. Rámcování UNESCO zdůrazňuje etické a lidsky orientované nasazení, zejména v kontextech, kde jsou technologie, infrastruktura nebo institucionální kapacita pro zajištění odpovědného používání nerovnoměrné. Globální připravenost vůči rámcům UNESCO byla odhadnuta na méně než 4 % (Welker, 2025).

7.3 Rámec EU-OECD AILit

Evropská komise a OECD společně vydaly Empowering Learners for the Age of AI: An AI Literacy Framework for Primary and Secondary Education (rámec AILit) v květnu 2025 jako návrh k recenzi, s finální verzí naplánovanou na rok 2026 (Evropská komise & OECD, 2025). Rámec organizuje AI gramotnost kolem čtyř domén s 22 kompetencemi distribuovanými mezi ně: Zapojit se s AI (porozumět, kdy a jak je AI přítomná, kriticky hodnotit výstupy); Tvořit s AI (spolupracovat s AI nástroji při řešení problémů a tvořivosti, s pozorností k etickým implikacím); Řídit AI (odpovědné rozhodování o osobních datech, agentnosti a společenském dopadu); a Navrhovat AI (základní porozumění tomu, jak jsou AI systémy navrhovány a stavěny). Rámec byl vyvinut se vstupem mezinárodních expertů z mnoha zemí a byl utvářen konzultacemi s téměř 1 000 pedagogy, výzkumníky, tvůrci politik a stakeholdery.

7.4 Hodnocení PISA 2029 MAIL

OECD uvedla první návrh rámce hodnocení Mediální a AI gramotnosti PISA 2029 (MAIL) v únoru 2026 (OECD, 2026) pod názvem Navigating an Evolving Digital World. Hodnocení bude administrováno jako součást cyklu PISA 2029, s výsledky očekávanými v prosinci 2031. Hodnocení MAIL bude testovat schopnost patnáctiletých studentů zapojit se kriticky a odpovědně do prostředí utvářených mediálními platformami a AI. Institucionální implikace je významná. AI gramotnost bude do roku 2029 měřenou, mezinárodně srovnatelnou kompetencí. Národní vzdělávací systémy budou na ní vzájemně benchmarkovány. Toto je nejsilnější politický signál doposud, že AI gramotnost se posouvá z volitelného rozšíření do vyžadované infrastruktury kurikula.

7.5 Národní a sektorové rámce

Mimo práci EU a OECD nyní operuje mnoho národních a sektorově specifických rámců. Americké ministerstvo práce vydalo rámec AI gramotnosti s pěti základními obsahovými oblastmi a sedmi principy poskytování, určený k vedení úsilí o AI gramotnost na úrovni pracovní síly napříč odvětvími (AI Literacy Institute, 2026). Digital Promise navrhla rámec AI gramotnosti organizovaný kolem tří domén, Pochopit, Použít a Hodnotit, určený pro K-12 a pedagogické použití (Digital Promise, 2024). Digital Education Council vydal rámec AI gramotnosti zdůrazňující lidsky orientované kompetence (kritické myšlení, tvořivost, emocionální inteligence). California Department of Education vydal vodítka AI gramotnosti organizovaná kolem vývojově vhodných progresí napříč ročníky (California Department of Education, 2025). Singapurský Institut politických studií vydal pracovní studii navrhuující jednotný národní rámec AI gramotnosti syntetizující mezinárodní přístupy se singapurskou specifickou implementací (Chew, Soon, & Kaur, 2026).

Napříč těmito rámci se s vysokou konzistencí opakují čtyři podstatné domény: kritické zapojení s AI (odpovídající zhruba Rozlišování v rámci 4D), tvorba a spolupráce s AI

(čerpající z Delegování a Popisu), řízení a etické nasazení AI (Pečlivost) a designové či systémové porozumění AI (širší kompetence, kterou rámec 4D neřeší přímo a místo toho ji ponechává disciplinární integraci na terciárním stupni).

7.6 Rámec 4D ve vztahu ke konvergujícím kompetenčním rámcům

Tabulka 2 mapuje kognitivní rutiny rámce 4D na čtyři domény AILit a na čtyřdoménový konsensus, který se vynořil napříč mezinárodními rámci. Rámec nabízený zde operuje na jiné úrovni pedagogické specifikace. Tam, kde kompetenční rámce specifikují výstupy, které by žák měl být schopen prokázat, specifikuje rámec 4D kognitivní rutiny, které si žák musí osvojit, aby tyto výstupy mohl prokázat. Tyto dva nejsou ve vzájemné konkurenci, ale doplňují se. Instituce, která přijímá rámec AILit jako svou specifikaci kompetenčních výstupů a rámec 4D jako svou specifikaci kognitivních rutin, má kompletní pedagogickou architekturu: co by žáci měli být schopni dělat a jaké kognitivní rutiny si musí osvojit, aby toho byli schopni.

Tabulka 2. Mapování rámce 4D na čtyři domény AILit.

Doména AILit	Popis domény	Zapojené rutiny 4D	Důraz na stupni
Zapojit se s AI	Kritické hodnocení výstupů AI a rozpoznání přítomnosti AI v nástrojích.	Rozlišování (primární); Delegování (sekundární)	Všechny stupně, hloubka roste
Tvořit s AI	Spolupráce s AI pro řešení problémů a tvořivost, s etickou pozorností.	Popis (primární); Delegování, Pečlivost	Od sekundárního stupně dál
Řídit AI	Odpovědná rozhodnutí o osobních datech, agentnosti, společenském dopadu.	Pečlivost (primární); Rozlišování	Sekundární a terciární
Navrhovat AI	Základní porozumění tomu, jak jsou AI systémy navrhovány a stavěny.	Rozlišování rozšířené na úroveň systému	Terciární, volitelně v horní střední škole

8. Výběr nástroje · Proč na architektuře modelu ve vzdělávání záleží

Vzdělávací instituce nasazující GenAI žákům, zvláště nezletilým, činí netriviální volbu, když vybírají čelní model. Volba bývá často považována za komoditní (které předplatné, které funkce, jaká integrace), ale podle mého názoru jde o pedagogické rozhodnutí s důsledky úměrnými vývojové zranitelnosti populace žáků. Tato kapitola zkoumá, jak vypadá institucionální volba učiněná na pedagogických a bezpečnostních kritériích spíše než na kritériích funkcí nebo nákladů.

