



SLOVENSKÁ SPOLOČNOSŤ PRE HOSPODÁRSKU INFORMATIKU
THE SLOVAK SOCIETY FOR ECONOMIC INFORMATICS

Zborník
vedecká konferencia
„UniPM FHI Naprojektuj si svoju budúcnosť“

UniPM ||||| FHI

Naprojektuj si svoju budúcnosť

„Inovatívne prístupy k vzdelávaniu vo výučbe a projektovom manažmente“

8. október 2025
Aula Ekonomickej univerzity v Bratislave



Vedecký výbor

Garant: **prof. Mgr. Erik ŠOLTÉS, PhD.**, dekan fakulty

Členovia:

- **prof. Ing. Ivan BREZINA, CSc.**, osoba nesúca hlavnú zodpovednosť za študijný program Informačný manažment
- **doc. Ing. Michal PÁLEŠ, PhD.**, vedúci Katedry matematiky a aktuárstva
- **prof. Mgr. Juraj PEKÁR, PhD.**, vedúci Katedry operačného výskumu a ekonometrie
- **doc. Ing. Mgr. Peter SCHMIDT, PhD.**, vedúci Katedry aplikovanej informatiky

Organizačný výbor

Predseda: **Ing. Silvia ZELINOVÁ, PhD.**, prodekan pre vzdelávanie

Členovia: **Ing. Veronika HORNIAKOVÁ, PhD., MSc.**
Ing. Pavel GEŽÍK, PhD.

Recenzenti

doc. Ing. Jana Kušnírová, PhD., PaedDr. Ivan Haringa, PhD.

Zostavovateľ zborníka

Ing. Silvia Zelinová, PhD.

Všetky príspevky boli pred publikovaním recenzované.

All published papers have been reviewed before publishing.

Zborník neprešiel jazykovou úpravou.

Za odbornú stránku príspevkov zodpovedajú autori.

The proceedings were not subject of language correction.

The authors are fully responsible for their conference papers.

Vydavateľstvo / Publisher EKONÓM

Bratislava 2025

ISBN 978-80-225-5287-5 (online)

Obsah

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN PROJECT MANAGEMENT PROCESSES

Diana BEDNARČÍKOVÁ 5

GLOBÁLNE HODNOTENIE VÝZNAMNOSTI PREMENNÝCH V MODELI XGBoost

Andrej BEDNARÍK 25

POROVNANIE KLASICKEJ ANALÝZY VÝZNAMNOSTI PREMENNÝCH A INTERPRETÁCIE POMOCOU SHAP PRI MODELI XGBoost

Andrej BEDNARÍK 35

INOVATÍVNY MODEL PREPOJENIA FOLOLOGICKÉHO ŠTÚDIA S PROJEKTOVÝM MANAŽMENTOM

Zuzana CIVÁŇOVÁ, Paula PÍŠOVÁ, Erzsébet SZABÓ 45

VPLYV OCEŇOVACEJ METÓDY NA CSM PODĽA ŠTANDARDU IFRS 17

Alžbeta DUBOVSKÁ 55

A MODULAR APPROACH TO PROJECT MANAGEMENT AND AI IN EDUCATION

Martin HIRTL, Henrieta HRABLIK CHOVANOVÁ 67

VÝUČBA PROJEKTOVÉHO MANAŽMENTU NA UNIVERZITÁCH: PERSPEKTÍVA A APLIKÁCIA METODIKY IPMA

Veronika HORŇIAKOVÁ 79

VYUŽITIE AI A LLM V INOVATÍVNYCH PRÍSTUPOCH VO VZDELÁVANÍ

Árpád LÁNGYI 86

**KRITICKÁ REFLEXIA VÝUČBY PROGRAMOVANIA
V EKONOMICKÝCH ODBOROCH: VÝZVY, ÚSPECHY A BUDÚCE
SMEROVANIE**

Stefan Otto NOVAK

97

**MODERNIZING PROJECT MANAGEMENT FOR A DYNAMIC
FUTURE: INTEGRATING AGILE PRACTICES AND AI
INNOVATIONS**

Peter PEŤKO

106

**PROJEKTOVÝ MANAŽMENT AKO KLÚČOVÁ KOMPETENCIA
V MODERNEJ VÝUČBE AKTUÁRSKEJ VEDY**

Silvia ZELINOVÁ

122

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN PROJECT MANAGEMENT PROCESSES

INTEGRÁCIA UMELEJ INTELIGENCIE V PROCESOCH PROJEKTOVÉHO MANAŽMENTU

Diana BEDNARČÍKOVÁ¹

Abstract:

The Fourth Industrial Revolution – Industry 4.0 is fundamentally changing business processes and artificial intelligence (AI) is becoming one of its key pillars. This scientific article analyzes the integration of AI into project management processes in general and then with a focus on the PRINCE2 methodology. The main objective of the scientific article is to analyze the use of digital AI technology in project management processes. The results confirm that AI has application in all PRINCE2 processes, with the greatest benefit in the Controlling a stage and Managing product delivery processes, where it makes planning, monitoring and risk management more efficient. Despite the fact that up to 80% of project management tasks are expected to be automated by 2030, only approximately 22% of organizations have achieved full AI integration so far. The research contributed to the creation of a systematic map of AI integration according to PRINCE2 processes, to the identification of new skills for project managers and to the addition of knowledge about the level of AI adoption in business practice.

Key words:

Artificial Intelligence, Project Management, Process Management, Process of Project Management.

Introduction

The era of the fourth industrial revolution - Industry 4.0 fundamentally transforms business processes and digital technology Artificial Intelligence (AI) is becoming one of its most important pillars. AI is considered a new type of innovation and is defined as the simulation of human intelligence through systems

¹ Ing. DIANA BEDNARČÍKOVÁ, PhD., Department of Strategy and Entrepreneurship, Faculty of Management, Comenius University Bratislava, Bratislava, Slovakia, diana.bednarcikova@uniba.sk.

or machines that mimic human intelligence in cognitive abilities, learning, memory, decision-making and action.

AI is a transformative force in various industries and also in project management. The rapid development of artificial intelligence urgently requires an understanding of how organizations can integrate it, especially in project management, in order to improve performance and results (Almeida, Fernandes & Santos, 2025). Raja (2025) points out that there is a lack of a systematic approach to mapping AI/ML technology to specific phases and processes of project management. A key challenge in the implementation of AI according to Nillson from PMI (2025) is the lack of quality professionals capable of implementing and managing AI solutions.

This scientific article fills the research gap focused on the development of skills and training of project managers, which Nenni, De Felice & De Luca (2025) pointed out and outlined as a direction for future research. Manager education is crucial for the effectiveness and innovation of project management and the overall enterprise. This article points to the use of AI in PM processes, which corporate project managers can inspire and realistically implement in practice. Another appeal for conducting this survey was the call from PMI (2025), which invites the academic community to engage in a dialogue on the implications of AI for management and organizational research, and this scientific article follows up on their defined topics as:

- I. Use and maturity of AI to develop better projects and improve project management.
- II. Integrating AI tools into project and organizational processes to improve project performance.

From the above facts, it is essential to know the integration of AI in project management processes, and this scientific article focuses on the analysis of the use of AI in project management processes.

1 Literature review

Project management is an integral part of the organization as a whole (Gray, 2018), an important part of management practice (Locatelli et al., 2023), and according to Abaneme (2025), it is key to successful business. Leong et al. (2023) point out that project management has become essential in today's fast-paced industry, is now essential to running digital initiatives effectively, and in companies of all sizes (from small and medium to large) people rely on project management to complete their projects.

The Project Management Institute - PMI (2021) defines project management (PM) as the application of knowledge, skills, tools, and techniques to project activities to meet project requirements. According to PMI, PM refers to guiding the project work to deliver the intended outcomes, and project teams can achieve the outcomes using a broad range of approaches (e.g.: predictive, hybrid, and

adaptive). Another practical definition from a methodological perspective is provided by PeopleCert (2025), who defines PM in the PRINCE2 standard as the application of methods, tools, techniques, and competencies. In addition to definitions from project management methodologies and frameworks, there are several academic definitions (Table 1) that reflect theoretical approaches and the diversity of views in professional literature.

Table 1: Scientific definitions of the term "project management"

Autor	Definition of the term
Olsson (2007)	PM is a proven approach to influencing a wide range of changes.
Venczel, Berényi & Hriczó (2021)	PM is the planning, organization, monitoring, and control of all aspects of a project.
Chkhaidze (2023)	PM is the application of knowledge, experience, skills, and methods to project activities to meet needs and expectations.
Shoushtari, Daghighi & Ghafourian (2024)	PM is a complex process that requires careful planning, execution, and control.
Jasim (2024)	PM is an active, interactive process that uses appropriate resources in an organized manner to achieve goals within a clear strategy, and this process always has a set of clear rules and conditions.
Younes (2024)	PM is the application of specific knowledge, expertise, tools, and approaches to deliver something meaningful to people.
Bilous, Zachosova & Tupchii (2025)	PM is the process of planning, organizing, implementing project activities, motivating project team members, and controlling their results.
Abaneme (2025)	PM is defined as the planning, execution, and monitoring of projects to meet predefined objectives/success criteria while adhering to specified time, budget, and scope constraints and is crucial to successful business.

Source: own processing.

Wolniak (2022) states that PM is achieved through the application and integration of project management processes, which include initiation, planning, execution, monitoring, control and closure. The processes of project management provide program structure, collaboration facilitation tools, task execution methods, and best practices that take care of human and cultural aspects (Ogbaka, 2025). According to Frigenti & Comninos (2002), traditional project management focused primarily on project management processes until their successful completion. According to Can Yeten (2024), basic project management processes are applied in specific phases of the project life cycle. This aspect is pointed out by PeopleCert (2025) in the Prince2 methodology. Processes of project management defined according to the PRINCE2® methodology take place in individual management phases (pre-project, initiation stage, subsequent stage and final stage) at the management levels: directing, managing and delivering. PRINCE2, in its latest 7th iteration, defines processes according to the project life cycle, such as:

1. Starting up a project: the goal is to gather enough information to decide whether it is worth investing in detailed project planning.
2. Directing a project: runs from project initiation to completion, with the project board managing the project through reports at various decision blocks.
3. Initiating a project: involves determining whether there is a justification for continuing with the project, developing a business case, and allocating resources by the project board.
4. Controlling a stage: describes the day-to-day management of the project, and includes the monitoring and control activities performed by the project manager, who must ensure that each stage remains on schedule and must respond to unexpected problems.
5. Managing product delivery: ensures that the planned products are created and delivered. This process controls the interface between the project manager and the team manager (coordinating the area of work that delivers one or more products).
6. Managing a stage boundary: provides the project committee with key decision points where it can decide whether to continue or terminate the project.
7. Closing a project: involves the project manager's work in completing the project – either at the end of the project or in the event of an early termination. The project manager prepares information for the project committee to confirm that the project can be closed.

Each level has specific responsibilities and activities that need to be performed at different stages. (PeopleCert, 2025) PRINCE2 processes provide a good theoretical basis for project management and can be adapted to any environment, which is also highlighted by Dechange (2025). Other scholars such as Takagi et al. (2024); Rahman & Ahmed (2024); Obeidat et al. (2024); Ndubuisi et al. (2025) and Shasi & Ud Din (2025) also refer to the use of PRINCE2 processes. Another theoretical basis for project management processes is provided by the PMBOK GUIDE standard, which defines project management processes as: initiation, planning, executing, monitoring & controlling and closing, as also pointed out by Hornstein (2015).

Artificial Intelligence (AI) has become a transformative force in various industries and in project management, according to Abaneme (2025). AI offers a transformative approach that improves various aspects of project management (Shoushtari, Daghighi & Ghafourian, 2024). Savio & Ali (2023) point out that AI is a disruptive force, transforming industries, revolutionizing business processes, and project management is one of the areas that has been significantly impacted. In the context of project management, AI is described as a disruptive technology with the potential to complement project management processes across sectors (Raja, 2025). According to Almeida, Fernandes & Santos (2025), AI is rapidly transforming the field of project management and offers new opportunities to

support project managers and improve their performance. The integration of AI into project management, according to Vergara et al. (2025), transforms the way projects are planned, implemented, and monitored. These transformational changes are highlighted by Nenni, De Felice & De Luca (2025) and also Abaneme (2025), who argues that the integration of AI technologies into PM practices has the potential to revolutionize the way projects are planned, executed and monitored.

The implications of recent developments, particularly the tools and processes of large language models (LLM) and generative AI (GenAI), have led to a debate about the validity and sustainability of the traditional role of project management in managing the many complex challenges associated with adopting greater levels of machine tools and processes (Leong et al., 2023; Hussain et al., 2023; Hughes et al., 2025). The project management profession is currently undergoing a period of transformational change as the discipline seeks to navigate the demands of sustainable and ethically sound project management while responding to the growing use of automated tools and AI technologies (Hughes et al., 2025). According to Nenni, De Felice & De Luca (2025), the role of AI in project management is multifaceted and expanding, and they further state that the areas of application of AI for project management processes are primarily: computer science, construction, business, management & accounting, decision sciences, energy, economics, econometrics & finance.

2 Methodology

The main objective of the scientific article is to analyze the use of digital technology Artificial Intelligence (AI) in project management processes.

Achieving the main objective required the fulfillment of the following sub-objectives, namely:

- Theoretically define project management, including project management processes.
- Theoretically define the issue of project management and AI.
- Analyze the areas of AI integration for the PM area in business practice.
- Define AI integration according to the classification of individual project management processes.

The collection and selection of literary sources took place in scientific databases, where sources were searched in the period from 2024 to 2025 (older sources were included for referencing in relevant scientific publications). The search for literary sources was carried out using keywords. The keywords for the initial search were: “industry 4.0”, “project management”, “artificial intelligence”, “process of project management”, and the abbreviation “AI”, which were used both separately and in combination. Given that the databases in some cases contained hundreds of thousands of documents, when processing the literature review, we focused on peer-reviewed and freely available sources. The

data presented in the analytical part came from secondary statistical surveys and expert analytical reports that were published on expert portals in 2024 and 2025. The analytical part also identified specific areas of use of AI in PM, advantages, challenges and, last but not least, recommendations for businesses.

Several scientific methods were used in the preparation of the scientific article, namely:

- abstraction - when generalizing findings from the literature review, results of empirical studies and creating recommendations for business practice;
- analysis - when breaking down literature, methodologies (PMBOK GUIDE, PRINCE2), as well as identifying project management processes and areas of use of AI in these processes;
- deduction - when deriving possible implications of AI integration in PM processes based on theoretical frameworks and current data;
- induction - when formulating conclusions from empirical and statistical data;
- comparison - when systematically comparing methodologies;
- synthesis - when combining theoretical and practical knowledge into a comprehensive framework for integrating AI into project management processes.

3 Results

AI is expected to become a key part of project management, automating most tasks over the next decade.

Shalwa (2025) reports that the global market for AI for project management will grow to \$5.7 billion by 2028, with a 17.3% year-on-year growth rate. Gartner research suggests that change is coming soon, predicting that by 2030, 80% of project management tasks will be performed by AI.

Several studies demonstrate the use of AI in PM, as evidenced by the following current state of AI integration in enterprise project management in terms of statistical overviews and concrete use cases.

3.1 Comparison of statistical studies on the use of Artificial Intelligence in project management

In 2023, according to Tracy (2025) and the PMI Global Survey (2023), 21% of project managers will always or very often use AI, and 82% of executives believe that AI will significantly change the way projects are delivered over the next 5 years.

Nilsson (2025) from PMI, in his research on AI in project management, states that:

- The use of AI agents is gaining importance, and 2025 will be “the year of the AI agent,” according to Huang from Nvidia, a view shared by Deloitte Insights, which predicts a sharp increase in the use of AI agents, with up to

25% of enterprises using generative AI expected to deploy agents by 2025 and 50% by 2027.

- More than 40% of project managers have had no training in AI;
- 74% of workers indicate that they blame employers for their lack of AI skills;
- 60% of project managers are willing to innovate with AI, only 30% are confident in their leadership's readiness to implement AI strategies;
- Only 22% of project management organizations have fully integrated AI into their operations.

PMI (2025) further states that:

- 80% of project management tasks will be performed by AI by 2030;
- 86% of businesses rank AI and big data as the highest priority skills for their employees;
- Only 1% of organizations believe they have reached GenAI maturity, according to PMI research.

Shalwa (2025) states that:

- 72% of project managers expect significant changes in their responsibilities - 72% of project managers say it is very or extremely likely that AI will change their roles;
- 80% of project leaders believe they will have more time for complex management tasks when using AI tools;
- GenAI can augment 28% of project manager skills, including methodology and lifecycle management tasks;
- Only 12% of organizations are using AI to a significant extent, while technology companies lead with 34% AI adoption, with many businesses still preparing or hesitant to integrate AI due to lack of resources;
- 22% of project managers report that AI tools are deployed and used in their organizations today;
- Only 12% of companies have adopted AI to a significant extent, and the adoption rate is much higher in technologically advanced companies (34%);
- 39% of project managers report that there are plans to deploy AI tools in their organizations;
- Companies expect to increase their investment in AI for their project management function by 32%;
- 21% of business leaders report that deploying AI tools is not in their current plans;
- 29% of project professionals feel unprepared for AI, while analytical thinking is key;
- 85% of professionals believe that on-the-job training on AI is the best way to bridge the skills gap;

- 54% believe that AI will change the way work is organized, and 53% believe it will increase project team agility.

