

### ABSTRAKT

V éře informačního přetížení čelí studenti náročné výzvě: efektivně zpracovat a trvale si osvojit rozsáhlé objemy studijních materiálů. Průzkum potřeb provedený mezi 25 studenty (středoškoláci a vysokoškoláci v rámci programu STC) pomocí anonymního online dotazníku identifikoval jako klíčové bariéry obtížné zapamatování velkého množství pojmů (72 %), udržení motivace (56 %) a efektivní organizaci času (48 %). Jako odpověď na tyto problémy jsem vyvinul EduAgent – pokročilou vzdělávací platformu poháněnou Large Language Modely (LLM), která transformuje pasivní studijní materiály na interaktivní a personalizovanou vzdělávací zkušenost.

EduAgent automatizuje zpracování studijních podkladů (PDF, DOCX, TXT, RTF) s využitím Azure Content Understanding a vektorové databáze PostgreSQL s rozšířením pgvector. Systém z dokumentů inteligentně generuje klíčová slova, shrnutí, sady studijních kartiček (flashcards), interaktivní testové otázky, shrnutí a myšlenkové mapy. Zásadní inovací oproti univerzálním nástrojům (ChatGPT, NotebookLM) je implementace personalizovaného studijního plánu, který se dynamicky adaptuje na základě úspěšnosti studenta v procvičování a systematicky sleduje jeho pokrok.

Platforma je realizována jako cloud-native řešení na Azure, plně optimalizované pro české a slovenské jazykové prostředí. Srdcem systému je autonomní AI agent postavený na frameworku LangGraph, kombinující techniky RAG (Retrieval Augmented Generation) a „tool calling“. Toto spojení umožňuje interaktivní tvorbu materiálů přímo v kontextu konverzace, čímž studentům šetří čas a umožňuje jim soustředit se na to nejdůležitější – samotné učení.

### ŘEŠENÍ

EduAgent přináší strukturovaný, projektově orientovaný přístup ke studiu. Každý projekt (např. předmět „Principy managementu“) centralizuje dokumenty, konverzace, kvízy, studijní kartičky, shrnutí a myšlenkové mapy na jednom místě. Nahrané dokumenty procházejí robustní zpracovatelskou pipeline: od uložení v Azure Blob Storage, přes asynchronní extrakci textu a sémantickou segmentaci (dělení na logické celky o délce cca 1000-1500 znaků), až po generování vektorových embeddingů modelem text-embedding-3-large. Díky uložení v PostgreSQL s rozšířením pgvector je umožněno přesné sémantické vyhledávání napříč studijními materiály při zachování vysoké úrovně soukromí (využitá enterprise instance Azure OpenAI vylučuje použití uživatelských dat pro další trénování modelů).

Pro generování obsahu (klíčová slova, shrnutí, kvízy, kartičky, myšlenkové mapy) využívá systém unifikované RAG workflow. Na základě požadavku se vyhledají relevantní pasáže, které slouží jako kontext pro LLM a výstup je striktně strukturován pomocí Pydantic modelů. Tento přístup, pracující výhradně s vlastními materiály uživatele, minimalizuje riziko halucinací díky přísnému zakotvení grounding modelu v poskytnutém kontextu, což potvrzuje i následná pilotní evaluace.

**Klíčovou konkurenční výhodou je integrace personalizovaného studijního plánu a proaktivního AI agenta.** Studijní plán není statický – analyzuje historii procvičování (practice records) a identifikuje témata, ve kterých student dosahuje úspěšnosti nižší než 70 %. Na základě této analýzy LLM vygeneruje cílený harmonogram a doporučí konkrétní sady kvízů a kartiček k prioritnímu studiu. To představuje výrazný posun oproti nástrojům jako Quizlet či běžné LLM chaty.

AI agent, postavený na frameworku LangGraph, funguje jako virtuální tutor s autonomním rozhodovacím cyklem (ReAct pattern). Při každém dotazu studenta systém nejprve analyzuje kontext konverzace a instrukce v systémovém promptu, které ho striktně vedou k využití nástroje „search\_project\_documents“ pro jakýkoliv dotaz

týkající se studijní látky. Tím je zajištěno, že odpovědi nejsou generovány z obecných znalostí modelu, ale jsou ukotveny v nahraných materiálech.