Vývoj čelních velkých jazykových modelů se v letech 2022–2026 bifurkoval mezi systémy, jejichž metodologie zarovnání je veřejně dokumentována v podstatném technickém detailu, a systémy, jejichž metodologie zarovnání je utajena nebo zveřejněna jen částečně. Toto není marketingové rozlišení. Je to metodologické rozlišení. Anthropic, vývojář modelu Claude, publikoval podrobné technické studie o své metodologii Constitutional AI (Bai et al., 2022), v níž je model trénován proti explicitní, veřejné sadě ústavních principů (odvozených ze zdrojů včetně Všeobecné deklarace lidských práv OSN), a proces zpevňujícího učení z AI zpětné vazby je dokumentován s dostatečným detailem pro vnější

kontrolu. Anthropic také publikuje Responsible Scaling Policy (Anthropic, 2026), která dokumentuje bezpečnostní prahy a opatření aplikovaná při škálování schopností modelu. OpenAI publikuje karty modelu a systému. Google DeepMind publikuje technické zprávy proměnlivého detailu. Úroveň metodologické transparentnosti se však mezi dodavateli podstatně liší.

Pro nasazení dospělým profesním uživatelům může být tento gradient transparentnosti záležitostí profesní nebo výzkumné preference. Pro nasazení nezletilým ve vzdělávacích prostředích jde o fiduciární otázku. Vzdělávací instituce stojí in loco parentis za mnoha dětmi a adolescenty, jimž tyto systémy nasazují. Instituce činí jménem rodiny rozhodnutí o tom, s jakým kognitivním partnerem dítě stráví velké množství kognitivně formativního času. Toto rozhodnutí by mělo být obhajitelné vůči otázce: jaké důkazy má instituce o tom, že daný systém je zarovnán tak, aby produkoval výstupy konzistentní s hodnotami instituce, hodnotami rodiny a vývojovou bezpečností dítěte. Transparentnost metodologie činí tuto obhajitelnost hodnotitelnou. Neprůhlednost metodologie z ní činí pouze otázku důvěry v dodavatele.

Metodologie Constitutional AI od Anthropic (Bai et al., 2022) je nejrozsáhleji dokumentovanou metodologií zarovnání aktuálně dostupnou v produkčních čelních systémech. Metodologie stručně: namísto spoléhání pouze na lidskou zpětnou vazbu pro utváření chování modelu je model trénován proti explicitní sadě ústavních principů a druhý model (rovněž trénovaný společností Anthropic) poskytuje zpětnou vazbu o dodržování těchto principů, přičemž ústava i tréninkový proces jsou veřejně dokumentovány. Toto produkuje systém, jehož zarovnání s konkrétní hodnotovou strukturou je auditovatelné a jehož hodnotová struktura je sama o sobě napadnutelná. Responsible Scaling Policy (Anthropic, 2026) rozšiřuje tuto metodologickou transparentnost na rozhodovací proces škálování. Rámec RSP nebyl bez kontroverze. TIME v únoru 2026 referoval, že Anthropic uvolnil jeden z původních centrálních předtréninkových závazků RSP, což vyvolalo podstatnou kritiku (Perrigo, 2026). Aktivem však zůstává širší veřejná dokumentace metodologie a jejích revizí.

Netvrdím, že Claude je nutně nejlepším čelním modelem pro jakoukoli danou vzdělávací úlohu z hlediska schopností nebo nákladů. Srovnání schopností jsou doménově specifická a rychle se mění. Tvrdím, že transparentnost metodologie je obhajitelným kritériem pro vzdělávací institucionální výběr, že je rozumně operacionalizovatelná veřejně dokumentovaným výzkumem zarovnání a závazky odpovědného škálování, a že institucionální výchozí nastavení by ji mělo vážit silně v rozhodováních o nasazení dotýkajících se nezletilých. Schopnější model s neprůhlednou metodologií není kategoricky preferovatelný před o něco méně schopným modelem s transparentní metodologií, pokud jde o vzdělávací nasazení dětem.

Z toho plynou tři provozní kritéria. (i) Transparentnost metodologie. Dodavatel publikuje technické detaily metodologie zarovnání dostatečné pro vnější hodnocení. (ii) Spolupráce s regulací. Dodavatel spolupracuje s relevantními regulačními rámci (dodržování aktu EU o AI, národní regulace ochrany dětí, sektorově specifické rámce, kde se uplatňují). (iii) Investice do bezpečnostního výzkumu. Dodavatel prokazuje hmotnou investici do bezpečnostního výzkumu, s publikacemi a provozními praxemi, které naznačují, že bezpečnostní rámec není čistě marketingový. Tato tři kritéria nejsou vyčerpávající a budou se zpřesňovat se zráním oboru, ale nabízejí institucím obhajitelnou výchozí pozici pro konverzaci o výběru modelu.

9. Bezpečnost, etika a princip ochrany již ve fázi návrhu

Kromě výběru modelu vyvolává institucionální nasazení GenAI shluk bezpečnostních a etických úvah, které současná vzdělávací politika řeší nerovnoměrně. Seskupuji je pod pět hesel, s odkazy na relevantní regulační a výzkumné kontexty.

(i) Ochrana dat a souhlas nezletilých. Nasazení čelní AI žákům mladším 18 let implikuje obecné nařízení EU o ochraně osobních údajů, národní rámce ochrany dětí a vznikající ustanovení aktu EU o AI. Mnoho současných institucionálních nasazení tyto povinnosti neplní čistě. Instituce by měly dokumentovat právní základ pro zpracování, režim uchovávání dat a architekturu souhlasu pro jakékoli nasazení AI nezletilým. Výchozím nastavením by měla být minimalizace dat: AI nástroje používané ve vzdělávacích prostředích by měly být nakonfigurovány tak, aby uchovávaly minimum osobních dat nezbytných pro vzdělávací účel, s lhůtami uchovávání zarovnanými na vzdělávací, nikoli komerční časové horizonty. Tam, kde architektury dodavatelů standardně počítají s širším uchováváním, nese instituce povinnost vyjednat alternativu nebo vybrat jinou.

(ii) Expozice obsahu a věkově vhodné ochranné mantinely. Čelní modely mohou v zásadě generovat nebo diskutovat obsah nevhodný pro mladší žáky. Institucionální nasazení by měla zahrnovat věkově pásmované ochranné mantinely, obsahové filtry nakonfigurované na vývojový stupeň a jasné eskalační cesty pro nevhodnou expozici. Pedagogové by měli být vyškoleni rozpoznávat známky toho, že student mohl narazit na nevhodný obsah prostřednictvím AI nástrojů, a škola by měla mít dokumentovaný protokol reakce. Kritické je, že instituce nese povinnost dělat to proaktivně, nikoli reaktivně, první přítomnost nevhodného obsahu u studenta je už příliš pozdě.