The Association for Project Management, known as APM (2025), reports that:

- APM also found that 82% of those working on projects are using AI more often than they expected five years ago, with only 18% saying they are using it less often than expected.
- Comparative data between 2023 and 2025 also reveals growing optimism about the use of AI in business. In the latest APM survey, 62% of respondents believe that recent advances in AI will be very positive for their industry/sector, compared to just 15% in 2023.
- However, nearly half (49%) of those project professionals using AI said that technical knowledge and training were challenges they encountered, among other issues including security/data protection (44% of respondents), integration with organizational workflows (42%), and inaccuracy/untrustworthiness of using AI at work (41%).

Changes in AI adoption in key sectors according to the APM (2025) within the 2023/25 census are presented in the following table 2. The data in the table shows that between 2023 and 2025 there was an increasing rate of adoption and use of digital AI technology in project management.

Table 2: Use of AI in project management from the perspective of enterprises in different industry sectors

Industry Sector	Rok	Using AI in projects	AI Planning to adopt/apply AI	Not using or planning to introduce AI
Construction	2023	15%	23%	63%
	2025	75%	25%	0%
Engineering	2023	35%	38%	27%
	2025	73%	27%	0%
Financial Services	2023	23%	48%	28%
	2025	66%	34%	0%
Transportation	2023	36%	-	-
	2025	71%	-	-

Source: own processing according to APM (2025).

Across all of the sectors (construction, engineering, financial services, and transportation), there has been a sharp increase in the number of companies actively using AI in PM, with the largest increase in construction (from 15% to 75%). AI is becoming a must-have, with data indicating 0% non-use and no plans to implement AI in 2025 across all sectors surveyed where data is available. There has also been a decrease in planned adoption and deployment of AI, signaling that organizations have moved from planning to actual use of AI in PM.

Feshchuk (2025) from Tracy states that:

- Automation through bots can increase team productivity by 30%, especially in the context of project management.

- ML can increase the accuracy of risk prediction by 70-80%, especially in data-rich industries such as construction or IT.

3.2 Examples of integration and use of AI in project management processes

The primary integration of AI in project management processes, according to Ghimire, Sagri & Vikström (2024), is illustrated in Figure 1.

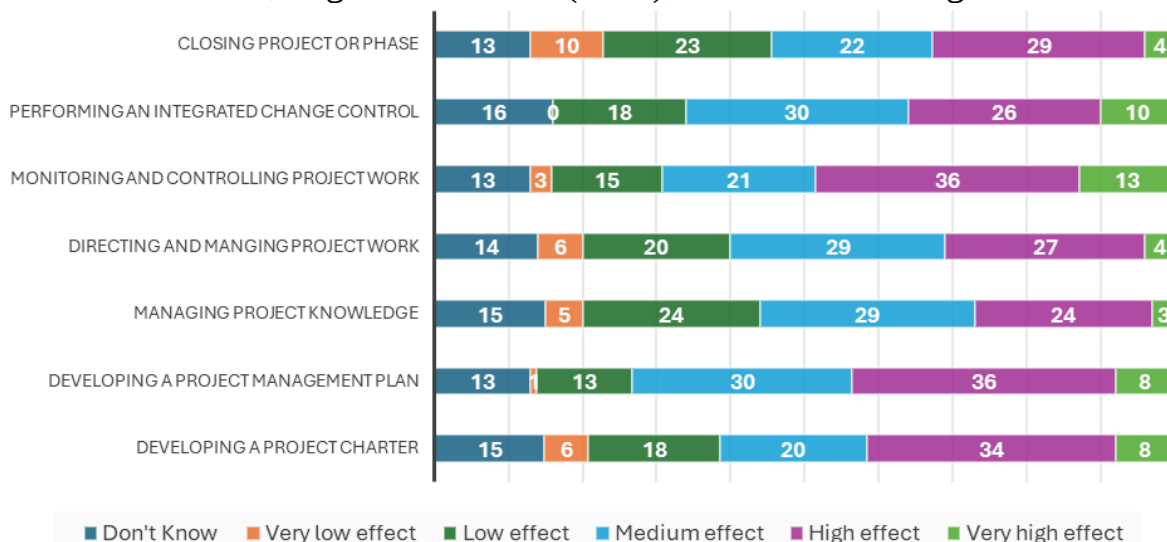


Figure 1: The Impact of Artificial Intelligence on Project Integration Management Processes, Source: Ghimire, Sagri & Vikström (2024)

The most significant effects with high and very high impact were observed in the processes: monitoring and controlling project work (49%), developing a project management plan (44%), and developing a project charter (42%). Conversely, no effect of AI on PM processes is seen in: performing an integrated change control (16%), managing project knowledge (15%), and developing a project charter (15%).

Specific examples of AI use in PM according to Nilsson (2025) from PMI are:

- AI tools are increasingly being used to monitor performance and interact with clients within project management.
- StoryLab.ai improves stakeholder management by enabling personalized communication, proactive engagement, and data-driven decision-making, thereby improving relationships.
- Similarly, itdart.com highlights the role of AI in real-time sentiment monitoring, helping project managers anticipate concerns and improve engagement for better results and efficiency.
- Key AI innovations for agile and hybrid project management in 2024 include AI-powered decision-making, automation of routine tasks, improved collaboration, predictive analytics, and integration with agile tools.

Shalwy (2025) cites examples of AI applications in enterprise PM as:

- Automation, predictive analytics, and AI-driven insights are changing the way managers allocate resources, assess risks, and lead teams.

- For example, AI tools can automatically analyze risks, allowing managers to prioritize stakeholder alignment or innovation.
- Automating repetitive work (e.g., meeting scheduling) allows managers to focus on high-impact tasks, such as resolving team conflicts or optimizing budgets.
- GenAI helps with time-consuming processes such as creating project schedules or allocating resources, allowing managers to devote 28% more effort to critical thinking and problem solving.
- Sectors such as technology and finance are among the first to use AI for tasks such as predictive analytics (e.g., predicting delays in software projects) to stay competitive.
- Technology companies (e.g., SaaS startups) are using AI to optimize resources in real time, while industries such as manufacturing are lagging behind due to outdated systems or training costs.
- For example, companies in healthcare or construction are piloting AI for risk assessment tools to improve safety and shorten the timeline of complex projects.

Desai (2025) states that:

- AI saves time by handling simple tasks such as planning, reporting, and work allocation, allowing managers to focus on larger goals.
- Improves decision-making through real-time data analysis, predictive insights, and risk detection, allowing teams to stay on top of developments.
- AI tools facilitate better communication through chatbots and intelligent assistants, keeping teams informed of current status and providing immediate responses.
- Project managers remain central – AI acts as a support system, not a replacement, and provides managers with data-driven insights.
- There are a variety of AI solutions, including chatbots, predictive analytics, and process automation tools, each tailored to the needs of a different project.
- In the future, AI in project management will include voice assistants, improved application integrations, and proactive tips to prevent problems before they arise.

According to SuperAGI (2025), enterprises can apply AI in PM in:

- Schedule planning, which creates realistic time schedules with greater accuracy based on historical data analysis;
- predictive analytics, by identifying potential delays, deviations and risk points in a project before they occur;
- automating routine tasks such as assigning tasks, sending alerts and updating project data without human intervention;
- optimizing resource allocation, where AI assigns appropriate resources to tasks based on performance indicators, availability and priority;

- increasing the accuracy of time and cost estimates, eliminating subjective biases in planning;
- supporting real-time decision-making, where AI provides recommendations based on ongoing analysis of project data;
- using natural language - Natural Language Processing (NLP) for more efficient task assignment, communication and information retrieval through chatbots;
- reducing human error rates, in some cases by up to 99.9%, which increases the reliability of planning;
- increasing the rate of successful project completion, as AI helps eliminate delays and inefficient use of resources;
- schedule planning, which creates realistic time schedules with greater accuracy based on the analysis of historical data;
- predictive analytics, by identifying potential delays and deviations.

Takyar (2025) states that enterprises can use AI in PM for:

- Task automation and scheduling: AI assigns tasks to team members based on their skills and availability, and dynamically adjusts the schedule as the project progresses.
- Decision-making: AI processes large volumes of data and provides managers with recommendations that support innovative and rapid decision-making.
- Predictive analytics for risk management: Based on historical data, AI identifies risks, reduces errors by up to 40%, and helps to adhere to the schedule.
- Resource allocation optimization: AI allocates people, materials, and equipment based on priorities, thereby reducing team overload and increasing efficiency.
- Increased productivity and efficiency: By automating routine activities (e.g., emails, notifications), it allows teams to focus on strategic tasks.
- Cost estimation and budget management: AI creates more accurate budgets based on historical data and risk scenarios, which improves financial control.
- Time tracking and performance monitoring: AI tracks team performance in real time and helps identify bottlenecks or project phases that are causing delays.
- Stakeholder sentiment analysis: NLP analyzes emails, messages, and surveys to determine the mood of stakeholders – positive, negative, or neutral.
- Document management and knowledge retrieval: AI automatically tags and sorts project documents, speeding up searches and ensuring up-to-date versions.
- Error reduction and project quality improvement: AI predicts errors before they occur and recommends corrections, increasing the quality of deliverables and schedule reliability.

- Project forecasting: Predicts completion dates, resource needs, and potential issues based on past projects.

Examples of AI in PM of selected companies in the world are given by Takyar (2025), and they are:

- Microsoft: integrates AI into its PM processes to automate repetitive tasks and improve project results by: automatically generating project schedules, identifying potential risks, and supporting effective collaboration through recommendations for solutions to project challenges.
- Google: uses AI to automate operations, analyze data patterns in Google Sheets to predict project performance, and support team communication through translation and transcription tools in Google Docs.
- Salesforce: uses AI to identify potential customers, recommend strategies for successful business closing, and in customer service, where it helps solve problems and offer solutions in real time.
- IBM: uses AI within its project management processes to automatically assess risks, generate strategies to mitigate them, and drive data-driven decision-making, which contributes to the overall optimization of project processes.

4 Discussion

The theoretical and analytical parts of this article show that AI is a key element of PM, and it can be integrated into all PM processes.

Activities where integration and use of AI in project management processes according to PRINCE2 is possible are listed in the following table 3 and represent recommendations for project managers and also for businesses in general.

Table 3: Specific examples of integrating and using AI in PM processes according to PRINCE2

PM processes according to PRINCE2	Specific integration and use of AI
Starting up a project	• Collect and analyze historical data to estimate costs and time. • Predict risks before planning begins. • Automated business case evaluation. • Design initial scenarios and alternatives using simulations. • Automated summary of stakeholder needs based on input data. • Identify project goals using NLP analysis of documents and communications.
Directing a project	• Process data, provide insights and recommendations for strategic decisions in real time. • Use chatbots and assistants for ongoing communication with the project board. • Automatically generate decision-making dashboards/reports. • Predict the impact of changes in scope, cost, or schedule.

	• Simulate alternative scenarios based on data. • Support adaptive decision-making when unexpected events occur. • Analyze stakeholder sentiment for better feedback.
Initiating a project	• Generating a business case through predictive data analysis. • Predictive modeling of possible project development scenarios. • Identifying key risks, their financial impacts and proposing strategies to mitigate them. • Generating a draft schedule and budget based on historical data. • Estimating costs, resources and time based on similar projects. • Designing a project plan and allocating resources according to priorities. • Automated processing of project documentation.
Controlling a stage	• Real-time monitoring of team performance and task progress. • Creating automated reports and alerts on performance, fluctuations, delays or budget overruns. • Continuous risk analysis and suggestions for corrections. • Stakeholder sentiment analysis (NLP – email, message and feedback analysis). • Generating dashboards and visualizations of stage performance.
Managing product delivery	• Automate task assignment based on skills and availability. • Use chatbots and virtual assistants for team communication. • Control the quality of outputs using AI systems. • Predictive planning of product delivery dates. • Reduce error rates during product handover. • Optimize resource allocation and workflows. • Track task completion and their interdependencies. • Automate the creation of reports on the status of deliveries. • Automate reminders and notifications for teams.
Managing a stage boundary	• Create success analysis and predictive reports on the progress of the phase/next stage. • Automatically evaluate the performance of the previous phase. • Generate recommendations for decision support - whether to continue, modify or terminate. • Create overview reports for the project board. • Automate updating plans based on findings from the previous stage.
Closing a project	• Generating final reports, final reports and other documents. • Analyzing project success and deviations. • Using NLP (Natural Language Processing) to process feedback. • Knowledge management - storing and sorting documentation for future use. • Automatic evaluation of KPIs and project success. • Analyzing "lessons learned" using NLP from team communication. • Archiving project documentation using AI search and categorization. • Identifying success/failure factors for future projects.

Source: own processing.

The key challenges in AI adoption for enterprises identified by PMI in 2025 are:

- Lack of skilled professionals capable of implementing and managing AI solutions.

- Leadership trust and organizational resistance to AI adoption, as leadership hesitation and internal resistance slow down the pace of change in organizations.
- Limited impact on soft skills areas, where AI has difficulty addressing aspects such as stakeholder management.
- Slower adoption of AI in agile and hybrid methodologies, indicating the need for AI solutions tailored to these approaches.
- Early maturity of AI in project management: The technological maturity of AI in the field limits its wider implementation.

Although there are challenges in integrating AI in PM that discourage enterprises, the benefits outweigh them. The benefits of AI in PM are pointed out by Shoushtari, Daghighi & Ghafourian (2024) and they are divided into: improved project planning, real-time project monitoring & alerts, enhanced efficiency, improved communication & collaboration, improved risk management, predictive analytics, better decision-making. SuperAGI (2025) states that companies that implement AI have advantages in: increasing productivity, reducing human error, accelerating schedule planning, increasing the accuracy of time estimates, better allocation and utilization of resources, increasing the rate of successful completion of projects, better support for real-time decision-making, increasing ROI and reducing costs. Shalwa (2025) states that AI fundamentally changes the responsibilities of project managers by reducing the burden of administrative tasks and increasing their focus on strategic decision-making; streamlining processes, improving decision-making and optimizing team performance. This is also supported by the following statistics from Shalwa (2025):

- 41% of experts report significant improvements in project execution since adopting AI-based tools and techniques.
- AI streamlines workflows – for example, automating resource allocation in manufacturing projects reduces delays by 20%, ensuring on-time delivery.
- 75% of experts say that complex projects are very or extremely likely to benefit from AI compared to simple projects.
- In software development, AI predicts coding bottlenecks early, allowing teams to reallocate developers and avoid costly delays in multi-phase projects.
- Large Language Models (LLMs) help the least experienced employees the most. Research shows that less experienced employees showed a 43% performance improvement when using LLMs, compared to only a 17% improvement for more experienced employees.
- Young analysts using LLMs can produce client-ready reports in half the time, closing skills gaps and accelerating their contribution to high-stakes projects.

According to APM (2025), the benefits of AI in PM, according to project professionals using AI (statistics in parentheses represent the share of project professionals):

- task and planning automation (50%),
- resource allocation (50%),
- risk analysis and forecasting (50%),
- reporting and dashboarding (49%),
- stakeholder communication (43%).

APM (2025) also points out the positive impacts that project professionals most expect from AI are (values in parentheses represent the share of project professionals):

- freeing up time for project professionals to work on more strategic areas of work by completing administrative tasks (49%),
- performing more accurate data analysis (43%),
- performing decision support (42%),
- producing more consistent and/or timely reports (40%).

Conclusion

Project management is an integral part of management practice and is a key factor for successful business in a modern environment. In today's dynamic business environment and the current era of Industry 4.0, project management has become an indispensable tool for effective change and innovation management in all types of businesses, regardless of size and focus. PM is defined by PMI as the application of knowledge, skills, tools, and techniques to project activities to meet project requirements.

Given that Industry 4.0 is causing transformative changes in businesses related to the integration of Artificial Intelligence (AI) into business processes - including project management processes. AI has become a disruptive technology that fundamentally changes the way projects are planned, implemented, and monitored. The theoretical basis in this scientific article confirmed the important, multifaceted, and interdisciplinary role of AI in PM, which has also been confirmed in practice.

The analysis of the literature and available data confirmed that AI can be applied in all processes according to the PRINCE2 methodology – from the Starting up a project phase to Closing a project. AI has the greatest benefit in the Controlling a stage and Managing product delivery processes, where it enables automated performance monitoring, report generation and predictive risk analysis. On the contrary, a lower but still significant effect is seen in the Managing a stage boundary and Closing a project processes, where AI facilitates the evaluation of results and the summarization of experiences. These findings correspond with several scientists who point to the growing importance of AI for the control and decision-making phases of projects. The results of the studies

show that although up to 80% of project management tasks will be automated by 2030, only approximately 22% of organizations have fully integrated AI so far. The main obstacles include the lack of qualified experts, poor management readiness and concerns about the credibility of AI outputs. Despite these barriers, it is expected that with the continued technological advancement and the increasing availability of AI tools, its adoption in enterprises will grow rapidly.