V praxi agent vykazuje pokročilé kontextuální chování: pokud dotaz přímo navazuje na předchozí část konverzace, kde již byly relevantní informace z dokumentů vyhledány, model inteligentně využívá tento existující kontext v pracovní paměti, aby předešel redundantním voláním API a zajistil plynulost dialogu. Pokud je však vyžadována hlubší analýza nebo specifická fakta, která v předchozím vyhledávání nebyla obsažena, agent na základě uživatelského pokynu či vlastní vnitřní logiky iniciuje nový sémantický search. Výstupem z RAG nástroje je pak strukturovaný blok informací, který agent sémanticky zpracuje a transformuje do srozumitelné odpovědi, přičemž si zachovává informaci o zdrojích pro následné citování.

Systém transparentně uvádí zdroje informací u každé odpovědi, což zvyšuje důvěryhodnost. Dynamické systémové prompty zajišťují vysokou kvalitu výstupů v češtině i angličtině. Technologický stack (React 19, TanStack Router, FastAPI, Azure OpenAI, Terraform, Supabase) garantuje škálovatelnost, bezpečnost a moderní uživatelský zážitek.

## ZÁVĚR

EduAgent úspěšně demonstruje potenciál propojení moderních AI technologií s pedagogickými principy, jako jsou Active Recall (aktivní vybavování informací při testech a kartičkách), Adaptive Learning (přizpůsobení obsahu úrovni studenta), Scaffolding (podpora studenta pomocí AI tutora) a rozvoj metakognice skrze vizualizaci znalostí v myšlenkových mapách. Podařilo se implementovat komplexní sadu funkcí pro podporu studia: od automatické extrakce znalostí po generování interaktivních pomůcek jako jsou studijní kartičky, testy a myšlenkové mapy. RAG-powered agent se schopností volání nástrojů zvyšuje interakci se systémem na úroveň dialogu s inteligentním tutorem.

Vzhledem k rozsahu práce byla hlavní pozornost věnována návrhu robustní systémové architektury a uživatelského zážitku (UI/UX). Funkčnost systému byla ověřena pilotní evaluací na 15 testovacích dotazech nad 3 typy dokumentů. Výsledky potvrdily 93% úspěšnost při vyhledávání relevantního kontextu (Retrieval) a nulový výskyt faktických halucinací v generovaných odpovědích. Průměrná latence vektorového vyhledávání v PostgreSQL se pohybovala pod 150 ms, což potvrzuje efektivitu zvoleného řešení i bez dalších optimalizací.

Mezi klíčové technické milníky patří:

- **Plně automatizovaná pipeline** pro ingesci a sémantické zpracování dokumentů
- **Real-time streaming API** pro plynulou komunikaci s agentem
- **Optimalizované vektorové vyhledávání** s přesným filtrováním kontextu
- **Robustní architektura** s kontrolou nákladů a error handlingem

I přes dosažené úspěchy byl EduAgent navržen především jako modulární platforma, na které lze dále stavět. Aktuální verze personalizovaného studijního plánu slouží jako funkční základ, jehož plný potenciál – zahrnující pokročilé algoritmy pro automatické plánování opakování (Spaced Repetition) – bude předmětem budoucích verzí. Stejně tak se nabízí prostor pro vylepšení vyhledávání u rozsáhlých datových souborů pomocí techniky rerankingu.

Budoucí rozvoj platformy se zaměří na dva klíčové směry. Prvním je **rozšíření vstupních formátů o audio a video obsah** (např. automatický přepis a analýza přednášek), což plně umožní rozšiřující se schopnosti služby Azure Content Understanding. Druhým směrem je obohacení AI výstupů o nové formáty, jako jsou automaticky generované prezentace či infografiky, čímž EduAgent udrží krok s nejmodernějšími trendy v oblasti vzdělávacích technologií (např. NotebookLM). EduAgent tak představuje **pevný a škálovatelný základ** pro novou generaci nástrojů, které se přizpůsobují studentovi, nikoliv naopak.