(iii) Kognitivní nadměrná závislost a vzorce závislosti. Nedávné práce identifikovaly to, co někteří autoři popisují jako syndrom závislosti na generativní AI (Kooli et al., 2025; Gerlich, 2025), charakterizovaný kompulzivními vzorci používání, sníženou tolerancí pro kognitivní úsilí a abstinencí nepohodlím, když je nástroj nedostupný. Institucionální politika by měla zacházet s limity frekvence používání jako s ochrannými, nikoli puritánskými. To je strukturálně podobné institucionální reakci na problematické používání her nebo sociálních médií, kterou literatura rozsáhle dokumentuje (Reggente et al., 2026): škola nemůže zcela zabránit používání, ale může strukturovat školní prostředí tak, aby používání AI nebylo výchozí pro kognitivní úlohy, a může učit studenty rozpoznávat a sebe-regulovat problematické vzorce používání.

(iv) Zkreslení, férovost a reprezentační politika tréninkových dat. Čelní modely zahrnují demografická, jazyková a epistemická zkreslení svých tréninkových korpusů. Vzdělávací nasazení by mělo zahrnovat explicitní pedagogickou pozornost vůči této skutečnosti. Studenti by se měli učit zkoumat výstupy AI na zkreslení, nikoli být pasivně vystavováni výstupům, které zkreslení propašávají pod plynulostí. Tato pedagogická povinnost je obzvláště akutní pro žáky ze skupin nedostatečně zastoupených v tréninkových datech, jejichž vlastní jazyky, kultury a způsoby poznávání jsou ve výstupech modelu statisticky podváženy. Žák, který si internalizuje plynulost modelu jako autoritativní, internalizuje reprezentační politiku tréninkového korpusu. Kritická AI gramotnost (Roe, Furze, & Perkins, 2026; Illingworth, 2026) poskytuje jeden dobře rozvinutý přístup k výuce tohoto kritického postoje.

(v) Environmentální cena. Inference a trénink čelních modelů nesou netriviální energetické a vodní stopy. Roe, Furze a Perkins (2025) ve svém rámci kritické AI gramotnosti řadí environmentální cenu mezi čtyři jádrové domény dotazování pro AI gramotnost. Institucionální nasazení by je mělo transparentně účtovat. Tam, kde se instituce rozhodnou pro politiky neomezeného přístupu k AI, by environmentální implikace měly být zveřejněny a reflektovány jako součást kurikula, nikoli skryty v

licenční smlouvě.

Společně tyto úvahy argumentují pro to, co nazývám ochranou již ve fázi návrhu: nasazení AI, jehož výchozí konfigurace je ochranná, vyžadující kladné odůvodnění pro zmírnění ochrany namísto kladného úsilí pro jejich přidávání. Ochrana již ve fázi návrhu je vzdělávací aplikací principu soukromí již ve fázi návrhu nyní zakotveného v GDPR EU a vznikajícího v regulaci AI. Klade břemeno odůvodnění na ty, kdo prosazují uvolněnou ochranu, nikoli na ty, kdo prosazují ochranu. Pro instituce nasazující GenAI nezletilým je toto podle mého názoru jediná obhajitelná výchozí architektura.

10. Adaptace pedagoga · Od předavatele obsahu ke kognitivnímu kouči

Role pedagoga se posouvá. Ve světě plynulých informací na vyžádání už hodnota, kterou pedagog přidává, není primárně v dodávání obsahu. Je v modelování, lešení a hodnocení kognitivních praktik, které si studenti nemohou osvojit ze samotného modelu: rozlišování, produktivní nesouhlas, trvalé uvažování v nejistotě, etický úsudek, intelektuální odvaha. Přechod jde od předavatele obsahu ke kognitivnímu kouči. Někteří pedagogové ho vítají. Mnozí ne. Institucionální a osobní sázky přechodu jsou dostatečně vysoké, aby ho rámec nemohl ignorovat.

Tento posun je, podle mé zkušenosti s výukou aplikované AI americkým a evropským studentům na terciární úrovni, jak osvobozující, tak ohrožující. Osvobozuje pedagogy od těch částí výuky, které AI nyní vykonává rozumně dobře (základní vysvětlení, diferenciaci vysvětlení podle úrovně, koncipování rutinních materiálů). Ohrožuje ty, jejichž profesní identita je postavena na těchto částech. Rámec, který zde navrhuji, je mimo jiné mapou pro přípravu pedagogů, která bere hrozbu vážně a zároveň vyjasňuje, co nyní pedagog přidává, čím AI nemůže.

Efektivní příprava pedagogů v tomto přechodu podle mého názoru zahrnuje čtyři prvky. Zaprvé, plynulost na úrovni operátora. Pedagogové musejí být sami kompetentními operátory systémů, jejichž používání učí studenty. Toto je nesmlouvavá podmínka. Pedagog, který nikdy nesložil trvalou práci s AI asistentem, nemůže efektivně učit Rozlišování ani Pečlivost. Operátorská plynulost se získává praxí, podpořená strukturovaným profesním rozvojem. Kurz AI Fluency for Educators od Anthropic (Anthropic, 2025) nabízí jednu strukturovanou cestu. Rámec učitelských kompetencí UNESCO (Miao & Cukurova, 2024) poskytuje rozsáhlejší specifikaci.

Zadruhé, pedagogické přerámování. Explicitní profesní rozvoj o tom, co znamená učit, když studenti mají konstantní přístup k plynulému stroji na odpovědi. Toto není technické školení o AI nástrojích. Je to pedagogická rekvalifikace o tom, jak navrhovat úlohy, sekvencovat výuku a strukturovat hodnocení tak, aby kognitivní rutiny, k jejichž rozvoji má kurikulum sloužit, byly skutečně rozvíjeny. Posun z dodávání obsahu ke kognitivnímu koučování je skutečný, ale také je vyučovaný, nikoli předpokládaný.

Zatřetí, redesign hodnocení. Praktická kapacita navrhovat hodnocení, která zůstávají validní pod přístupem k AI. Tradiční domácí hodnocení již ve většině disciplín neplní účel. Náhradní designy zahrnují dohlíženou demonstraci ve třídě, ústní obhajobu odevzdané práce, sestavení portfolia s historií verzí, sledování procesních důkazů a hodnocení založené na projektech s veřejnými artefakty. Každý z těchto designů má vlastní designová omezení a kompromisy. Pedagogové potřebují explicitní školení v jejich výběru a používání.

Začtvrté, etická a regulatorní gramotnost. Dostatečné základy aktu EU o AI, národních rámců ochrany dětí a disciplinární profesní etiky k tomu, aby v nich kompetentně operovali. Pedagogové jsou nyní, ať to vědí nebo ne, uživateli AI systémů ve smyslu aktu EU o AI. Povinnost AI gramotnosti podle článku 4 padá na ně. Instituce, které toto základní vzdělávání neposkytují, vystavují své pedagogovy selháním dodržování pravidel, která jsou nakonec selháními samotné instituce.