Companies should not perceive AI as a replacement for the project manager, but as a support system for qualified decision-making, planning and streamlining of processes. Key recommendations include defining the use of AI in PM processes (listed in Table 3) and in addition, companies should:

- create internal strategies and ethical frameworks for the use of AI;
- invest in the education and development of AI competencies of project managers;
- strengthen collaboration between IT departments and project teams;
- systematically evaluate the benefits and risks of implementing AI in all phases of the project.

The research gaps identified in the introduction were filled as follows:

- a systematic map of AI integration according to the PRINCE2 processes was created, which eliminated the lack of a methodological framework;
- the research contributed to understanding the changing skills of project managers needed to work with AI;
- the missing knowledge about the adoption rate of AI in practice was filled.

This fulfilled the key research objectives and expanded knowledge about the opportunities and challenges of integrating AI in project management.

Acknowledgements

This scientific article is a partial output of the projects: VEGA 1/0614/23 entitled “Companies' readiness for the challenges associated with Industry 4.0 from the perspective of business processes and process management” & Internal grant scheme of FM UK - IGS1_2025_005 entitled “Digital technologies in small and medium-sized enterprises”.

Literature

- [1] Abaneme, O. G., Ezenwaka, C., Popoola, R., Soetan, O., Obajaja, H. A., & Umah, E. (2025). Augmented project management: Exploring the role of AI tools in decision-making and Resource Optimisation. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, 19(7), 258–271. <https://doi.org/10.9734/ajarr/2025/v19i71097>

- [2] Almeida, P. M., Fernandes, G., & Santos, J. M. R. C. A. (2025). Artificial Intelligence Tools for Project Management: A knowledge-based perspective. *Project Leadership and Society*, 6, 100196. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2025.100196>
- [3] APM. (2025). *AI use in project management nearly doubles in just two years, APM Survey finds*. <https://www.apm.org.uk/news/ai-use-in-project-management-nearly-doubles-in-just-two-years-apm-survey-finds/>
- [4] Bilous, S., Zachosova, N., & Tupchii, H. (2025). Systemic application of security-oriented project management methodology for the organisation and implementation of scientific research in economics and management. *Економіка Розвитку Систем*, 7(1), 136–143. <https://doi.org/10.32782/2707-8019/2025-1-17>
- [5] Can Yeten, Z. (2024). Project Management and intellectual property rights: Strategic approaches. *Orclever Proceedings of Research and Development*, 4(1), 43–51. <https://doi.org/10.56038/oprd.v4i1.443>
- [6] Chkhaidze, I. (2023). Reasons, challenges and strategies for implementing agile in today's unpredictable environment. *Innovative Economics and Management*, 10(2), 72–86. <https://doi.org/10.46361/2449-2604.10.2.2023.72-86>
- [7] Dechange, A. (2025). Project Management Fundamentals. *Project Management*, 1–45. https://doi.org/10.1007/978-3-662-71462-1_1
- [8] Desai, S. (2025, June 9). *AI for Project Management*. EDUCBA. <https://www.educba.com/ai-for-project-management/>
- [9] Frigenti, E., & Comminos, D. (2002). The Practice of Project Management: A Guide to the Business-focused Approach. *Kogan Page Publishers*, 356.
- [10] Ghimire, S., Sagri, G., & Vikström, T. (2024, September 26). *The role of Artificial Intelligence in project management*. Energiaa online newspaper. <https://energiaa.vamk.fi/en/articles/future/the-role-of-artificial-intelligence-in-project-management/>
- [11] Gray, C. F. (2018). Project management : the managerial process. *McGraw-Hill Education*.
- [12] Hornstein, H. A. (2015). The integration of Project Management and Organizational Change Management is now a necessity. *International Journal of Project Management*, 33(2), 291–298. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.08.005>

- [13] Hughes, L., Mavi, R. K., Aghajani, M., Fitzpatrick, K., Gunaratnege, S. M., Shekarabi, S. A., Hughes, R., Khanfar, A., Khatavakhotan, A., Mavi, N. K., Li, K., Mahmoud, M., Malik, T., Mutasa, S., Nafar, F., Yates, R., Alahmad, R., Jeon, I., & Dwivedi, Y. K. (2025). Impact of artificial intelligence on project management (PM): Multi-expert Perspectives on advancing knowledge and driving innovation toward PM2030. *Journal of Innovation & Knowledge*, 10(5), 100772. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100772>
- [14] Hussain, T., Rashid, T., & Abbas, M. (2023). Present role of Artificial Intelligence in Software Project Management and in the future. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4546139>
- [15] Jasim, H. M. (2024). Improving Industrial Project Management and employee performance through management by objectives. *The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research*, 6(10), 55–61. <https://doi.org/10.37547/tajiir/volume06issue10-06>
- [16] Leong, J., May Yee, K., Baitsegi, O., Palanisamy, L., & Ramasamy, R. K. (2023). Hybrid project management between Traditional Software Development Lifecycle and agile based product development for future sustainability. *Sustainability*, 15(2), 1121. <https://doi.org/10.3390/su15021121>
- [17] Locatelli, G., Ika, L., Drouin, N., Müller, R., Huemann, M., Söderlund, J., Geraldi, J., & Clegg, S. (2023). A manifesto for Project Management Research. *European Management Review*, 20(1), 3–17. <https://doi.org/10.1111/emre.12568>
- [18] Nenni, M. E., De Felice, F., De Luca, C., & Forcina, A. (2024a). How artificial intelligence will transform project management in the age of Digitization: A Systematic Literature Review. *Management Review Quarterly*, 75(2), 1669–1716. <https://doi.org/10.1007/s11301-024-00418-z>
- [19] Nenni, M. E., De Felice, F., De Luca, C., & Forcina, A. (2024b). How artificial intelligence will transform project management in the age of Digitization: A Systematic Literature Review. *Management Review Quarterly*, 75(2), 1669–1716. <https://doi.org/10.1007/s11301-024-00418-z>
- [20] Nilsson, M. (2025). *The AI in Project Management Global Report: 1 Year Later, 2025 and Beyond*. PMI. https://www.projectmanagement.com/articles/1049056/the-ai-in-project-management-global-report--1-year-later--2025-and-beyond#_
- [21] Obeidat, M. S., Alhulayil, A., All, E. A., & Dweiri, F. (2024). A proposed framework for improving the quality and profitability of industrial projects using the PRINCE2 methodology. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 43(3), 350–370. <https://doi.org/10.1504/ijpqm.2024.142310>

- [22] Ogbaka, A. (2025). A Framework for Effective Project Management In Remote Teams: Tools, Techniques, And Best Practices for Success . *IRE Journals (Iconic Research and Engineering Journals)*, 9(4).
- [23] Okeke, G. N., OBIORAH, C. A., Ugah, T. A., Ali, S. E., Ukandu, O., Agbakhamen, C. O., Nesiana, O., Okoro, P. O., Babatope, C. O., & Akabueze, E. A. (2025). The Fundamental Principles, Methodologies, Challenges, and Best Practices of Project Management. *International Journal of Business & Law Research*, 13(4), 56–69. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17268248>
- [24] Olsson, R. (2007). In Search of Opportunity Management: Is the risk management process enough? *International Journal of Project Management*, 25(8), 745–752. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.03.005>
- [25] PeopleCert. (2025). PRINCE2 ProjectManagement PRT LW EN v.7.2. *PeopleCert*.
- [26] PMI. (2024). Artificial Intelligence and Project Management A Global Chapter-Led Survey 2024.
- [27] PMI. (2025). Artificial Intelligence in project management | PMI. <https://www.pmi.org/learning/ai-in-project-management>
- [28] Rahman, M. S., & Ahmed, E. (2024). Integrating Prince2 and agile methodologies in software development: Unveiling opportunities and addressing challenges. *2024 International Conference on Electrical, Communication and Computer Engineering (ICECCE)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/icecce63537.2024.10823492>
- [29] Raja, V. (2025). Artificial Intelligence and machine learning in project management: A conceptual framework for future integration. *Journal of Business and Management Studies*, 7(5), 45–52. <https://doi.org/10.32996/jbms.2025.7.5.4>
- [30] Savio, R. D., & Ali, J. M. (2023). Artificial Intelligence in Project Management & Its Future. *Saudi Journal of Engineering and Technology*, 8(10), 244–248. <https://doi.org/10.36348/sjet.2023.v08i10.002>
- [31] Shahi, A., & Ud Din, F. (2025). Finding the right balance between PMI/Prince2 and agile in the healthcare sector: Challenges and trends. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 237–250. https://doi.org/10.1007/978-981-96-9242-2_18
- [32] Shalwa. (2025, April 9). *Ai in Project Management: 2025 trends, stats, and Future Outlook*. AI in Project Management: 2025 Trends, Stats, and Future Outlook. <https://artsmart.ai/blog/ai-in-project-management-statistics/>

- [33] Shoushtari, F., Daghighi, A., & Ghafourian, E. (2024). Application of Artificial Intelligence in Project Management. *International Journal of Industrial Engineering and Operational Research*, 6(2), 49–63. <https://doi.org/10.22034/ijieor.v6i2.89>
- [34] The standard for Project Management and A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide). (2025). . Project Management Institute.
- [35] SuperAGI. (2025, June 30). *Ai Vs Traditional Project Management: A comparative analysis of scheduling efficiency in 2025*. <https://superagi.com/ai-vs-traditional-project-management-a-comparative-analysis-of-scheduling-efficiency-in-2025/>
- [36] Takagi, N., Varajão, J., Ventura, T., Ubialli, D., & Silva, T. (2024). Managing success criteria and success factors in a BPM project: An approach using PRINCE2 and success management on the Public Sector. *Cogent Business & Management*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2336273>
- [37] Takyar, A. (2025, March 5). *AI in Project Management: Use Cases, benefits, techniques, solution and implementation*. LeewayHertz. <https://www.leewayhertz.com/ai-in-project-management/#Future-trends-of-AI-in-project-management>
- [38] Tracy. (2025). *How AI is Changing Project Management in 2025: 5 key trends*. Project Management Trends in 2025: AI, Collaborative Management, and More | Tracy. <https://tra.cy/en/blog/how-ai-is-changing-project-management-in-2025-5-key-trends>
- [39] Venczel, T. B., Berényi, L., & Hriczó, K. (2021). Project Management Success Factors. *Journal of Physics: Conference Series*, 1935(1), 012005. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1935/1/012005>
- [40] Vergara, D., del Bosque, A., Lampropoulos, G., & Fernández-Arias, P. (2025). Trends and applications of Artificial Intelligence in project management. *Electronics*, 14(4), 800. <https://doi.org/10.3390/electronics14040800>
- [41] WOLNIAK, R. (2022). Project Management in Engineering. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*, 2022(157), 685–698. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2022.157.44>
- [42] Younes, M. (2024). PROJECT RISK ANALYSIS AND MANAGEMENT. Politecnico Di Torino, Corso Di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (Engineering And Management).

GLOBALNE HODNOTENIE VÝZNAMNOSTI PREMENNÝCH V MODELI XGBoost¹

GLOBAL FEATURE IMPORTANCE EVALUATION IN XGBoost MODELS

Andrej BEDNAŘÍK¹

Abstrakt:

V tomto príspevku predstavujeme systematickú analýzu významnosti vstupných premenných v regresnom modeli využívajúcom algoritmus XGBoost, pričom model bol dopredu optimalizovaný s ohľadom na hyperparametre. Cieľom práce je preskúmať, ako upravené nastavenia modelu (napr. počet stromov, hĺbka, mierka vzorkovania) ovplyvnia poradie a hodnoty významnosti premenných konkrétne metriky *Gain* a *Weight*. Výsledky sú kvantifikované pomocou vizualizácií, ktoré ukazujú aké premenné zohrávajú rozhodujúcu rolu vo finálnom modeli a ako robustný je ich príspevok voči zmene parametrov. Zistenia sú zároveň využiteľné aj vo výučbe predmetov *Neživotné poistenie* a *Aktuárske prediktívne modely* ako praktická ukážka vplyvu optimalizácie hyperparametrov na interpretáciu významnosti premenných.

Kľúčové slová:

XGBoost, významnosť premenných, hyper-parametre, Gain, Weight, interpretovateľnosť modelu

Úvod

Algoritmus XGBoost (eXtreme Gradient Boosting) sa za posledné roky stal jedným z najvýkonnejších a najčastejšie používaných nástrojov v oblasti strojového učenia pre tabuľkové dáta vďaka svojej schopnosti zachytiť nelineárne vzťahy, zvládať interakcie premenných a zároveň poskytovať robustnú generalizáciu (Chen & Guestrin, 2016). V mnohých aplikáciách, obzvlášť v oblasti finančnej či zdravotníckej predikcie, však nestačí, aby model dosiahol len vysokú presnosť – čoraz dôležitejšie sa stáva porozumenie tomu, *prečo* model prijíma rozhodnutia a *aké* vstupné premenné prispievajú k predikcii (Lundberg & Lee, 2017). Hodnotenie významnosti vstupných premenných (feature-importance) je jednou z kľúčových ciest k zvýšeniu transparentnosti modelov založených na strojovom učení. V prípade XGBoost sú k dispozícii vstavané metriky ako *gain*, *weight* či *cover*, ktoré poskytujú globálny prehľad o tom, ktoré

¹ Ing. ANDREJ BEDNAŘÍK, Katedra matematiky a aktuárstva, Fakulta hospodárskej informatiky, Ekonomická univerzita v Bratislave, andrej.bednarik@euba.sk.

premenné boli v procese učenia modelom najčastejšie vybrané, aký prínos mali pri rozdeleniach alebo aký rozsah dát rozdelili (Demirtürk et al., 2025). Napriek tomu sa v literatúre opakovane objavuje upozornenie, že tieto metriky nemusia byť stabilné alebo robustné v kontexte rôznych nastavení modelu či zmien v dátach. Poradie významnosti sa môže meniť v závislosti od hyperparametrov modelu, voľby tréningovej množiny či predspracovania (Lai, Cai & Tan, 2019). Kľúčovým faktorom, ktorý výrazne ovplyvňuje správanie modelu je editovanie hyper-parametrov ako napríklad počet stromov (`n_estimators`), hĺbka stromov (`max_depth`), miera učenia (`learning_rate`), pod-výber riadkov (`subsample`) či pod-výber stĺpcov (`colsample_bytree`). Optimalizácia týchto hyper-parametrov môže zásadne zmeniť štruktúru generovaného modelu, vnútorné rozdelenia stromov a tým aj spôsob, akým model vstupné premenné využíva. Použitie optimalizácie hyper-parametrov v modeli XGBoost nielen zlepšuje výkonnosť ale zároveň stabilizuje ranking premenných v hodnotení ich významnosti. Z tohto vyplýva, že interpretácia významnosti premenných má najväčšiu hodnotu vtedy, keď vychádza z modelu, ktorý bol už plne optimalizovaný z pohľadu výkonu a generalizácie teda z modelu, ku ktorému máme „dôveru“, že reprezentuje konečné rozhodovacie pravidlá (Wang & Ni, 2019). Ak by sme hodnotili významnosť premenných na modeli s predvolenými alebo len čiastočne doladenými hyperparametrami, poradie premenných či ich dopady môžu byť nepresné alebo zavádzajúce. Takýto prístup podporujú aj výskumy stabilnosti prediktívnych modelov, ktoré ukazujú, že bez adekvátnej optimalizácie hyperparametrov nemusí byť ranking premenných spoľahlivý (Meaney et al., 2025). Cieľom tohto príspevku je preto systematicky preskúmať významnosť vstupných premenných v regresnom modeli XGBoost pred a po optimalizácii hyperparametrov s použitím metrík *gain*, *weight*.

1 Významnosť vstupných premenných

V súčasnosti rastie v oblasti strojového učenia a najmä pri modeloch založených na „ensemble“ stromoch ako XGBoost, je dôležité pochopenie toho, ktoré vstupné premenné najviac prispievajú k výsledkom modelu. Jednou z najpoužívanějších techník je výpočet tzv. „feature importance“ teda hodnotenie relatívnej dôležitosti jednotlivých premenných vzhľadom na celý model. V rámci XGBoost sú manažované dve základné globálne metriky: „weight“ (niekedy označované ako „frequency“ alebo „split count“) a „gain“. „Weight“ udáva koľkokrát bola konkrétna premenná použitá na rozdelení (split) v stromoch modelu čím častejšie sa premenná objavuje tým vyššia bude jej hodnota „weight“. Na druhej strane „gain“ meria priemerné zlepšenie (napr. zníženie chyby či straty), ktoré nastalo pri použití danej premennej na rozdelení ak premenná výrazne prispieva k lepšej predikcii, dosiahne vyšší „gain“. Obe metriky poskytujú *globálny* pohľad na váhu premenných voči celému modelu, no ich interpretácia si vyžaduje opatrnosť. Napríklad premenná s veľmi vysokým

„weight“ nemusí byť nutne najvýraznejším prediktorom. Takáto premenná môže byť často využívaná len kvôli štruktúre stromov zatiaľ čo premenná s menej častým výskytom (nižší „weight“) ale vysokým „gain“ môže byť pre model rozhodujúca. Taktiež je dôležité uvedomiť si potenciálne skreslenia týchto metrík napríklad ich citlivosť na premenné s vysokou kardinálnosťou alebo na interakcie medzi premennými, ktoré tieto jednoduché metriky nedokážu plne zachytiť (Zhang, Zhang & Li, 2023). Z toho vyplýva odporúčanie, že hoci klasické hodnotenie významnosti premenných poskytuje cenný orientačný vstup pri výbere premenných alebo pri interpretácii modelu, jeho aplikácia by mala byť sprevádzaná porozumením jeho limitácií a ideálne doplnená až pokročilejšími či robustnejšími metódami interpretácie.