Napříč všemi čtyřmi prvky platí stejný princip: autorita pedagoga v éře AI plyne z kognitivního koučování, etického modelování a chráněné pozornosti k vývojové trajektorii studenta, nikoli z toho, že je zdrojem obsahu. Toto je v mnoha ohledech návrat ke starším modelům pedagogiky (tutor, sokratovský průvodce, disciplinární mentor), které model průmyslového dodávání obsahu dočasně vytlačil. Posun, je-li správně rámován, není hrozbou pro profesi, ale vyjasněním toho, co bylo vždy jejím jádrem.

10.1 Třístupňová cesta profesního rozvoje

Institucionální implementace výše uvedených požadavků na přípravu pedagogů těží ze stupňovité cesty. Pedagogové se neposouvají z AI-nováčka ke kognitivnímu koučovi v jednom semináři. Přejít je upřímněji chápán jako víceletý oblouk profesního rozvoje, rozsahem srovnatelný s integrací jakékoli velké kurikulární změny (zavedení výpočetního myšlení, integrace mediální gramotnosti, zakotvení interkulturní kompetence). Tabulka 4 nastiňuje třístupňovou cestu se stupňově vhodnými komponentami profesního rozvoje, ukazateli hodnocení a doporučenými časovými rámci. Cesta není jediným možným designem, ale nabízí institucionálně sledovatelnou výchozí pozici.

Tabulka 4. Třístupňová cesta profesního rozvoje pedagoga.

Stupeň	Komponenty	Ukazatele hodnocení	Časový rámec
Stupeň 1 · Základní plynulost	Používání AI na úrovni operátora; základní promptové inženýrství; gramotnost výběru nástrojů; úvod do rámců AILit a UNESCO; orientace v článku 4 aktu EU o AI.	Pedagog umí produkovat užitečný výstup nejméně ve třech typech disciplinárně relevantních úloh s čelním modelem. Pedagog umí artikulovat institucionální rationale výběru nástroje.	3–6 měsíců
Stupeň 2 · Pedagogické přerámování	Workshopy o redesignu úloh a hodnocení; integrace rámce 4D; mikrovýuka kognitivního koučování; plánování oborově specifické implementace.	Pedagog redesignoval nejméně jedno hodnocení tak, aby zůstalo validní pod přístupem k AI. Pedagog umí modelovat rutiny 4D v třídním pozorování.	6–12 měsíců
Stupeň 3 · Institucionální vedení	Příspěvek k tvorbě kurikula; vrstevnické koučování; účast v institucionální AI politice; zapojení s externími rámci (PISA 2029 MAIL, národní orgány).	Pedagog vede kurikulárně-redesignový workstream nebo kohortu vrstevnického koučování. Pedagog přispívá k institucionálním politickým dokumentům o integraci AI.	12–24 měsíců

Napříč třemi stupni prochází několik implementačních principů. Zaprvé, cesta je sekvenční, ale ne striktně lineární; někteří pedagogové se Stupněm 1 projdou rychle a budou těžit ze zrychleného vstupu do Stupně 2, zejména ti se stávajícím technologickým nebo výpočetním zázemím. Jiní budou potřebovat ve Stupni 1 podstatně delší dobu, zvláště v disciplínách, kde je doménově specifická užitečnost nástroje méně zřejmá nebo

kde se předchozí pedagogická praxe nezapojovala s technologickým zprostředkováním. Diferencované tempo je zásadní. Zadruhé, cesta by měla být institucionálně podporována, nikoli individuálně nesena. Čas, infrastruktura vrstevnického koučování a institucionální uznání pokroku jsou stejně důležité jako formální obsah. Pedagogové procházející cestou poskytují institucionální hodnotu srovnatelnou s profesní certifikací v jiných oborech; institucionální reakce by tomu měla odpovídat. Zatřetí, cesta by měla být viditelná pro externí stakeholdery, rodiče, studenty, regulátory, akreditační orgány. Stav připravenosti pedagogů instituce je stále více otázkou, na kterou se externí strany ptají, a instituce, která může odpovědět dokumentovanou cestou, je v podstatně lepší pozici než ta, která nemůže.

Další úvahou je vztah mezi institucionálním a individuálním úsilím pedagoga. Některé instituce jsou dobře pozicovány pro to, aby cestu poskytovaly interně, s vyhrazenými specialisty v oblasti vzdělávacích technologií, učebních věd nebo pedagogiky, kteří mohou práci vést. Jiné budou potřebovat zakoupit externí profesní rozvoj, partnerství s univerzitami nebo se připojit k konsorciím. Kurz AI Fluency for Educators od Anthropic (Anthropic, 2025), zdroje školení k rámci kompetencí UNESCO (Miao & Cukurova, 2024) a třídní scénáře rámce AILit (Evropská komise & OECD, 2025) poskytují jednu sadu strukturovaných externích zdrojů. Národní iniciativy AI gramotnosti ve Spojených státech, Singapuru a jinde poskytují doplňující infrastrukturu. Rámec je agnostický k tomu, jaká konkrétní externí partnerství by instituce měla využít; není agnostický k tomu, zda je taková podpora potřebná, což pro většinu institucí podstatně je.

11. Výhled · 2027-2030

Předpovídání trajektorií schopností AI v horizontu tří až pěti let je nespolehlivé. Předpovídání institucionálních reakcí na ně je ještě nespolehlivější. Nenabízím zde předpovědi, ale plánovací předpoklady, které považuji za nejobjektivnější a na nichž lze rozumně založit institucionální reformní rozhodnutí v horizontu 2026-2030. Tyto předpoklady jsou kalibrovány opatrně; instituce, které na nich stavějí, by měly očekávat každoroční revizi, jak se důkazy hromadí.

Předpoklad 1: Pokračující růst schopností. Schopnosti čelních modelů budou pokračovat v postupu rychlostmi, které přesahují cykly revize kurikul institucí. Specifické hranice schopností, víceúrovňové uvažování, trvalé agentní provádění úloh, koherence dlouhého kontextu, multimodální integrace, budou pokračovat v expanzi. Inferenční náklady budou nadále klesat, čímž se čelní schopnosti zpřístupní mladším a ekonomicky znevýhodněným žákům rychlostmi, které předbíhají schopnost institucí rozšiřovat kurikula AI gramotnosti. Institucionální implikací je, že jakékoli specifické nástrojové školení zastará přibližně do dvanácti měsíců. Školení kognitivních rutin (rámec 4D) by mělo být odolnější, protože rutiny vyžadované k dobrému používání AI, vědomé delegování, přesný popis, kritické hodnocení, pečlivé dotahování, jsou přenositelné napříč generacemi nástrojů.