2 Trénovanie modelu

V rámci experimentu používame algoritmus XGBoost (eXtreme Gradient Boosting) na regresnú úlohu predikcie nákladov na zdravotné poistenie (cieľová premenná *charges*) na základe demografických a životných charakteristík poistencov. Dáta sú rozdelené na tréningovú a nezávislú testovaciu množinu v pomere 80% : 20%, čo umožňuje objektívne hodnotenie generalizačnej schopnosti modelu. Implementácia prebieha v programovacom jazyku Python, s využitím knižníc ako *pandas* pre spracovanie dát, *scikit-learn* na delenie a vyhodnotenie dát a modul *XGBRegressor* z XGBoost na samotný tréning modelu. Dataset obsahuje 1 338 záznamov a 7 atribútov:

- age (vek) – numerická premenná;
- sex (pohlavie) – kategorizovaná premenná (muž/žena);
- bmi (Body Mass Index) – kontinuálna numerická premenná;
- children (počet detí) – počet závislých detí poistenca;
- smoker (fajčiar) – binárna kategorizovaná premenná (áno/nie);
- region (región) – kategorizovaná premenná s hodnotami northeast, northwest, southeast, southwest;
- charges (náklady na zdravotné poistenie) – cieľová premenná.

Pred tréningom prebehne pedspracovanie: kategorizované premenné („sex“, „smoker“, „region“) sú prevedené na one-hot kódovanie, čím zabezpečíme ich použiteľnosť v rámci stromových algoritmov; zároveň sa odstránia prípadné nekonečné či chýbajúce hodnoty. Následne sú dáta rozdelené s pevne nastaveným parametrom `random_state` pre zabezpečenie reprodukovateľnosti.

2.1 Hyperparametre v XGBoost a ich význam

V kontexte strojového učenia sa hyperparametre chápu ako vstupné konfiguračné hodnoty, ktoré používateľ nastavuje pred samotným tréningom modelu, a ktoré nie sú učené z dát (na rozdiel od parametrov, ako váhy modelu)

.Ide o nastavenia, ktoré ovplyvňujú proces učenia napríklad mieru učenia počet základných modelov či štruktúru stromov a má na ne významný vplyv rovnako tak na výkonnosť a generalizáciu modelu. V rámci algoritmu XGBoost (eXtreme Gradient Boosting) patrí medzi najčastejšie doladované hyperparametre:

- **n_estimators** – počet vytvorených rozhodovacích stromov (boostingových kôl), ktorý ovplyvňuje celkovú kapacitu modelu.
- **max_depth** – maximálna hĺbka každého stromu, ktorou sa riadi mieru zložitosti stromovej štruktúry.
- **learning_rate** – koeficient, ktorý znižuje príspevok každého nového stromu k celkovému modelu čím pomáha kontrolovať rýchlosť učenia a znižovať riziko preučovania.
- **subsample** – pomer vzoriek (riadkov) výcvikovej množiny, ktorý sa použije pri každom strome čím sa zvyšuje robustnosť voči zovšeobecneniu.
- **colsample_bytree** – pomer stĺpcov (prediktorov), ktoré sa náhodne vyberú pre stavbu každého stromu čo môže znížiť korelácie medzi stromami a zlepšiť generalizáciu.
- **reg_lambda** – L2 regularizačný koeficient, ktorý pomáha penalizovať veľmi komplexné modely a znížiť preučenie.

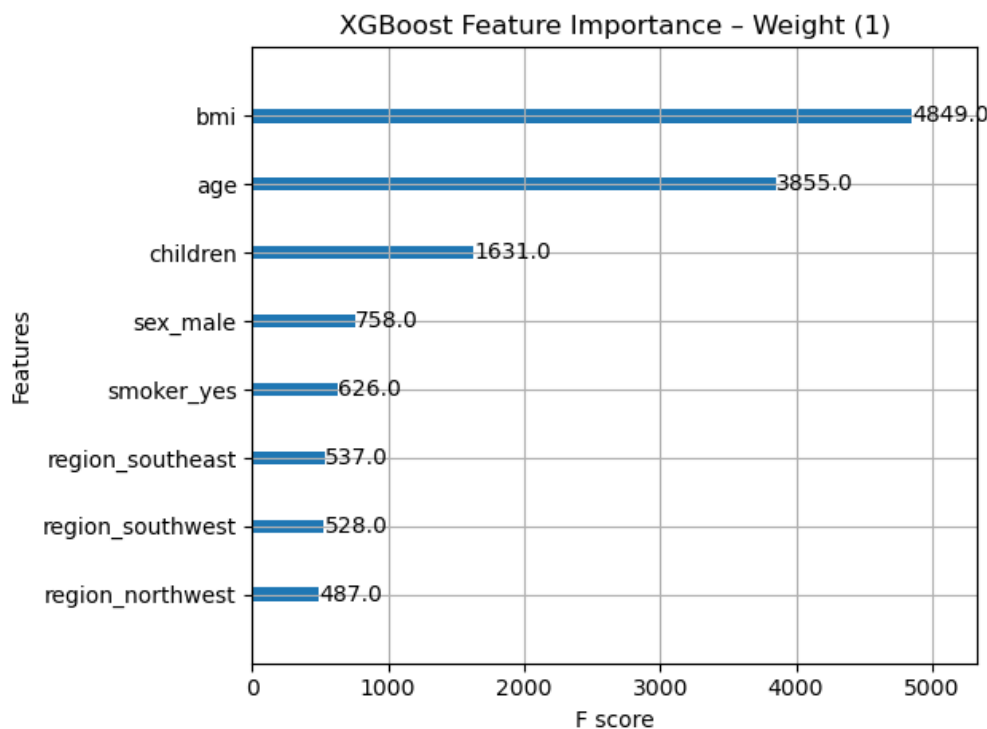
Tieto hyperparametre významne ovplyvňujú štruktúru a rozhodovacie pravidlá finálneho modelu a teda aj to ako a kedy vstupné premenné budú použité v rozhodovacích stromoch a ako sa následne budú hodnotiť metriky významnosti premenných (napr. „Gain“, „Weight“) v konečnej analýze. Preto je kriticky dôležité aby analýza významnosti premenných nasledovala až po dôkladnej optimalizácii hyperparametrov a získaní modelu, ktorého výkon a generalizáciu považujeme za uspokojivé.

Pre modelovanie zvážime tri rôzne kombinácie hyperparametrov:

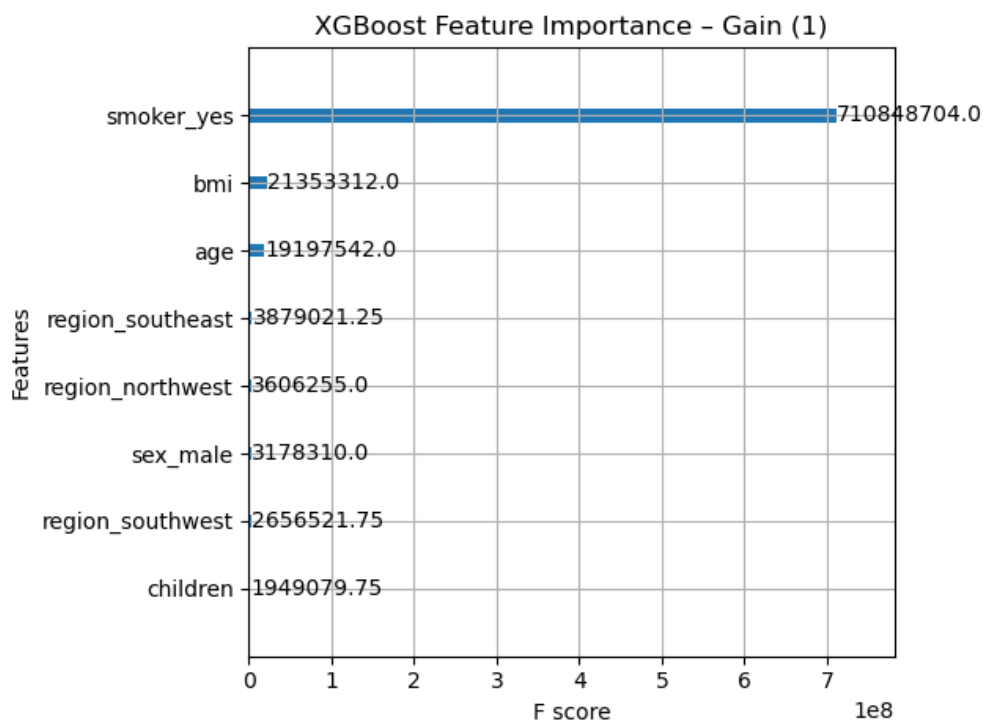
1. `n_estimators = 300, max_depth = 6, learning_rate = 0.1, subsample = 0.8, colsample_bytree = 0.8, reg_lambda = 1.0;`
2. `n_estimators = 500, max_depth = 8, learning_rate = 0.05, subsample = 0.7, colsample_bytree = 0.7, reg_lambda = 0.5;`
3. `n_estimators = 200, max_depth = 4, learning_rate = 0.2, subsample = 0.9, colsample_bytree = 0.9, reg_lambda = 2.0.`

Po natrénovaní každej konfigurácie modelu hodnotíme jeho výkon pomocou metrík RMSE (root mean squared error).

3 Porovnanie výkonnosti modelov a významnosti ich premenných premenných

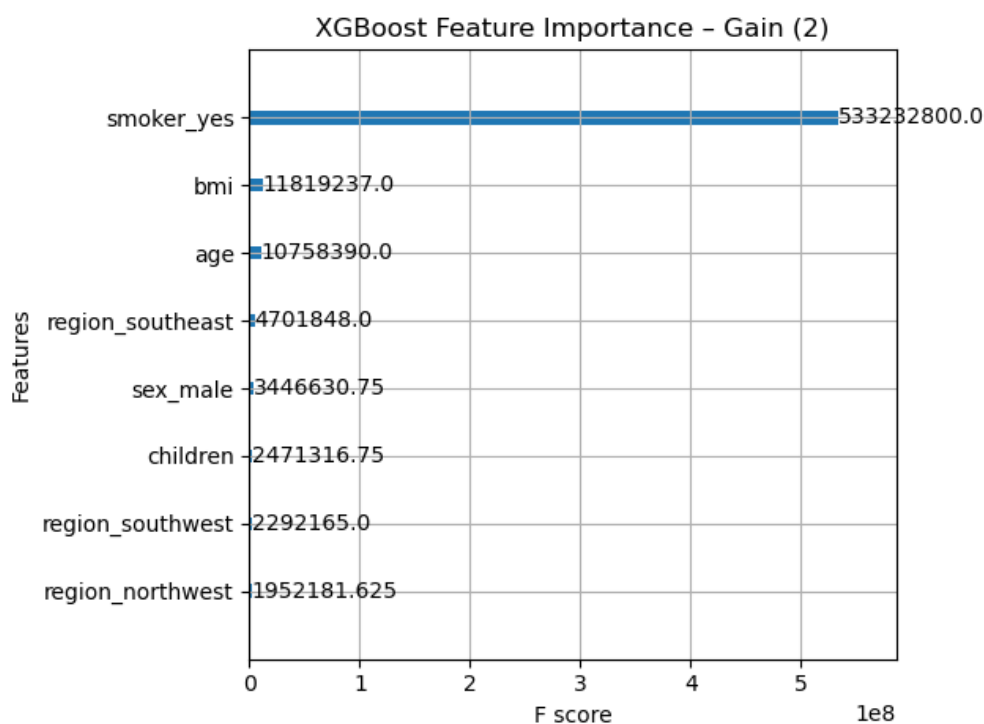


Obr. 1: Graf Feature importance Weight(1), Vlastné spracovanie

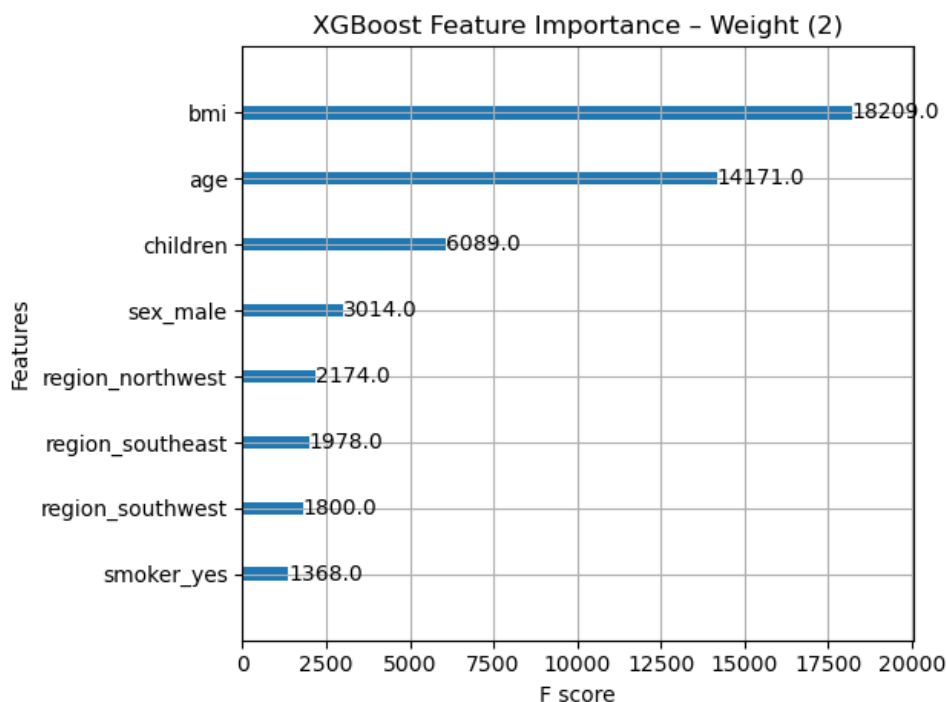


Obr. 2: Graf Feature importance Gain(1), Vlastné spracovanie

Na obrázkoch 1 a 2 sú vykreslené dve grafy metrik hodnotenia významnosti premenných pre model s nastavením hyperparametrov prvej konfigurácie pri ktorom dosiahol RMSE $\approx 1547,94$. Graf „Weight“ ukazuje, že premenná bmi má z hľadiska frekvencie použitia vo všetkých stromoch modelu najvyššiu hodnotu (≈ 4849 rozdelení). Druhá najčastejšie využívaná premenná je age (≈ 3855 rozdelení). Ostatné premenné ako children, sex_male, smoker_yes, region majú výrazne nižšie hodnoty. Vyššia „weight“ naznačuje, že model často využíval tieto premenné pri rozdelení dát čo svedčí o ich opakovanej úlohe v štruktúre modelu. Graf „Gain“ zasa odhaľuje, že z pohľadu priemerného zlepšenia výkonu modelu po rozdelení podľa danej premennej je najvýraznejšia premenná smoker_yes (hodnota $\approx 7,108 \times 10^8$), následne bmi ($\approx 2,135 \times 10^7$) a age ($\approx 1,920 \times 10^7$). Z tohto pohľadu teda model pri použití premenných ako smoker_yes získava najväčšie zníženie chybovosti. Zaujímavé je, že hoci smoker_yes má v grafe „Weight“ pomerne nízku hodnotu (≈ 626) v grafe „Gain“ má najvyššiu váhu čo znamená, že model túto premennú používal menej často ale keď ju použil mala výrazný prínos k výkonu.



Obr. 3: Graf Feature importance Gain(2), Vlastné spracovanie

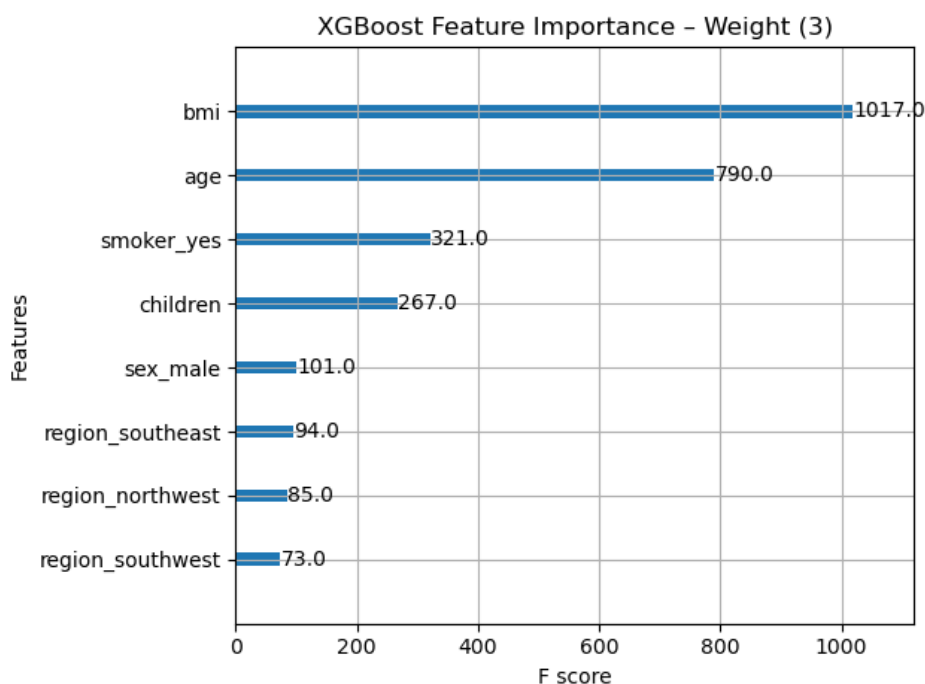


Obr. 4: Graf Feature importance Weight(2), Vlastné spracovanie

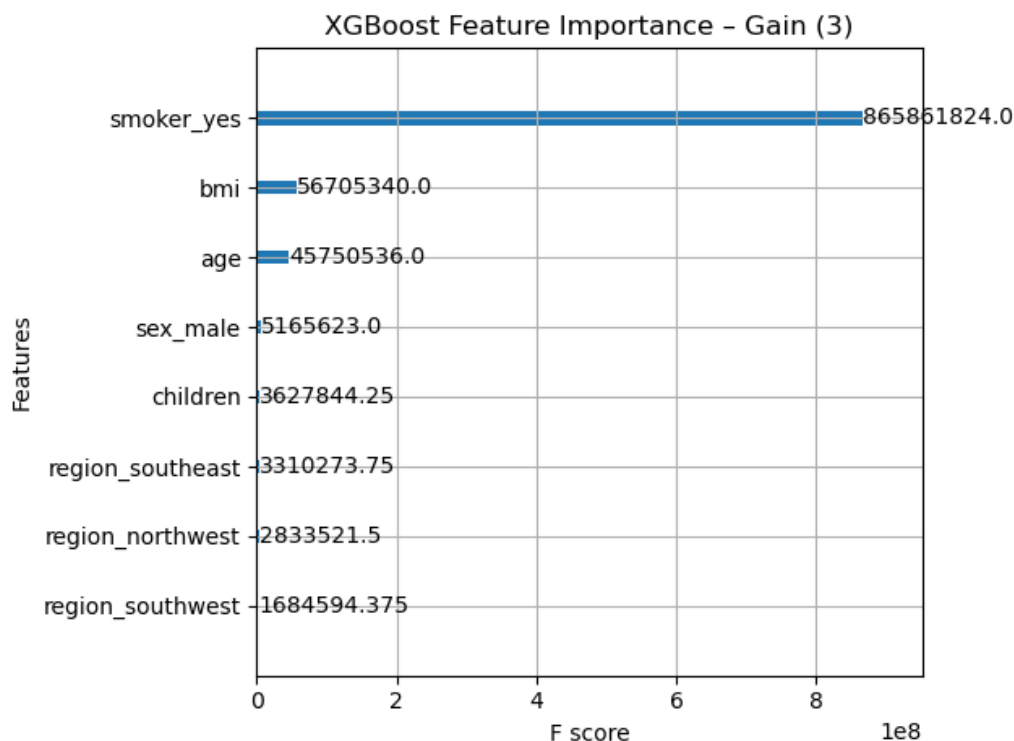
V prípade druhej konfigurácie hyperparametrov modelu XGBoost sa objavujú zaujímavé posuny v porovnaní s prvou konfiguráciou predikcie nákladov na zdravotné poistenie. Na grafe „Gain (2)“ obrázok 3 vidíme, že premenná smoker_yes stále ostáva dominantná z pohľadu priemerného príspevku k zlepšeniu predikcie – približne 5.33×10^8 , zatiaľ čo hodnoty pre bmi ($\sim 1.18 \times 10^7$) a age ($\sim 1.08 \times 10^7$) sa znížili oproti pôvodnému nastaveniu. Na grafe zobrazenom na obrázku 4 „Weight (2)“ vidíme, že sa bmi znova presadila ako najčastejšie používaná premenná ($\approx 18\,209$ splitov) a následne age ($\sim 14\,171$), pričom smoker_yes už má relatívne nízku frekvenciu ($\sim 1\,368$), teda bola použitá omnoho menej často v stromoch, hoci jej gain pozostáva vysoký. Dosiahnuté RMSE ~ 2000.82 indikuje, že táto konfigurácia modelu má nižšiu prediktívnu presnosť (vyššiu chybu) než prvý prípad (1547.94). Vyššia chyba môže súvisieť s tým, že model s touto konfiguráciou buď neoptimalizoval vhodne hyperparametre alebo bol menej schopný zachytiť štruktúru dát. Z oblasti významnosti to znamená: ak výkon modelu nie je uspokojivý, potom poradie a hodnoty metrik „Gain“ a „Weight“ majú nižšiu spoľahlivosť pre interpretáciu.

Pri tretej konfigurácii hyperparametrov modelu XGBoost dochádza k výraznejšiemu preskupeniu v poradí aj hodnotách významnosti vstupných premenných než v predchádzajúcich prípadoch. Na grafoch zobrazených na obrázku 5 a 6 pre metódu „Weight“ je dominantná premenná bmi s frekvenciou použití približne 1 017 splitov nasledovaná premennou age (~ 790 splitov). Premenná smoker_yes má v tejto konfigurácii iba ~ 321 použití pri rozdelení teda je pomerne zriedkavo využívaná vnútorne modelom. Naopak v grafe „Gain“ sa znova výrazne presadzuje smoker_yes s hodnotou $\sim 8,658 \times 10^8$

a hoci sa využíva menej často vždy prináša významné zlepšenie predikcie. Premenné bmi ($\sim 5,67 \times 10^7$) a age ($\sim 4,58 \times 10^7$) majú podstatne menší príspevok podľa metriky „Gain“.



Obr. 5: Graf Feature importance Weight(3), Vlastné spracovanie



Obr. 6: Graf Feature importance Gain(3), Vlastné spracovanie

Poradie a hodnoty významnosti premenných sa v tejto konfigurácii líšia výrazne od predošlých konfigurácií hyper-parametrov modelu. Premenné, ktoré boli vo

frekvencií použitia vysoko ako bmi alebo age zostávajú často využívané no kľúčová premenná smoker_yes znovu potvrdzuje svoj vplyv z hľadiska príspevku k výkonu modelu.

Záver

Z našich výsledkov vyplýva, že hodnotenie významnosti vstupných premenných v rámci modelu XGBoost by malo byť realizované až po dôkladnej optimalizácii hyper-parametrov a dosiahnutí stabilnej výkonnosti modelu, ktorému možno dôverovať. Analýza troch experimentálnych konfigurácií jasne ukázala, že úpravy hyper-parametrov výrazne ovplyvnili poradie a váhy metrík *weight* a *gain*. Konkrétne sme zistili, že premenné s vysokou frekvenciou použitia (napr. *bmi*, *age*) nemusia nevyhnutne predstavovať najväčší príspevok k predikcii, zatiaľ čo premenná *smoker_yes* hoci bola použitá menej často mala zásadný efekt vždy keď bola využitá. Tieto zistenia podporujú záver, že výsledky klasických metrík významnosti *gain* a *weight* sú citlivé na nastavenie modelu a preto ich interpretácia musí vychádzať z kontextu modelu s uzavretou optimalizáciou. Z praktického hľadiska to znamená, že by interpretácia premenných mala vychádzať z konečného modelu, ktorý spĺňa kritériá presnosti (napr. RMSE) a generalizácie. Iba týmto spôsobom možno získať dôveryhodné poznatky o tom, ktoré vstupné premenné reálne ovplyvňujú predikciu. Zároveň majú tieto zistenia aj didaktický prínos, keďže názorne ukazujú rozdiel medzi frekvenciou použitia premennej (*Weight*) a jej reálnym príspevkom k predikcii (*Gain*). Preto môžu slúžiť ako praktická ukážka vo výučbe predmetov *Neživotné poistenie* a *Aktuárske prediktívne modely*, najmä pri témach výberu premenných a interpretácie modelov.

Tento príspevok vznikol v rámci riešenia výskumného projektu VEGA č.1/0497/25 *Implementácia inovatívnych prístupov v oblasti riadenia a modelovania rizík v rámci interných modelov poisťovní.*

Literatúra

- [1] Chen, T., & Guestrin, C. (2016). *XGBoost: A scalable tree boosting system*. In *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 785-794). ACM.
- [2] Demirtürk, D., Mintemur, Ö., & Arslan, A. (2025). *Optimizing LightGBM and XGBoost algorithms for estimating compressive strength in high-performance concrete*. *Arabian Journal for Science and Engineering*.
- [3] Lai, V., Cai, J. Z., & Tan, C. (2019). *Many faces of feature importance: Comparing built-in and post-hoc feature importance in text classification*

- [4] Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). *A unified approach to interpreting model predictions*. In *Advances in Neural Information Processing Systems* 30, 4768–4777. Curran Associates, Inc.
- [5] Meaney, C., Wang, X., Guan, J., & Stukel, T. A. (2025). *Comparison of methods for tuning machine learning model hyper-parameters: With application to predicting high-need high-cost health care users*. *BMC Medical Research Methodology*, 25, 134.
- [6] Probst, P., Bischl, B., & Boulesteix, A.-L. (2019). *Tunability: Importance of hyperparameters of machine learning algorithms*. *Journal of Machine Learning Research*, 20(53), 1-32. <http://jmlr.org/papers/v20/18-444.html>
- [7] Zhang, Z., Zhang, T., & Li, J. (2023). *Unbiased Gradient Boosting Decision Tree with Unbiased Feature Importance*.
- [8] Wang, Y., & Ni, X. S. (2019). *A XGBoost risk model via feature selection and Bayesian hyper-parameter optimization*.

POROVNANIE KLASICKEJ ANALÝZY VÝZNAMNOSTI PREMENNÝCH A INTERPRETÁCIE POMOCOU SHAP PRI MODELI XGBoost¹

COMPARISON OF CLASSIC VARIABLE IMPORTANCE ANALYSIS AND INTERPRETATION USING SHAP IN AN XGBoost MODEL

Andrej BEDNAŘÍK¹

Abstrakt:

Interpretovateľnosť modelov strojového učenia zohráva kľúčovú úlohu kde je potrebné porozumieť rozhodovaciemu procesu modelu. Tradičné metódy hodnotenia významnosti premenných, ako napríklad *Gain* alebo *Weight* používané v rámci modelov typu Gradient Boosted Trees, poskytujú globálny prehľad o dôležitosti vstupných atribútov avšak často nezachytávajú nelineárne vzťahy a interakcie medzi premennými. Cieľom tohto príspevku je porovnať výsledky klasickej analýzy významnosti s interpretáciou založenou na metóde SHAP (SHapley Additive exPlanations) v modeli XGBoost. Analýza bola realizovaná na vybranom dataset-e prostredníctvom tréningu XGBoost modelu a následného vyhodnotenia klasických metód *feature importance* a výpočtu SHAP hodnôt. Výsledky ukazujú, že SHAP poskytuje detailnejší a konzistentnejší pohľad na vplyv jednotlivých premenných pričom zohľadňuje ich interakcie a prispieva k lepšej interpretovateľnosti modelu. Výsledky sú zároveň využiteľné aj vo výučbe predmetov *Neživotné poistenie* a *Aktuárske prediktívne modely*, kde podporujú transparentné vysvetlenie vplyvu rizikových faktorov v modeloch typu XGBoost.

Kľúčové slová:

XGBoost, interpretovateľnosť modelov, SHAP, významnosť premenných

Úvod

V súčasnosti sa v oblasti strojového učenia čoraz častejšie kladie dôraz nielen na dosahovanie vysokých výkonnostných metrík, ale aj na schopnosť modelov byť interpretovateľné a transparentné. V rámci aplikačných oblastí napríklad bankovníctvo, poisťovníctvo alebo zdravotníctvo je potreba chápať rozhodovanie modelu kritická z hľadiska zodpovednosti, regulácie a dôvery používateľov.

¹ Ing. ANDREJ BEDNAŘÍK, Katedra matematiky a aktuárstva, Fakulta hospodárskej informatiky, Ekonomická univerzita v Bratislave, andrej.bednarik@euba.sk.

Typicky najlepšie výkony dosahujú komplexné modely, ako sú napríklad ensemble metódy stromov, čo však vedie k riziku zakrytia samotného mechanizmu rozhodovania („black-box“ model). Metóda XGBoost (eXtreme Gradient Boosting) predstavuje jeden z najpoužívanejších nástrojov v praxi ide o výkonný gradientný boostingový rámec, ktorý dokáže spracovať rozsiahle dáta a dosiahnuť vynikajúce predikčné výsledky (Chen & Guestrin, 2016). Je však založený na kombinácii stoviek až tisícov rozhodovacích stromov, čo sťažuje priamu interpretáciu samotných rozhodovacích ciest. Preto sa v posledných rokoch vyvinuli nástroje a prístupy, ktoré umožňujú interpretáciu týchto silných modelov. Jednou z významných metód je SHapley Additive exPlanations ďalej ako SHAP, ktorá vychádza z teórie koaličných hier a umožňuje priradiť každej vstupnej premenej jej podiel na konkrétnom výstupe modelu. SHAP predstavuje jednotný rámec pre interpretáciu modelových predikcií, pričom spĺňa žiadúce vlastnosti (napr. lokálnu presnosť, symetriu) a umožňuje porovnanie rôznych metód vysvetľovania (Lundberg & Lee, 2017). V praxi sa však často využívajú jednoduchšie, tzv. „klasické“ metódy hodnotenia významnosti premenných ako napríklad hodnotenie Gain, Cover či Weight v rámci modelov XGBoost, ktoré generujú globálny rebríček dôležitosti atribútov. Tieto metódy však môžu ignorovať interakcie medzi premennými, nelineárne vzťahy alebo rozdiel medzi globálnou a lokálnou dôležitosťou atribútov. Naopak, SHAP umožňuje nielen globálne, ale aj individuálne (lokálne) vysvetlenia predikcií, a môže tak odhaliť rozdiely, ktoré klasické metódy nevidia (Ponce-Bobadilla et al., 2024). Zameraním tohto príspevku je porovnanie výsledkov klasickej analýzy významnosti premenných (v rámci XGBoost) s interpretáciou pomocou SHAP s cieľom posúdiť, nakoľko sa tieto prístupy líšia v určení dôležitosti premenných, aké sú ich silné a slabé stránky a aké odporúčania možno vyvodiť pre prax modelovania strojového učenia. V ďalšej časti práce je predstavená použitá metodika popis datasetu, tréning modelu XGBoost, výpočet klasickej feature importance a výpočet SHAP hodnôt a následne sú prezentované výsledky porovnania spolu s diskusiou o ich význame pre interpretáciu modelu.

1 Metódy hodnotenia významnosti premenných v XGBoost

V oblasti strojového učenia a najmä pri výkonných modeloch založených na ensemble stromov ako XGBoost, rastie potreba pochopiť, ktoré vstupné premenné výrazne ovplyvňujú výsledok modelu. Jedným z najčastejších prístupov k odhadu tejto významnosti je výpočet tzv. „feature importance“ teda hodnotenie relatívnej dôležitosti vstupných premenných vo vzťahu k modelu. V prípade XGBoost sa často využívajú dve základné metriky „weight“ (niekedy označované aj ako „frequency“ alebo „split count“) a „gain“. „Weight“ predstavuje počet použití danej premennej pri rozdelení (split) vo všetkých stromoch modelu ak sa premenná často objavuje v rozdeleniach stromov, jej hodnota „weight“ bude vysoká, „Gain“ meria priemerné zlepšenie (napr. zníženie

chyby či straty), ktoré je dosiahnuté v momente, keď je daná premenná použitá pri rozdelení stromu čiže ak premenná pri rozdelení významne prispieva k lepšej predikcii, dosiahne vyššiu hodnotu podľa metriky „gain“. Obe metriky poskytujú globálny pohľad na významnosť premenných (t. j. vzhľadom na celý model). Avšak v praxi je potrebné ich interpretáciu robiť s opatrnosťou. Napríklad premenná s veľmi vysokým „weight“ nemusí automaticky znamenať veľký prínos pre model môže byť jednoducho často použitá v rozdeleniach stromov. Zatiaľ čo premenná, ktorá sa vyskytuje menej často (nižší „weight“) ale má pri použití vysoký „gain“ a môže byť pre model rozhodujúca (Palomares Carrascosa, 2025). Ďalším zásadným obmedzením je fakt, že metriky ako „gain“ či „weight“ môžu byť ovplyvnené skreslením. Napríklad voči premenným s vysokou kardinalitou alebo voči interakciám medzi premennými, ktoré tieto jednoduché metriky neberú plne do úvahy (Zhang, Zhang & Li, 2023). Z tohto vyplýva, že hoci klasické hodnotenie významnosti premenných ponúka cenné vstupy pri výbere premenných pri orientačnej interpretácii modelu, ich využitie by malo byť sprevádzané pochopením ich limitácií a ideálne doplnené o hlbšie či robustnejšie metódy interpretácie.