Předpoklad 2: Agentní systémy se stávají vzdělávacími významnými. Přejít od jednotahových chatbotových interakcí k víceúrovňové agentní operaci (skládání nástrojů, provádění úloh, vracení strukturovaných výstupů) je nyní v komerčním nasazení pevně započat a do vzdělávacího nasazení dorazí v letech 2027-2028. Vzdělávací integrace navržená pro chatbotové paradigma se nepřenesou čistě. Agentní systémy vyvolávají odlišné pedagogické otázky: jak student dohlíží na víceúrovňový proces, který sám neprováděl? Jak pedagog hodnotí kognitivní operace provedené studentem versus operace delegované agentovi? Rámec 4D je rozšiřitelný do agentních kontextů, ale provozní specifikace každého stupně bude vyžadovat adaptaci, jak se agentní schopnosti

rozšiřují.

Předpoklad 3: Eroze kvalifikace se zrychluje. Propast mezi tím, co absolventi mohou věrohodně tvrdit pod přístupem k AI, a tím, co umí prokázat bez asistence, se bude rozšiřovat. Hodnota kvalifikace, zvláště pro kvalifikace primárně hodnocené nedohlíženou písemnou prací, bude odpovídajícím způsobem klesat. Zaměstnavatelé a navazující instituce zareagují, již reagují, doplňkovými ověřovacími mechanismy (kompetenční pohovor, recenze projektového portfolia, profesní certifikace, ukázkové úlohy). Problém důvěry v kvalifikaci identifikovaný v kapitole 2 dopadá nejvíce na instituce, jejichž kvalifikace nejvíce spoléhají na starší formy hodnocení. Vzdělávací instituce, které toto neřeší přímo (prostřednictvím redesignu hodnocení, transparentních norem disclosure a kompetenčně založených doplňků k tradičním kvalifikacím), uvidí pokles tržní hodnoty svých kvalifikací rychlostmi, které ohrozí jejich ekonomický model.

Předpoklad 4: Politická a regulatorní konsolidace. Mezinárodní politické sblížení dokumentované v kapitole 7 bude pokračovat. Do roku 2029 výsledky hodnocení PISA 2029 MAIL poskytnou první mezinárodně srovnatelné měření výsledků AI gramotnosti (OECD, 2026). Členské státy, jejichž systémy budou fungovat špatně, budou čelit politickému tlaku na reformu. Povinnosti dodržování aktu EU o AI budou plně zavedeny do roku 2027 (Evropská unie, 2024), s požadavky na AI gramotnost podle článku 4 fungujícími napříč poskytovateli i uživateli. Vzdělávací instituce v jurisdikcích EU budou čelit přímým povinnostem dodržování ohledně AI gramotnosti zaměstnanců. Systémy mimo EU budou motivovány zachovat srovnatelnost pro účely studentské mobility a uznávání kvalifikací. Institucionální implikací je, že kurikula AI gramotnosti v okně 2027–2030 již nejsou dobrovolnými rozšířeními; jsou stále více vyžadovanou infrastrukturou.

Předpoklad 5: Diferencovaná institucionální reakce produkuje divergentní výsledky. Instituce, které začnou provozní reformu nyní, s úmyslným redesignem kurikula, přípravou pedagogů, redesignem hodnocení a infrastrukturou ochrany již ve fázi návrhu, dorazí k měřicímu bodu PISA 2029 v podstatně lepší pozici než instituce, které reformu odkládají. Divergence se v průběhu desetiletí kumulativně rozšíří. Okno pro nízkonákladovou adaptivní reformu se zužuje. Do roku 2028 budou instituce, které reformu nezačaly, čelit složeným nákladům na dohánění (rekvalifikace učitelů, přepracování kurikula, redesign hodnocení, opětovné budování důvěry rodičů a studentů) pod rostoucím vnějším tlakem.

Nabízím čtyři konkrétní provozní doporučení pro instituce operující v okně 2026–2028. Zprv, proveďte audit AI gramotnosti vůči rámci AILit (Evropská komise & OECD, 2025) a rámcům kompetencí UNESCO (UNESCO, 2024; Miao & Cukurova, 2024). Identifikujte institucionální mezeru explicitně. Zadruhé, prioritizujte přípravu pedagogů. Operátorská plynulost pro všechny pedagogy, pedagogické přerámování pro ty, kdo učí kognitivně náročný materiál, školení redesignu hodnocení pro vedoucí hodnocení. Zatřetí, redesignujte hodnocení napříč kurikulem, počínaje disciplínami nejvíce vystavenými riziku substituce AI. Principem je, že hodnocení by mělo měřit kognitivní rutiny, k jejichž rozvoji má kurikulum sloužit, nikoli výstupy, k jejichž produkci má kurikulum sloužit. Začtvrté, nasadte AI nástroje žákům pod výchozím nastavením ochrany již ve fázi návrhu, s transparentností metodologie, spoluprací s regulací a investicí do bezpečnostního výzkumu jako primárními výběrovými kritérii pro přijaté nástroje (kapitola 8).

11.1 Tři scénáře pro rok 2030

Scénářové plánování není predikcí; je to strukturovaný způsob, jak činit institucionální rozhodnutí odolná vůči rozsahu pravděpodobných budoucností. Nabízím tři scénáře pro

stav integrace AI ve vzdělávání v roce 2030, kalibrované podle výše uvedených předpokladů. Každý je vnitřně koherentní, žádný není výlučně pravděpodobný a institucionální reformní rozhodnutí v okně 2026–2028 podstatně ovlivní, který ze tří systémů skutečně obývá.

Scénář A · Konvergující reforma. Hlavní národní systémy přijímají operacionalizované verze rámců AILit, UNESCO a vznikajících národních rámců, přičemž data PISA 2029 MAIL poskytují první mezinárodně srovnatelné měření pokroku. Dodržování aktu EU o AI je plně zavedeno do roku 2027 a provozně funguje v institucích uživatelů do roku 2029. Cesty přípravy pedagogů jsou institucionálně normalizovány napříč OECD a partnerskými zeměmi. Stínové kurikulum ustupuje, jak institucionální kurikulum uzavírá mezeru se studentskou praxí. Problém důvěry v kvalifikaci se stabilizuje, jak dozrává redesign hodnocení. Tento scénář vyžaduje trvalý politický závazek, podstatnou investici do přípravy pedagogů a pokračující mezinárodní politickou spolupráci. Je dosažitelný, ale ne nevyhnutelný.