1.1 Interpretácia modelu XGBoost pomocou SHAP - hlbší pohľad na príspevky premenných

V snahe prekonať obmedzenia klasických metód hodnotenia významnosti premenných (ako sú metriky „weight“ či „gain“) v modeloch typu XGBoost sa ako pokročilý prístup ukazuje metóda SHAP. SHAP vychádza z teórie koalíčných hier a priradzuje každej vstupnej premenej jej individuálny „podiel“ na predikcii modelu pri konkrétnom pozorovaní. Výsledkom je nielen globálny prehľad o významnosti, ale aj možnosť lokálneho vysvetlenia predikcií. Kľúčovou výhodou SHAP je, že spĺňa vlastnosti ako symetriu, efektivitu a additivitu čo z nej robí teoreticky fundovaný rámec pre určenie významnosti (Lundberg & Lee, 2017). Na praktickej úrovni to znamená, že pre každý vzor v dátach môžeme získať súbor SHAP hodnôt, ktoré ukazujú ako každá premenná prispela k posunu predikcie od základnej hodnoty (baseline) k výslednému skóre. SHAP tak umožňuje identifikovať premenné s vysokým vplyvom, zistiť či ich vplyv bol pozitívny alebo negatívny, a tiež odhaliť interakcie alebo nelineárne efekty, ktoré by pri jednoduchých metrikách mohli ostať skryté. V kontexte XGBoost to znamená, že hoci metriky ako „gain“ či „weight“ poskytujú určitý obraz SHAP ponúka hlbšiu a detailnejšiu interpretáciu správania modelu v rôznych segmentoch dát i na úrovni jednotlivých predikcií. Z technického hľadiska SHAP hodnoty využívajú výpočty všetkých možných kombinácií vstupných premenných (alebo ich approximation) na posúdenie marginálneho príspevku každej premennej čo zaručuje konzistentnosť a férovosť atribúcie (Lundberg & Lee, 2017). Použitie SHAP však prináša vyššiu výpočtovú náročnosť a potrebu starostlivej interpretácie napríklad významné SHAP hodnoty pre premennú nemusia automaticky znamenať kauzalitu, ale len silnú asociačnú väzbu v rámci modelu.

Preto by integrácia SHAP interpretácií mala byť sprevádzaná dôkladným pochopením dát, potrieb domény a modelového kontextu.

2 Modelovanie pomocou XGBoost

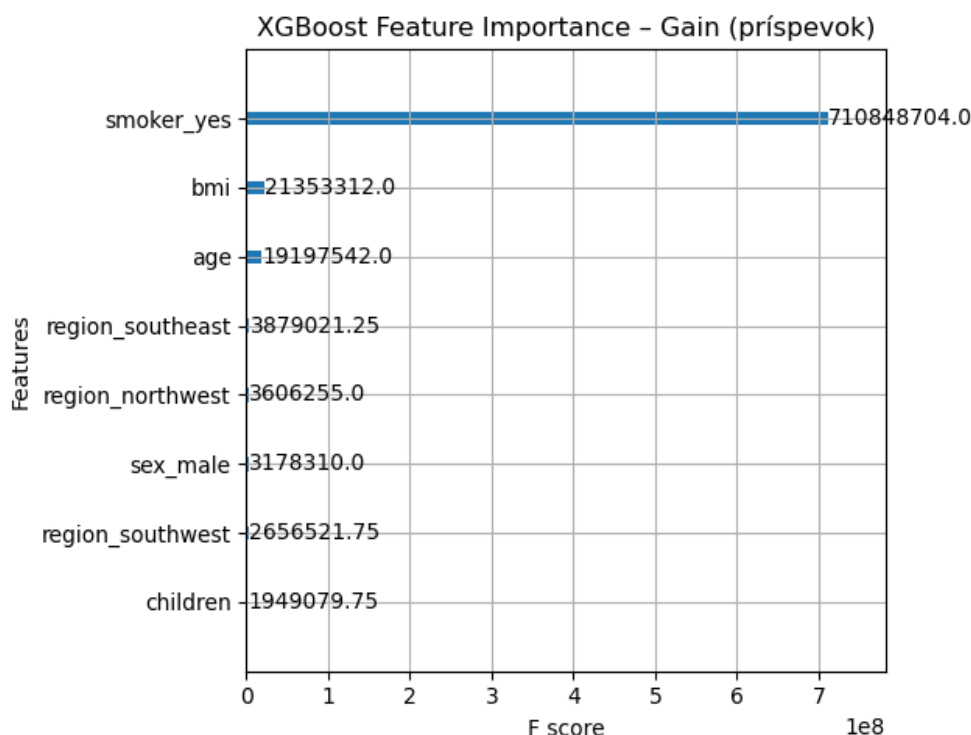
V rámci experimentu využívame algoritmus XGBoost (eXtreme Gradient Boosting) pre regresiu, ktorého úlohou je predikovať náklady na zdravotné poistenie (premenná *charges*) na základe demografických a životných charakteristík poistencov. Model je trénovaný na rozdelení dát na tréningovú množinu a nezávislú testovaciu množinu, s cieľom zabezpečiť objektívne vyhodnotenie generalizačnej schopnosti modelu typicky v pomere 80 % / 20 % (napr. pre analýzu nákladov na zdravotné poistenie). Implementácia prebieha v programovacom jazyku Python, pričom sú využité knižnice ako *pandas* na spracovanie dát, *scikit-learn* na delenie dát a hodnotenie výkonu a samotný XGBoost-regresor (z modulu *xgboost*) na tréning modelu. Dataset pozostáva z 1338 záznamov a 7 atribútov. Premenné v datasete:

- *age* (vek) – Vek osoby (numerická premenná).
- *sex* (pohlavie) – Kategorizovaná premenná (muž/žena).
- *bmi* (Body Mass Index - index telesnej hmotnosti) – Kontinuálna numerická premenná.
- *children* (počet detí) – Počet detí závislých od poistenca.
- *smoker* (fajčiar) – Binárna kategorizovaná premenná (áno/nie).
- *region* (región) – Kategorizovaná premenná (4 geografické regióny v USA: northeast, northwest, southeast, southwest).
- *charges* (náklady na zdravotné poistenie) – Cieľová premenná, ktorá sa predikuje.

Pred samotným tréningom modelu sa vykonáva základné predspracovanie: kategorizované premenné („sex“, „smoker“, „region“) sú spracované pomocou one-hot encodingu, čím sa zabezpečí ich použiteľnosť v rámci stromových algoritmov. Odstránené sú potenciálne nekonečné alebo chýbajúce hodnoty. Následne sú dáta rozdelené na tréningovú a testovaciu množinu s použitím náhodného stavu (*random_state*) pre reprodukovateľnosť. Model XGBoost je inicializovaný s parametrami ako *n_estimators* = 300, *max_depth* = 6, *learning_rate* = 0.1, *subsample* = 0. Po natréňovaní modelu vyhodnocujeme jeho výkon pomocou metrík RMSE (root mean squared error) alebo MAE (mean absolute error). Celý tento postup zabezpečuje robustné vyhodnotenie prediktívnej schopnosti modelu na data-sete nákladov na zdravotné poistenie, pričom zároveň nastavuje pôdu pre následnú interpretáciu modelu najmä porovnanie klasických metód hodnotenia významnosti premenných (Gain, Weight) s modernejšími prístupmi založenými na SHAP hodnotách.

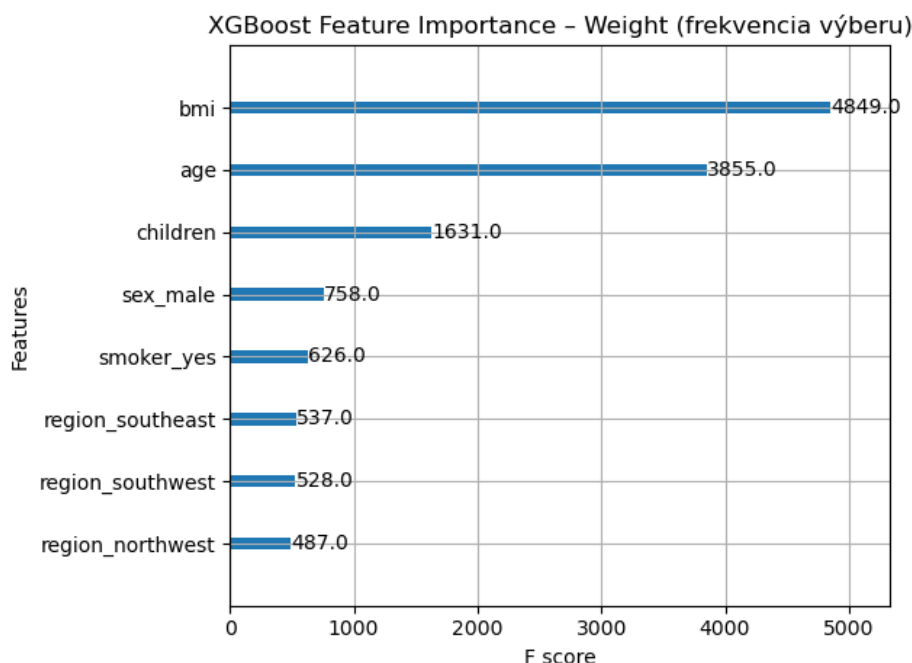
3 Interpretácia vstupných premenných

V rámci analýzy modelu XGBoost zohráva kľúčovú úlohu nielen samotný predikčný výkon, ale aj schopnosť pochopiť aké vstupné premenné prispeli k týmto predikciám. Interpretácia vstupných premenných teda predstavuje most medzi technickým tréningom modelu a praktickou aplikáciou výsledkov. Ide o krok v ktorom model otvárame a chápeme jeho vnútorné rozhodovanie. Pomocou analýzy významnosti premenných (feature importance) môžeme identifikovať, ktoré premenné mali najväčší vplyv na výstup modelu, ako často boli použité a ako veľký zlepšujúci efekt spôsobili či aký rozsah dát ovplyvnili.



Obr. 1: Graf Feature importance(gain), Vlastné spracovanie

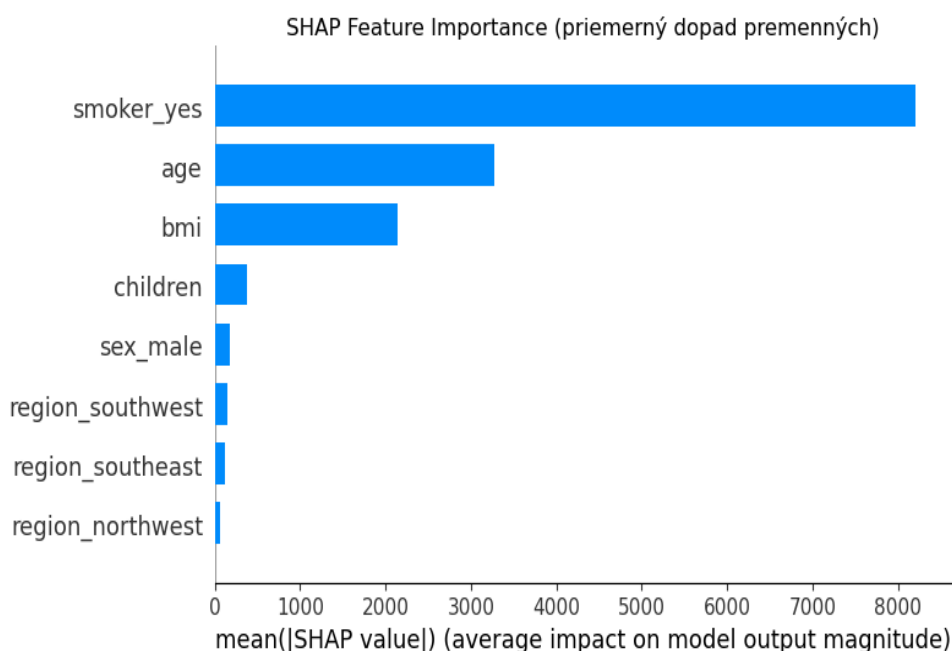
Na obrázku 1 vidíme horizontálny barplot, kde os x predstavuje hodnoty „Gain“ (označené ako F score) a os y zoznam vstupných premenných („Features“). Hodnoty Gain predstavujú priemerné zlepšenie modelovej chyby alebo straty dosiahnuté pri použití danej premennej pre rozdelenie v strome. Najvýraznejšie sa vyčleňuje premenná smoker_yes, ktorej bar je podstatne dlhší než ostatné konkrétne približne 7,108,487,04. To znamená, že pri každom rozdelení v strome modelu, kde bola použitá táto premenná bolo dosiahnuté vysoké zníženie chyby. Z praktického hľadiska to znamená, že : „fajčiar“ vs. „nefajčiar“ je výnimočne silný prediktor nákladov na zdravotné poistenie v našom dátovom súbore.



Obr. 2: Graf Feature importance(weight), Vlastné spracovanie

Na obrázku 3 je zobrazený horizontálny barplot, kde os x zobrazuje skóre (F score) predstavujúce počet použítí danej premennej pri rozdeľovaní („splitoch“) vo všetkých stromoch modelu a os y zoznam vstupných premenných („Features“).

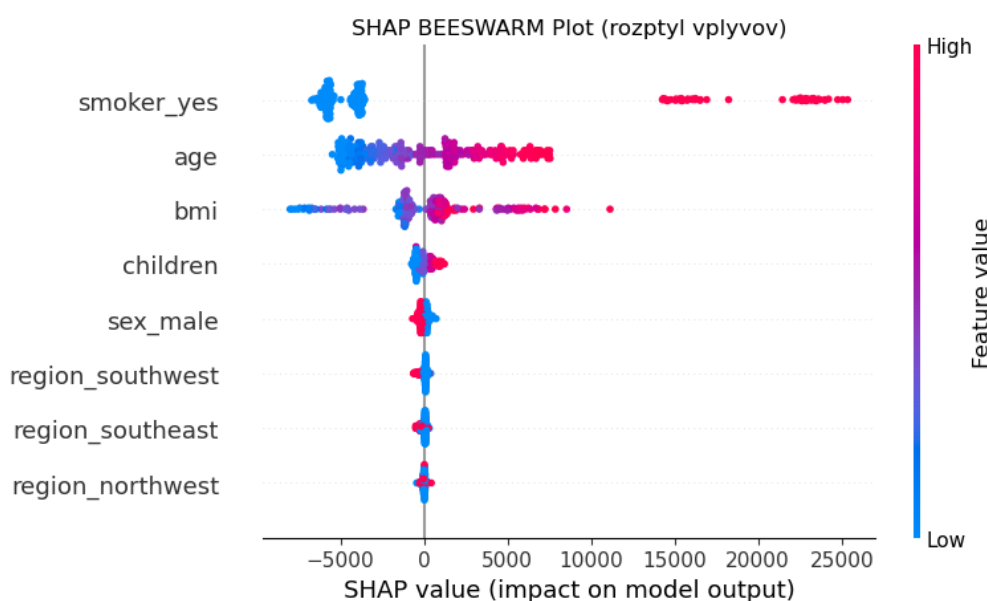
3.1 Interpretácia vstupných premenných pomocou SHAP



Obr. 3: Graf SHAP Feature importance, Vlastné spracovanie

Na obrázku 3 vidíme, že premenná smoker_yes má najvyššiu priemernú absolútnu SHAP hodnotu ($\approx 8\ 000$ -8500) čo znamená, že v priemere mala najväčší dopad na predikciu modelu čiže, ak je osoba fajčiarom táto premenná

výrazne posúva predikované náklady na poistenie vyššie. Druhá najdôležitejšia premenná je age (vek) s hodnotou okolo $\approx 3\ 000$ -3500 teda vek je tiež významným faktorom hoci menej dominantným než fajčenie. Tretia je bmi s hodnotou približne $\approx 2\ 000$ -2500. Ostatné premenné children, sex_male, region_southwest, region_southeast, region_northwest majú výrazne menšie priemerné SHAP hodnoty, čo naznačuje, že ich priemerný dopad na predikciu modelu je omnoho menší. Štandardné metriky ako „weight“ či „gain“ mohli uvádzať iné poradie dôležitosti (napr. BMI mala vysokú frekvenciu rozdelení), ale SHAP ukazuje, že v účinku (dopade) je fajčenie dominantné.