Scénář B · Dvoukolejná divergence. Některé národní a institucionální systémy reformují agresivně; jiné odkládají. Data PISA 2029 MAIL odhalují podstatnou mezinárodní divergenci ve výsledcích AI gramotnosti. Vynořuje se dvoukolejný systém, v němž absolventi reformovaných institucí vstupují na trh práce s podstatně vyšší provozní AI plynulostí než absolventi institucí s odloženou reformou. Hodnota kvalifikací odpovídajícím způsobem diverguje. Mezinárodní mobilita studentů se posouvá směrem k reformovaným systémům. Obraz roku 2030 je obraz rozšiřující se nerovnosti jak uvnitř, tak mezi národními systémy, přičemž instituce, které začaly reformu v letech 2026–2028, svou výhodu kumulativně skládají. Toto je podle mého hodnocení nejpravděpodobnější scénář za současných politických trajektorií.

Scénář C · Reforma vyvolaná krizí. Institucionální reforma je odložena příliš dlouho a problém důvěry v kvalifikaci vyvolá diskrétní institucionální krizi: velké zaměstnavatelské odmítnutí kvalifikací, vysokopofilní hodnoticí podvod, komplexní regulatorní intervenci nebo kolaps veřejné důvěry významného rozsahu. Reforma následuje za krizových podmínek, s vyššími náklady, menší koherencí a horšími výsledky, než by následovala spořádaná reforma v okně 2026–2028. Některé instituce přechod nepřežijí. Tento scénář není předpovídán, ale není nepravděpodobný na úrovni subsystému; specifické disciplíny, instituce nebo národní systémy ho mohou obývat i tam, kde jiné obývají scénáře A nebo B.

Strategická implikace pro institucionální vedení je přímá. Reforma započatá v okně 2026–2028 je odolná napříč všemi třemi scénáři. Reforma odložená je odolná pouze vůči scénáři A. Rozhodování za skutečné nejistoty o tom, který scénář bude instituce čelit, by mělo vážit odolnost. Rámec nabízený v této studii je navržen tak, aby byl implementovatelný napříč všemi třemi scénáři, přičemž institucionální cesta v kapitolách 6, 7, 8, 9 a 10 tvoří koherentní reformní agendu, která si zachovává hodnotu bez ohledu na to, který scénář se materializuje.

12. Omezení a budoucí výzkumné směry

Tato studie má omezení, která by měla být čtenářům transparentní a která tvoří agendu pro empirickou práci, kterou rámec nakonec vyžaduje. Řeším je v pěti klastrech.

(i) Rámec 4D je teoreticky motivovaný, ale empiricky neověřený. Rámec je vystavěn na syntéze konvergujících literatur (výzkum kognitivního outsourcingu, vývojová neurověda, rámce AI gramotnosti) v kombinaci s provozní zkušeností z terciární výuky. Nebyl podroben kontrolovanému empirickému hodnocení a jeho specifická tvrzení o vývojové sekvenaci (asymetrická expozice napříč stupni; rutina před nástrojem) nejsou přímo

testována. Testovatelné predikce rámce, například že studenti explicitně trénovaní v rutinách 4D prokáží lepší výsledky v Rozlišování a Pečlivosti než studenti se srovnatelným přístupem k AI bez tréninku rutin, čekají na empirické zkoumání.

(ii) Neurovývojová důkazní základna se týká digitální expozice obecně, nikoli specificky GenAI. Kapitola 5 staví argument pro asymetrickou expozici na zástupných důkazech z výzkumu obrazovkové, smartphone a intenzivní digitální expozice. Zástup je obhajitelný (GenAI sdílí relevantní vlastnosti kognitivní zátěže a struktury odměny se zástupnými podněty), ale je to zástup. Přímý longitudinální výzkum efektů expozice GenAI na vyvíjející se mozek dosud neexistuje v robustní formě. Je to kritická priorita pro další desetiletí vzdělávacího neurovědního výzkumu.

(iii) Kulturní a jazyková specifičnost. Rámec je vyvinut primárně v západoevropském a severoamerickém kontextu terciárního vzdělávání, se sekundární pozorností k systémům K-12 střední a východní Evropy. Jeho přenositelnost do nezápadoevropských vzdělávacích kontextů, odlišných kurikulárních tradic a žáků, jejichž první jazyky jsou systematicky podzastoupeny v tréninkových datech čelních modelů, je tvrzena, nikoli prokázána. Validační práce v rozmanitých vzdělávacích kontextech je vyžadována.

(iv) Kritéria výběru nástroje jsou aspirační, nikoli provozní. Kapitola 8 navrhuje transparentnost metodologie, spolupráci s regulací a investici do bezpečnostního výzkumu jako institucionální výběrová kritéria. Každé z nich je do jisté míry operacionalizovatelné, ale žádné ještě není podpořeno robustní, dodavatelsky srovnatelnou hodnoticí infrastrukturou. Práce přeměny těchto kritérií na použitelný institucionální hodnoticí rámec je sama o sobě výzkumnou a politickou agendou. Doporučení rámce 4D k výběru nástroje by měla být čtena jako výchozí pozice, nikoli jako hotová hodnoticí metodologie.

(v) Tempo změny. Empirická důkazní základna o GenAI ve vzdělávání se pohybuje rychleji, než dokáže syntetizovat jakákoli jednotlivá studie. Tvrzení a doporučení zde nabízená odrážejí stav důkazů k polovině roku 2026 a měla by být revidována, jak se další empirická práce, zejména data PISA 2029 MAIL (OECD, 2026), delší cyklus empirické práce vznikající z Akčního plánu digitálního vzdělávání EU (Evropská komise & OECD, 2025) a další generace studií kognitivního outsourcingu, zpřístupňuje.

Plynou čtyři specifické empirické priority. Zaprvé, longitudinální kohortní studie o vývojových kognitivních důsledcích expozice GenAI napříč oknem K-12, s odpovídajícími kontrolami pro socioekonomický status, existující kognitivní variabilitu a intenzitu expozice. Zadruhé, kontrolované hodnocení specifických tvrzení rámce 4D o vývojové sekvenaci, testující, zda kohorty trénované v 4D prokazují lepší výsledky v Rozlišování, Pečlivosti a provozní plynulosti. Zatřetí, mezikulturní validace aplikovatelnosti rámce napříč rozmanitými vzdělávacími kontexty a podzastoupenými jazykovými komunitami. Začtvrté, vývoj institucionálních hodnoticích rámců dodavatelů, které operacionalizují transparentnost metodologie, spolupráci s regulací a investici do bezpečnostního výzkumu jako srovnatelné, auditovatelné institucionální rozhodovací vstupy.

Tři další metodologické priority stojí za vyzdvížení. Zaprvé, empirická literatura recenzovaná v kapitole 3 se silně opírá o krátkodobé experimentální designy, často úlohy psaní eseje v jediném sezení za kontrolovaných podmínek. Kognitivní rutiny, na něž rámec 4D cílí, se formují napříč lety praxe, nikoli minutami laboratorního zapojení. Výzkumné designy, které dokážou detekovat efekty relevantní pro rámec ve vývojových časových horizontech, jsou longitudinální, nákladné a metodologicky náročné. Jsou také nezbytné. Bez nich bude obor nadále zaměřovat krátkodobé efekty výkonu úloh za dlouhodobé efekty tvorby rutin, s vážnými důsledky pro institucionální rozhodování. Zadruhé, obor

nedostatečně investoval do kvalitativní a etnografické práce dokumentující, jak používání AI ve třídách skutečně vypadá, jak instruováno, tak praktikováno. Etnografický záznam se stane důležitým historickým materiálem, jak se generace technologií posouvá; měli bychom ho budovat nyní. Zatřetí, empirická literatura je v současnosti vážena ve prospěch studií intervence spíše než studií neintervence. Víme více o tom, co se děje, když se studenti učí používat AI specifickým způsobem, než o tom, co se děje, když se neučí. Kontrolní podmínka (nevedené výchozí používání) je dominantní studentskou zkušeností a je metodologicky podzkoumána.

Konečně poznámka k pozicionalitě autora. Rámec nabízený zde je vyvinut jediným autorem s provozní zkušeností výuky napříč anglo-americkými, českými a americkými afilioványmi terciárními institucemi a konzultační zkušeností napříč více odvětvími nasazujícími AI. Není produktem výzkumné skupiny, vícestrojové spolupráce nebo financovaného výzkumného programu. Jeho silnými stránkami jsou koherence, provozní specifická a aktuálnost. Jeho slabinami jsou omezení jednotlivé perspektivy, absence formálního peer review v této fázi a specifická kulturní a institucionální zkreslení autorovy profesní trajektorie. Čtenáři by měli doporučení odpovídajícím způsobem vážit. Rámec je nabízen jako vážný příspěvek do pracovní konverzace oboru, nikoli jako hotový výzkumný produkt. Konstruktivní zapojení, metodologická kritika a empirické zkoumání tvrzení rámce jsou explicitně zváni.

13. Závěr

Přechod, který je nyní ve vzdělávání ve hře, není primárně o technologii. Je o tom, zda se vzdělávací instituce dokážou vyvíjet dostatečně rychle, dostatečně inteligentně a dostatečně lidsky, aby zůstaly institucemi, jejichž prostřednictvím další generace formuje kognitivní kapacity, které svobodná společnost vyžaduje. Čelní generativní AI je v jednom čtení nejmocnějším kognitivním partnerem, jaký druh kdy vynalezl. V jiném je nejmocnějším kognitivním substitutem. Pedagogická otázka zní, kterým z nich se stane pro dítě nyní v základní škole, adolescenta nyní v sekundárním vzdělávání, mladého dospělého nyní v terciárním vzdělávání. Odpověď závisí na tom, co je o ní naučíme, v jakém pořadí, s jakou ochranou, ve službě jaké kognitivní kapacity.

Rámec 4D (Delegování, Popis, Rozlišování, Pečlivost) nabízí jeden strukturovaný způsob výuky AI plynulosti jako stupňované kompetence spíše než jako nediferencovaného povolení. Vývojové stupňování zde navrhované (ochranná gramotnost přiléhající k AI v primárním vzdělávání, AI gramotnost s lešením a explicitní frikcí v sekundárním, provozní AI plynulost v terciárním) nabízí jeden strukturovaný způsob sladění této kompetence s vyvíjejícím se mozkem. Kritéria výběru modelu (transparentnost metodologie, spolupráce s regulací, investice do bezpečnostního výzkumu) nabízejí jeden strukturovaný způsob, jak instituce mohou vykonávat fiduciární úsudek. Mezinárodní politické rámce, které se nyní sbližují (akt EU o AI, rámce kompetencí UNESCO, EU-OECD AILit, PISA 2029 MAIL), poskytují architekturu kompetenčních výstupů, vůči které lze institucionální reformu kalibrovat.

Žádný z těchto návrhů není konečný. Všechny jsou pracovní hypotézy, zamýšlené k revizi, jak se důkazy hromadí a jak se technologie nadále vyvíjí. Jsem si jist, že současné dominantní postoje (zákaz, neregulované zavádění, kontrola založená na dohledu) jsou každý svým způsobem vývojovou negramotností. Nemohou přežít desetiletí, které leží před námi. Instituce, které začnou provozní reformu nyní, s úmyslným redesignem kurikula, přípravou pedagogů, redesignem hodnocení a infrastrukturou ochrany již ve fázi návrhu, budou pozicovány tak, aby sloužily svým žákům. Instituce, které reformu odloží,

zaplatí rostoucí náklady na dohánění pod rostoucím vnějším tlakem. Učit další generaci myslet s AI spíše než kolem ní vyžaduje pedagogy ochotné dělat totéž.

Reference

- AI Literacy Institute. (2026, 3. března). AI Literacy Review – March 3, 2026. <https://ailiteracy.institute/ai-literacy-review-march-3-2026/>
- Anthropic. (2025). AI Fluency for Educators [kurz]. Anthropic. <https://www.anthropic.com/learn>
- Anthropic. (2026). Responsible Scaling Policy, verze 3.0. Anthropic. <https://www.anthropic.com/responsible-scaling-policy>
- Bai, Y., Kadavath, S., Kundu, S., Askill, A., Kernion, J., Jones, A., Chen, A., Goldie, A., Mirhoseini, A., McKinnon, C., Chen, C., Olsson, C., Olah, C., Hernandez, D., Drain, D., Ganguli, D., Li, D., Tran-Johnson, E., Perez, E., ... Kaplan, J. (2022). Constitutional AI: Harmlessness from AI feedback. arXiv preprint arXiv:2212.08073. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.08073>
- California Department of Education. (2025). Artificial Intelligence in Education: Guidance for K-12 Schools. California Department of Education. <https://www.cde.ca.gov/ci/pl/aiincalifornia.asp>
- Chew, H. E., Soon, C., & Kaur, H. (2026). Unified AI Literacy Framework for Singapore. Institute of Policy Studies, National University of Singapore.
- Cunningham, C. J. L., et al. (2025). One year in the classroom with ChatGPT: empirical insights and transformative impacts. *Frontiers in Education*, 10, 1574477. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1574477>
- Deng, R., Wang, X., & Zhang, Y. (2026). ChatGPT's impact on student learning outcomes: A meta-analysis of 35 experimental studies. *Humanities and Social Sciences Communications*, advance online publication. <https://doi.org/10.1057/s41599-026-07019-z>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Digital Promise. (2024). Revealing an AI Literacy Framework for Learners and Educators. Digital Promise. <https://digitalpromise.org/2024/02/21/revealing-an-ai-literacy-framework-for-learners-and-educators/>
- Ergene, Ö., & Ergene, B. Ç. (2025). Cognitive offloading and over-dependence on generative AI in higher education. *Education and Information Technologies*, advance online publication.
- Evropská komise, & OECD. (2025). Empowering Learners for the Age of AI: An AI Literacy Framework for Primary and Secondary Education [návrh k recenzi]. Evropská komise & OECD. <https://ailiteracyframework.org/>
- Evropská unie. (2024). Nařízení (EU) 2024/1689 Evropského parlamentu a Rady, kterým se stanoví harmonizovaná pravidla pro umělou inteligenci (akt o umělé inteligenci). *Úřední věstník Evropské unie*, L 1689/1.
- Fan, Y., Tang, L., Le, H., Shen, K., Tan, S., Zhao, Y., Shen, Y., Li, X., & Gašević, D. (2025). Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 489–530.
- Gascón-Cánovas, J. J., et al. (2025). Executive function in adolescents with problematic smartphone use. *International Journal of Adolescence and Youth*, 30(1), článek 2562950. <https://doi.org/10.1080/02673843.2025.2562950>
- Gerlich, M. (2025). AI tools in society: Impacts on cognitive offloading and the future of critical thinking. *Societies*, 15(1), 6. <https://doi.org/10.3390/soc15010006>
- Gilbert, S. J. (2024). Cognitive offloading is value-based decision making: Modelling cognitive effort and the expected value of memory. *Cognition*, 247, 105783.
- Hinze, V., Blakemore, S.-J., Dalgleish, T., Ford, T., Mansfield, K. L., Ukoumunne, O. C., Kuyken, W., & Montero-Marin, J. (2025). The longitudinal relationship between self-reported executive function and mental health in early adolescence. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry – Open*, advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.jaacop.2025.07.003>
- Hutton, J. S., Dudley, J., Horowitz-Kraus, T., et al. (2022). Associations between screen-based media use and brain white matter integrity in preschool-aged children. *JAMA Pediatrics*, advance online publication.