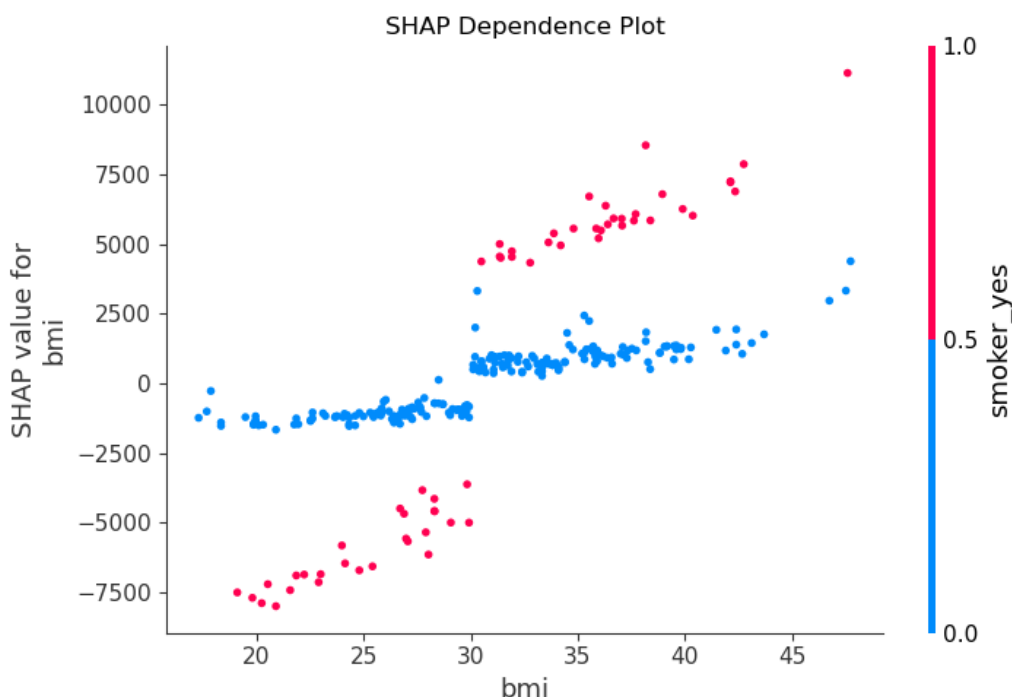


Obr. 4: Graf SHAP BEESWARM , Vlastné spracovanie

Na obrázku 4 môžeme pozorovať SHAP BEESWARM Plot. Na osi y sú uvedené vstupné premenné (features) zoradené podľa „dôležitosti“ (podľa priemerných absolútnych SHAP hodnôt). Na osi x je hodnota SHAP (impact on model output) čiže, ako veľmi daná premenná prispela k predikcii v konkrétnych prípadoch. Farba bodov indikuje hodnotu premennej (červená = vysoká hodnota, modrá = nízka hodnota). Každý bod predstavuje jedno pozorovanie v dátach a jeho SHAP hodnotu pre danú premennú. Graf ukazuje nielen aké premenné sú dôležité, ale aj ako sa ich hodnota (vysoká/nízka) prejavuje v predikcii.

Na obrázku 5 môžeme vidieť SHAP Dependence plot. Tento dependence plot pre SHAP hodnoty premennej „bmi“ zobrazuje, ako sa mení jej individuálny príspevok k predikcii modelu v závislosti od hodnoty bmi a stavu premennej „smoker_yes“. Farba bodu indikuje, či dané pozorovanie reprezentuje fajčiara (červená) alebo nefajčiara (modrá). V zobrazenom „dependence plot“ pre premennú BMI a stav fajčenia (smoker_yes) je dôležité zdôrazniť, že výpočet SHAP hodnôt nefunguje za predpokladu, že ostatné premenné ostávajú konštantné. Každý bod grafu reprezentuje konkrétnu kombináciu hodnôt všetkých vstupných premenných modelu nielen BMI a smoker_yes a preto vertikálny

rozptyl bodov pri rovnakých hodnotách BMI odráža vplyv hodnôt ostatných premenných na príspevok BMI k predikcii. Graf teda nepopisuje jednoduchý lineárny vzťah „vyššie BMI → vyšší príspevok“, ale skôr modifikovaný efekt, v ktorom sa hlavný účinok BMI mení v závislosti od stavu smoker_yes (a nevyhnutne aj ďalších premenných).



Obr. 5: Graf SHAP Dependence , Vlastné spracovanie

Tento vzájomný efekt čiže interakcia medzi BMI a fajčením indikuje, že BMI má výraznejší príspevok k predikcii vtedy, keď je osoba fajčiarom, než keď nie je; a varianty hodnôt ostatných premenných môžu tento príspevok ešte posilniť alebo zmierniť. SHAP „dependence plot“ môžeme vykresliť pre každú jednotlivú vstupnú premennú. Ak explicitne nedefinujeme druhú premennúktorej efekt na primárne zvolenú premennú(v tomto prípade BMI) chceme pozorovať, knižnica automaticky vyberie tú premennú, s ktorou má analyzovaná pre nmenná najväčšiu interakčný efekt.

Záver

V prezentovaných grafoch sa porovnávajú dva prístupy k hodnoteniu významnosti vstupných premenných v rámci modelu XGBoost: (1) tradičné metriky “Gain” (príspevok k zníženiu straty) a “Weight” (frekvencia použitia premennej pre rozdelenie dát) a (2) grafy založené na SHAP hodnote (priemerný absolútny dopad premenných a rozptyl ich vplyvu). Zatiaľ čo klasické metriky („Gain/Weight“) poskytujú rýchly globálny prehľad o tom, ktoré premenné model radí vysoko SHAP umožňuje oveľa detailnejšiu analýzu. SHAP identifikuje, nielen, ktoré premenné sú dôležité ale ako a kedy vplývajú vrátane nelineárnych vzťahov a interakcií medzi premennými (napr. vizualizácia

beeswarm/dependence plot). V analýze sa ukázalo, že premenná „smoker_yes“ má v metrike Gain extrémne vysokú hodnotu, kým v metrike Weight sa naopak neobjavila medzi najčastejšie používanými rozdeleniami tento významný rozdiel objasňuje SHAP analýza, ktorá ukázala, že „smoker_yes“ má najväčší priemerný dopad na predikciu a zároveň silnú interakciu s premennou BMI (a pravdepodobne ďalšími). Tým sa podčiarkuje zásadná pridaná hodnota prístupu SHAP: umožňuje identifikovať premenné, ktoré hoci sú použité v relatívne menšej miere môžu mať výrazný vplyv na predikciu a zároveň ukazuje, že premenné s vysokou frekvenciou použitia (napríklad „BMI“) nemusia byť rozhodujúce. Z praktickej stránky to znamená: ak by sa výber alebo úprava premenných riadila len podľa klasických ukazovateľov, mohli by sme prehliadnuť premenné s nižšou frekvenciou použitia, ale s vysokým dopadom alebo interakciou. Naopak, SHAP analýza umožňuje sledovať rozhodovanie modelu na úrovni distribúcie hodnôt, identifikovať nelineárne vzťahy (napr. rast dopadu BMI len po prekročení určitého prahu alebo v kombinácii s fajčením) a umožniť tak lepšiu interpretáciu modelu. Klasické metriky „Gain/Weight“ zostávajú užitočným východiskom, no pre pohľad na „čo model robí“ a „prečo to robí“ je SHAP podstatným doplnkom a to najmä v kontexte komplexných modelov s nelineárnymi a interakčnými efektmi. Z pedagogického hľadiska je táto analýza vhodným podkladom pre predmety *Neživotné poistenie* a *Aktuárske prediktívne modely*, keďže umožňuje študentom názorne pochopiť vplyv rizikových faktorov a interakcií na predikciu. Zároveň podporuje rozvoj kritického prístupu k výberu premenných a k interpretácii modelov používaných v aktuárskej praxi.

Tento príspevok vznikol v rámci riešenia výskumného projektu VEGA č.1/0497/25 *Implementácia inovatívnych prístupov v oblasti riadenia a modelovania rizík v rámci interných modelov poisťovní.*

Literatúra

- [1] Chen, T., & Guestrin, C. (2016). *XGBoost: A scalable tree boosting system*. In *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 785-794). ACM.
- [2] Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). *A unified approach to interpreting model predictions*. In *Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017)* (pp. 4766-4777).
- [3] Palomares Carrascosa, I. (2025, August 11). *How to interpret your XGBoost model: A practical guide to feature importance*. MachineLearningMastery.
- [4] Ponce-Bobadilla, A. V., Schmitt, V., Maier, C. S., Mensing, S., & Stodtmann, S. (2024). *Practical guide to SHAP analysis: Explaining*

supervised machine learning model predictions in drug development.
Clinical and Translational Science, 17(11), e70056.

- [5] Zhang, Z., Zhang, T., & Li, J. (2023, May 18). *Unbiased Gradient Boosting Decision Tree with Unbiased Feature Importance.*

INOVATÍVNY MODEL PREPOJENIA FOLOLOGICKÉHO ŠTÚDIA S PROJEKTOVÝM MANAŽMENTOM

AN INNOVATIVE MODEL OF CONNECTING PHILOLOGICAL STUDIES WITH PROJECT MANAGEMENT

Zuzana CIVÁŇOVÁ¹, Paula PÍŠOVÁ², Erzsébet SZABÓ³

Abstrakt:

Príspevok sa zaoberá aktuálnym prepojením univerzitného vzdelávania v oblasti cudzích jazykov s disciplínou projektového manažmentu. Analýza vychádza z potrieb vysokoškolskej praxe, v rámci ktorej identifikujeme krízu tradičného filologického štúdia a zdôrazňujeme nevyhnutnosť inovácií v tejto oblasti. Na základe štúdia strategických dokumentov Európskej únie a kvalitatívnej analýzy potrieb trhu práce poukazujeme na fakt, že samotná jazyková kompetencia uchádzačovi o zamestnanie už nepostačuje a mala by byť doplnená špecifickými profesijnými zručnosťami. Príspevok popisuje nový profesijne orientovaný študijný program Cudzie jazyky v projektovej praxi ako model interdisciplinárneho vzdelávania, ktorý vznikol na FF UKF v Nitre a prepája štúdium cudzích jazykov v kontexte projektového manažmentu.

Kľúčové slová:

Projektový manažment, riadenie projektov, profesijne orientovaný študijný program, cudzie jazyky.

Úvod

Vysokoškolské vzdelávanie v oblasti filológie sa v posledných rokoch nachádza v situácii, ktorú možno charakterizovať ako krízovú. Tradičné modely výučby, zamerané prevažne na lingvistickú a literárnovednú prípravu, nedokážu v plnej miere reagovať na meniace sa potreby spoločnosti a trhu práce. Humanitné vedné odbory sú nútené obhajovať svoje postavenie v dnešnej spoločnosti, čo môže do istej miery spočívať v „prehnanom zameriavaní sa bádateľov na skúmanie pojmových štruktúr, na teóriu, ktorá nechce a ani nemôže skúmať komplexné vzťahy človeka k jeho okoliu“, ale i kvôli masovej

¹ Mgr. ZUZANA CIVÁŇOVÁ, PhD., Katedra romanistiky a germanistiky, FF Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, zcivanova@ukf.sk

² Mgr. PAULA PÍŠOVÁ, PhD., Katedra romanistiky a germanistiky, FF Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, ppisova@ukf.sk

³ Mgr. ERZSÉBET SZABÓ, PhD., Katedra romanistiky a germanistiky, FF Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, eszabo@ukf.sk

kultúre, ktorá „všetko hodnotí cez praktický prínos [...]. Marketizácia, korporatizácia, manažerizmus, ekonomizmus a byrokratizmus sa následne negatívne premietajú i do profesijného života vedcov a bádateľov“ (Škvrnda, Zelinová, 2017).

Táto tendencia nie je ojedinelá len pre Slovensko, no je možné ju pozorovať v celom západnom svete. Napríklad vo Francúzsku už v roku 2004 prebiehala polemika o budúcnosti štúdia jazykov v rámci humanitných vied (Judet de la Combe, Wismann,). Táto tendencia pretrvávala nasledujúce roky až do súčasnosti, kedy sa objavuje čoraz viac vedeckých, odborných i laických diskurzov čo deklarujú úpadok záujmu o klasické jazykovedné štúdiá, do popredia stavajú štúdium aplikovaných jazykov (Soler, 2025). Jedným zo zásadných prejavov tejto krízy je dramaticky pokles počtu študentov, čo v konečnom dôsledku v niektorých prípadoch vedie až k zániku jazykových katedier.

Štúdia Becky Murdás-Taylor s názvom *Undergraduate language programmes in England: A widening participation crisis* (2023) uvádza, že celkový počet študentov prihlásených na jazykové programy vo Veľkej Británii klesol v roku 2019 na 75 145 (z pôvodných viac než 160 000 v roku 2003 a 84 520 v roku 2014).

Vzhľadom na naše geografické súradnice, ako aj súčasný systém vzdelávania na Slovensku, ktorý podporuje štúdium minimálne dvoch cudzích jazykov už na úrovni základných škôl (viď. nová reforma základného školstva), je potreba zachovania vysokoškolských študijných programov zameraných na cudzie jazyky nanajvýš aktuálnou.

So zreteľom na aktuálnu spoločenskú situáciu, mediálny obraz a finančné ohodnotenie pedagogicky orientovaných povolání, ako aj nástup éry umelej inteligencie možno konštatovať, že mnohí uchádzači o štúdium cudzích jazykov strácajú záujem o tradičné profesie, akými sú učiteľ, prekladateľ či tlmočník, a to aj napriek tomu, že stále zohrávajú významnú úlohu v širšom spoločenskom kontexte. Univerzity sú preto postavené pred výzvou, ako profilovať a komunikovať filologicky zamerané študijné programy tak, aby dokázali efektívne osloviť a zaujať potenciálnych študentov.

Konkrétnym príkladom klesajúceho záujmu o tradičnú filológiu v našich súradniciach je verejne dostupná predmetová anketa realizovaná na Trnavskej univerzite v akademickom roku 2022/2023, ktorej výsledky poukazujú na nižšie hodnotenie literárne orientovaných predmetov študentmi (napr. Súčasná anglofónna literatúra, Anglická literatúra 1) v porovnaní so špecificky a prakticky orientovanými jazykovými predmetmi (ako napr. Angličtina pre špecifické účely či predmety zamerané na konverzáciu a komunikačné zručnosti). Je nutné v tomto bode poznamenať, že literatúra je dôležitým nástrojom pri formovaní individuálnych kognitívnych i emocionálnych zložiek osobnosti, preto by nemala byť vylučovaná zo študijných plánov filologických študijných programov, vonkoncom nie tých, čo sa zameriavajú na učiteľské

povolanie.⁴ Výsledky predmetnej ankety však poukazujú na fakt, že študenti si častokrát volia učiteľské či prekladateľské smery práve z dôvodu, že poskytujú možnosť komplexného štúdia cudzieho jazyka, a to aj napriek tomu, že sa pre túto profesiu po ukončení štúdia nerozhodnú. Práve tento faktor nás donútil formulovať hypotézu o potrebe vytvorenia priestoru pre taký študijný program, ktorý ponúkne možnosť štúdia sektorových jazykov, resp. cudzích jazykov pre špecifické účely (LSP – Language for Specific Purposes), a mohlo by tak poskytnúť uchádzačom o štúdium alternatívne profesijné uplatnenie, ktoré by zachovalo jadro jazykovej kompetencie, no zároveň by rozšírilo jej aplikačný potenciál.

1 Metodologické východiská a identifikácia potrieb praxe vo vysokoškolskom vzdelávaní

Pri koncipovaní nového študijného programu vychádzal pracovný tím Katedry romanistiky a germanistiky FF UKF v Nitre z kvalitatívnej analýzy potrieb trhu práce a očakávaní budúcich študentov. Prvým krokom bolo uskutočnenie tzv. interných brainstormingových stretnutí, počas ktorých sa diskutovali rôzne možnosti inovácie štúdia. Keďže sa názory členov pracovnej skupiny v niektorých bodoch líšili, rozhodujúcim krokom bolo uskutočnenie prieskumu v spolupráci s odborníkmi z rôznych odvetví a štúdium dostupných zdrojov vypracovaných európskymi inštitúciami s cieľom preskúmať dopyt po ovládaní viacerých cudzích jazykov vo vzťahu k potrebám trhu práce.