- Illingworth, S. (2026). What is critical AI literacy? AI Literacy Institute Working Papers.
- Kharbach, M. (2026). UNESCO's AI Competency Framework for Students: What every educator should know. medkharbach.com.
- Kooli, C., et al. (2025). Generative AI Addiction Syndrome: A conceptual framework. *Computers in Human Behavior Reports*, advance online publication.
- Kosmyna, N., Hauptmann, S. C., Yuan, T., Situ, Y., Liao, X.-H., Beresnitzky, A. V., Braunstein, I., & Maes, P. (2025). Your brain on ChatGPT: Accumulation of cognitive debt when using an AI assistant for essay writing tasks. MIT Media Lab Technical Report. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.08872>
- Laupichler, M. C., Aster, A., Schirch, J., & Raupach, T. (2024). Artificial intelligence literacy in higher and adult education: A scoping literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100101.
- Lee, J., & Low, V. (2024). Generative AI in academic writing: Trade-offs between efficiency and originality. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 7, 100268.
- León-Domínguez, U. (2024). Potential cognitive risks of generative transformer-based AI chatbots on higher-order executive functions. *Neuropsychology*, 38(4), 293–308. <https://doi.org/10.1037/neu0000948>
- Lewin, K. M., et al. (2025). The longitudinal impact of screen media activities on brain function, architecture and mental health in early adolescence. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 25(2).
- Lin, Z., Dai, Y., & Ng, O.-L. (2025). Constructionism in K-12 AI literacy education: A systematic review of pedagogical designs, student outcomes, and learning mechanisms. *Journal of Educational Computing Research*, advance online publication. <https://doi.org/10.1177/07356331251360442>
- Martin, F., Bacak, J., Polly, D., & Wang, W. (2024). A systematic review of research on K-12 AI literacy. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100295.
- Miao, F., & Cukurova, M. (2024). AI competency framework for teachers. UNESCO.
- OECD. (2026). PISA 2029 Media and Artificial Intelligence Literacy (MAIL) Assessment Framework: Navigating an Evolving Digital World [návrh]. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/en/about/projects/pisa-2029-media-and-artificial-intelligence-literacy.html>
- Perrigo, B. (2026, 24. února). Exclusive: Anthropic drops flagship safety pledge. TIME. <https://time.com/7380854/exclusive-anthropic-drops-flagship-safety-pledge/>
- Raptopoulou, A. (2025). ChatGPT in higher education: Supporting academic literacy through ChatGPT-based activities. *European Journal of Education*, e70131. <https://doi.org/10.1111/ejed.70131>
- Reggente, N., et al. (2026). The impact of smartphone use on brain function in adolescence: A scoping review. *Pediatric Reports*, 18(2), 43. <https://doi.org/10.3390/pediatric18020043>
- Roe, J., Furze, L., & Perkins, M. (2026). Digital plastic: A metaphorical framework for critical AI literacy in the multiliteracies era. *Postdigital Science and Education*, advance online publication.
- Steinberg, L. (2008). A social neuroscience perspective on adolescent risk-taking. *Developmental Review*, 28(1), 78–106. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2007.08.002>
- Su, J., Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2025). Defining, enhancing, and assessing artificial intelligence literacy and competency in K-12 education from a systematic review. *Interactive Learning Environments*, 33(9), 5766–5788. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2487538>
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. Autodesk Foundation.
- UNESCO. (2024). AI competency framework for students and teachers. UNESCO Publishing.
- Welker, M. (2025). Global AI literacy readiness assessment 2025. UNESCO/UNICEF Working Paper.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

- Xing, B., et al. (2025). ChatGPT in K-12 education: Effects on student learning outcomes. *Journal of Educational Computing Research*, advance online publication.
- Zhang, S., Xiao, R., Botelho, A. F., Liao, G., Chiu, T. K. F., Stamper, J., & Koedinger, K. R. (2026). How to assess AI literacy: Misalignment between self-reported and objective-based measures. *arXiv preprint arXiv:2601.06101*.

Poznámka k překladu. Toto je český překlad anglického originálu "Teaching With, Not Around" (Berky, 2026). Překlad byl proveden autorem s AI asistencí a následnou autorskou revizí. Kanonickou citační formou zůstává anglický originál. Reference jsou ponechány v jazyce původní publikace.

© 2026 N.J. Berky. Tato pracovní studie je uvolněna pod licencí Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Můžete ji sdílet a upravovat s odpovídající atribucí. Trvalý identifikátor · ORCID 0009-0001-2227-215X. Doporučená citace · Berky, N.J. (2026). Učit s AI, ne kolem ní: Vývojový rámec pro integraci generativní AI v primárním, sekundárním a terciárním vzdělávání (2023–2026). Pracovní studie, verze 2.0 (český překlad). NJB Berky Advisory.