To nás priviedlo k formulovaniu ďalšej hypotézy, že ovládanie cudzích jazykov má zásadný vplyv na zamestnateľnosť absolventa. Oporu sme našli v práci kosovskej výskumníčky a vysokoškolskej pedagogičky angličtiny Fitnete Martinaj, *Foreign Languages: The Key Factor in Employability*, v ktorej jednoznačne potvrdila, že jazykové znalosti sú kľúčovým faktorom pre kariérny úspech i dosiahnutie povýšenia či lepšej pracovnej ponuky. „Globalizácia poznania a samotného vysokoškolského vzdelávania prispieva k čoraz väčšiemu využívaniu cudzích jazykov. V súčasnosti pracovné trhy na celom svete požadujú zamestnancov a absolventov, ktorí ovládajú cudzie jazyky a majú dobré komunikačné zručnosti“ (2020, 161).⁵

Analýza ukázala, že to, čo sa na prvý pohľad môže zdať ako pomerne triviálne konštatovanie, má v skutočnosti výrazne komplexnejší a hlbší charakter. Štúdium viacerých európskych strategických dokumentov ukázalo, že jazykové zručnosti v dnešnej dobe musia byť integrované do širšieho portfólia relevantných a špecifických kompetencií, teda samy o sebe už nie sú postačujúce, hoci naďalej predstavujú nevyhnutný predpoklad pre prístup

⁴ Viac sa tejto téme Z. Civiňová s V. Simanovou venujú vo svojej štúdii *La literatura como puente hacia la comprensión intercultural* (2024, 544 – 548)

⁵ Ak nie je uvedené inak, text preložili autorky predloženej práce. The globalization of knowledge, and of higher education itself, is contributing to an increasing use of foreign languages. Nowadays, labour markets worldwide demand employees and graduates who possess foreign language proficiency and good communication skills“

k profesiám v medzikultúrnom prostredí štátnej správy, tak i súkromného sektora. Európska komisia v dokumente *Study on Foreign Language Proficiency and Employability* (2015) uvádza, že pokiaľ ide o podniky zamerané na domáci trh, je miera potreby znalosti cudzích jazykov nižšia. Naopak, dopyt môže byť vyšší zo strany podnikov v krajinách s menšími vnútornými trhmi. „Dodávateľské reťazce a rastúce výhody voľného pohybu tovaru a služieb v rámci EÚ zjavne zvyšujú dopyt po znalosti cudzích jazykov. Zatiaľ čo podniky využívajúce jazykové zručnosti z toho očividne profitujú, tie, ktoré ich nevyužívajú, možno nenapĺňajú svoj potenciál“ (2015, 14).⁶

Ďalšou analýzou sme zistili, že Britská akadémia už v roku 2013 poukázala na to, že francúzsky, nemecký a španielsky jazyk predstavujú približne polovicu dopytu po jazykových zručnostiach v cudzom jazyku (2015, 121), pričom ako sektory s vyššou potrebou znalosti cudzích jazykov uviedla kreatívny priemysel, vzdelávanie, financie, IT, odborné a podnikateľské služby, marketing a PR, hotelierstvo a gastronómiu, dopravu, skladovanie a komunikácie.

Petr Všetěčka v knihe *Projektové myslenie* uvádza, že Európsky parlament a Rada Európskej únie vymedzili vo svojom odporúčaní celkovo osem kľúčových spôsobilostí, na ktoré by sa mali krajiny Európskej únie zamerať pri celoživotnom vzdelávaní svojich občanov. Ide o komunikáciu v materinskom jazyku, komunikáciu v cudzích jazykoch, matematickú spôsobilosť a základné spôsobilosti v oblasti vedy a techniky, digitálnu spôsobilosť, schopnosť naučiť sa učiť, spoločenské a občianske spôsobilosti, zmysel pre iniciatívnosť a podnikanie a kultúrne povedomie a vyjadrovanie (2017, 11). Humanitné vedy (medzi nimi i filológia), poskytujú jednotlivcovi schopnosť rozvíjať toleranciu a akúsi otvorenosť voči rozdielnym kultúram i spoločnostiam, rozvíjajú komunikáciu v cudzom, a cez prácu s textom, i v materinskom jazyku. Schopnosť analyzovať a interpretovať texty z rôznorodých komunikačných sfér učí jednotlivca aplikovať kritické myslenie a rozvíja i jeho emocionálnu inteligenciu. Jazyková kompetencia je prostriedkom rozvíjania medzikultúrneho dialógu a posilňuje i vyjadrovacie schopnosti, čo pomáha porozumieť odlišnostiam i kultúrnemu kontextu krajín, ktorých jazyk sa jednotlivec učí, čo je základným atribútom správneho fungovania medzinárodného pracovného tímu.

Ďalším krokom bolo urobiť prieskum širokej ponuky študijných programov na slovenských univerzitách, čo sa sústreďujú na vyučovanie cudzích jazykov. Aj keď v našich súradniciach v súvislosti s anglickým a nemeckým jazykom existuje dlhodobá tradícia študijných programov zameraných na cudzie jazyky v hospodárskej praxi, možnosť študovať románske jazyky v inom než učiteľskom či translatologickom kontexte bola donedávna viac než ojedinelá. Rovnako tak i rozhovory s riaditeľmi bilingválnych gymnázií na Slovensku poukázali na to, že

⁶ [S]upply chains and the increasing benefits of the free movement of goods and services within the EU appear to be extending demand for foreign language skills. While business using foreign languages skills appear to benefit from this, those that do not may not be realising their potential.

absolventi bilingválneho stredoškolského štúdia po ďalšom rozvíjaní svojich jazykových kompetencií z cudzieho jazyka pri voľbe vysokej školy nesiahajú. Toto zistenie bolo pre nás zásadným pri formulovaní zamerania nového študijného programu.

V roku 2021 Ústav cudzích jazykov pri Technickej univerzite vo Zvolene publikoval recenzovaný zborník *Aplikované jazyky v univerzitnom kontexte VIII*, z ktorého vyplýva, že na Slovensku sa rozvíjajú špecifické modely štúdia cudzích jazykov pre medicínske účely, policajnú a bezpečnostnú prax, kriminológiu i obchodnú angličtinu.

Ako sme už naznačili, súčasťou politiky Európskej únie je rozvíjanie jazykových zručností s cieľom efektívnej komunikácie v multikultúrnom a multilingválnom prostredí Európy, preto sa čoraz väčší dôraz kladie na interkultúrnú kompetentnosť, plurilingvizmus a transfer jazykových znalostí.

Pod pojmom interkultúrna kompetentnosť rozumieme „spôsobilosť jedinca realizovať s využitím osvojených znalostí o špecifikách národných/etnických kultúr a príslušných zručností efektívnu komunikáciu a spoluprácu s príslušníkmi iných kultúr. Základom interkultúrnej kompetentnosti je jazyková vybavenosť jednotlivca a rešpektovanie kultúrnych špecifik partnerov“ (2010, s. 46). Štúdium filologicky zameraných študijných programov rozvíja zručnosti, kompetencie a vedomosti nielen z oblasti stavby jazyka či jeho vývinu, ale sústreďuje sa i na jeho využitie v širších spoločenských, pragmatických a kultúrnych súvislostiach, čo u učiaceho sa vytvára predpoklad na dosiahnutie solídneho základu pre jeho ďalšie profesionálne pôsobenie.

To nás podnietilo zamyslieť sa nad tým, v akých profesiách je znalosť viac než jedného cudzieho jazyka viac než žiadanou a tvorí integrálnu súčasť portfólia zručností a spôsobilostí pre výkon danej profesie. Súčasne sme uvažovali aj o istej univerzálnosti absolventa filologického študijného programu, čo by ho predurčovala na uplatnenie tak v súkromnej sfére, ako i v štátnej správe. Práve to nás priviedlo k profesii projektového manažéra, na ktorú sme sa v ďalšom kroku prieskumu sústredili.

Výsledky prieskumu trhu práce jednoznačne poukázali na vysoký dopyt po projektových manažéroch, čo potvrdila ponuka najväčšieho slovenského pracovného portálu *profesia.sk* (v súčasnosti je pod heslom projektový manažér možné nájsť až 4637 pracovných ponúk v Bratislavskom, 1626 v Trnavskom, 1469 v Nitrianskom, 1461 Košickom, 1418 Žilinskom, 1381 v Trenčianskom, 1206 v Banskobystrickom a 1019 v Prešovskom kraji)⁷. Preto sme sa rozhodli osloviť tri asociácie projektového riadenia na Slovensku, Project Management

⁷ Číselný údaj pracovných ponúk k heslu „projektový manažér“ vo vyhľadávaní slovenského pracovného portálu *Profesia.sk* bol ku dňu 29.11.2025 (dostupné na <https://www.profesia.sk/praca/projektovy-manazer/>). V prípade zahraničia môžeme hovoriť o ešte väčšom dopyte. Francúzska verzia pracovného portálu *indeed.com* ponúka k rovnakému dátumu viac ako 9000 pracovných ponúk pre heslo „chef de projet“ (dostupné na <https://fr.indeed.com/q-chef-de-projet-emplois.html?vjk=bcd348c65913709f>) a pôvodná anglická verzia ponúka až vyše 78 000 pracovných ponúk pre heslo „project manager“ (dostupné na <https://www.indeed.com/jobs?q=project+manager&l=&from=searchOnHP&vjk=fed32f6eb3947535>).

Institute Slovakia Chapter (ďalej len PMI Slovakia Chapter), International Project Management Association Slovakia (IPMA Slovakia) a Komoru projektových manažérov (KPM) a požiadať ich v tejto súvislosti o odborné konzultácie.

Predstavitelia jednotlivých asociácií nás nasmerovali na sériu dokumentov, ktoré sme nám neskôr poslúžili ako podklad pri vypracovávaní akreditačného spisu nového profesijne orientovaného študijného programu.

Podľa *PMI Talent Gap Report 2025* len Európa potrebuje do roku 2035 zvýšiť kvalifikáciu až o 3,47 milióna nových projektových profesionálov, pričom do roku 2035 sa očakáva, že dopyt vzrastie na 10,8 -11,3 milióna, čo predstavuje nárast o 20 – 25%. Je nutné vziať do úvahy, že prieskum odhaduje, že približne 1,17 milióna profesionálov pôjde do penzie. Pre porovnanie, v roku 2021 sa uskutočnil podobný prieskum, ktorého výsledkom bola správa *Talent Gap: Ten-Year Employment Trends, Costs, and Global Implications*, ktorá poukázala na to, že do roku 2030 bude globálna ekonomika potrebovať 25 miliónov nových odborníkov na projektové riadenie. „Na zaplnenie tejto medzery v talente bude musieť do zamestnaní orientovaných na projektové riadenie (PMOE) každý rok vstúpiť 2,3 milióna ľudí“. Podľa správy *PMI Talent Gap Report* z mája 2025 celosvetový dopyt po projektových profesionáloch do roku 2035 vzrastie na 30 miliónov.

Získané údaje viedli k záveru, že prepojenie filologického vzdelávania s projektovým manažmentom by mohlo predstavovať efektívnu odpoveď na súčasné výzvy vzdelávania v oblasti cudzích jazykov a reagovať tak na dopyt na trhu práce, čo potvrdili aj individuálne rozhovory so zástupcami sektoru projektových manažérov na viacerých odborných konferenciách a podujatiach, medzi inými konferencia *eFocus Inovácie v projektovom riadení*, ktorá sa konala 23.10.2024 alebo *IPMA SENET 2024 Bratislava* z dňa 18.6.2024.

V tomto kontexte sa na Filozofickej fakulte Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre začiatkom roka 2024 iniciovalo vytvorenie inovatívneho študijného programu *Cudzie jazyky v projektovej praxi*, ktorý kombinuje štúdium filológie so základmi projektového manažmentu.

2 Vznik a charakteristika študijného programu *Cudzie jazyky v projektovej praxi*

Predmetný študijný program je koncipovaný ako jednoodborové profesijne orientované bakalárske štúdium a spĺňa oficiálne *Kritéria akreditácie profesijne orientovaných bakalárskych programov vysokoškolského vzdelávania*. Je akreditovaný v študijnom odbore *filológia*, a vzdeláva študentov v cudzích jazykoch, ktoré vyučuje v kontexte projektového riadenia. Táto koncepcia spája jazykové, interkultúrne a profesijné projektovo-manažérske zručnosti. Vytvorený študijný plán a obsahová náplň jednotlivých predmetov koreluje s

deklarovaným filologickou orientáciou, a to v rámci blokov povinných i povinne voliteľných predmetov.

Medzi povinné predmety sme zaradili lingvistické disciplíny, praktické cvičenia a semináre z odborného jazyka, ako aj prácu s odborným textom. Povinne voliteľné predmety ponúkajú prehĺbenie lingvistických poznatkov a jazykových kompetencií profilového jazyka. V rámci štúdia cudzích jazykov si študenti volia jeden medzi francúzskym, španielskym, talianskym alebo nemeckým jazykom, pričom sa formujú aj v nevyhnutnom anglickom jazyku s konkrétnym zameraním na odbornú komunikáciu a terminológiu projektového manažmentu.

Pri tvorbe študijnej časti orientovanej na projektové riadenie, sme vychádzali z *Európskej klasifikácie zručností/kompetencií, kvalifikácií a povolání (ESCO)*, ako aj z charakteristiky všeobecných a špecifických kľúčových kompetencií, odborných vedomostí a odborných zručností definovaných v rámci projektu *Sektorovo riadené inovácie* Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny SR. Vychádzajúc z uvedených skutočností sme medzi povinné predmety zaradili základy projektového riadenia a predmety čo rozvíjajú komunikačné a prezentačné schopnosti, ako aj ďalšie mäkké zručnosti.

Jedným z najvýraznejších praktických aspektov štúdia, ktoré vychádzajú z kritérií profesijne orientovaného programu, je systematické prepojenie výučby s praxou. Odborná prax, ako povinný predmet, je rozložená na štyri semestre, v druhom a treťom ročníku, a študenti ju absolvujú vo firmách a inštitúciách a implementovaným projektovým riadením. Rovnako majú študenti možnosť prakticky sa formovať prostredníctvom stáží, z ktoré tvoria súčasť portfólia výberových predmetov. V rámci praktického vzdelávania a stáží majú možnosť podieľať sa na vedení menších projektov v spoločnostiach a inštitúciách s medzinárodným presahom, čo predpokladá komunikáciu v cudzom jazyku. Takto koncipovaný model vzdelávania umožňuje rozvíjať nielen odborné jazykové kompetencie, ale aj manažérske a interpersonálne zručnosti. Zároveň poskytuje možnosť bezprostredne spoznať a zažiť autentické pracovné prostredie.

3 Profil absolventa a prínos programu

Profil absolventa študijného programu *Cudzie jazyky v projektovej praxi* zahŕňa súbor teoretických vedomostí z oblasti systémov cudzích jazykov, medzikultúrnej komunikácie i základov projektového riadenia a praktické schopnosti a zručnosti, čo ho predurčujú na výkon profesie junior projektového manažéra či koordinátora projektovej kancelárie, a to v medzinárodnom kontexte. Absolvent disponuje vysokou úrovňou komunikačných zručností v dvoch cudzích jazykoch a v kombinácii so znalosťami základných princípov projektového riadenia a schopnosťou efektívne komunikovať v medzinárodnom prostredí je pripravený vykonávať povolania, ktoré si vyžadujú samostatný

tvorivý a koncepčný prístup k zverenej úlohe. Vyznačuje sa rozvinutými organizačnými, prezentačnými a interkultúrnymi kompetenciami, ktoré mu umožňujú zastávať pozície asistenta projektového manažéra, člena projektových tímov vo väčších organizáciách či komunikačného koordinátora v nadnárodných projektoch.

Z hľadiska teoretického ukotvenia predstavuje program *Cudzie jazyky v projektovej praxi* príspevok k trendu interdisciplinárneho vzdelávania, ktoré prepája humanitné disciplíny s manažérskymi a technologickými oblasťami, čím reaguje na spoločenskú potrebu prepojiť jazykovú kompetenciu s aplikačnými a profesijnými zručnosťami.

Budúci rozvoj programu sa spája s viacerými výzvami. Patrí medzi ne rozširovanie siete partnerov z praxe, ako aj systematické prepájanie akademického a profesijného prostredia (nielen) v rámci organizácie vyučovania, ale i realizácie odborných podujatí. Dlhodobým cieľom je etablovať študijný program ako model interdisciplinárneho vzdelávania, ktorý dokáže pružne reagovať na potreby pracovného trhu a podporovať konkurencieschopnosť absolventov v medzinárodnom prostredí.

Záver

Záverom možno konštatovať, že študijný program *Cudzie jazyky v projektovej praxi* predstavuje inovatívny prienik medzi filologickým a manažérskym vzdelávaním. Spája jazykové a interkultúrne zručnosti s praktickými poznatkami z oblasti riadenia projektov, čím otvára nové možnosti profesijného uplatnenia absolventov. Zároveň potvrdzuje, že filológia ako disciplína má potenciál prispôbiť sa aktuálnym potrebám spoločnosti a transformovať sa smerom k moderným, aplikačne orientovaným formám vysokoškolského vzdelávania.

Literatúra

[1] Balážová, Ž., Ľupták, M., Veverková, D. and Danihelová, Z. (2025). *Aplikované jazyky v univerzitnom kontexte XII*. Zvolen : Technická univerzita.

[2] European Commission (2015). *Study on Foreign Language Proficiency and Employability. Final Report*. Dostupné na: chrome-extension: https://europaerestu.eu/wp-content/uploads/2016/03/Study-on-Foreign-Language-Proficiency-and-Employability_Final-Report_final.pdf (cit. 13. 11. 2025).

[3] European Commission (2020). *Languages for Jobs. Providing multilingual communication skills for the labour market*. Dostupné na: https://ec.europa.eu/assets/eac/languages/policy/strategic-framework/documents/languages-for-jobs-report_en.pdf (cit. 13. 11. 2025).

[4] European Commission (2020). *Occupations. 1219.6 - projektový manažér/projektová manažérka*. Dostupné na: <https://esco.ec.europa.eu/sk/classification/occupation?uri=http://data.europa.eu/esco/occupation/bea99fea-0383-4c63-b944-70d4799de2c5> (cit. 29. 11. 2025).

[5] Judet de la Combe, P. and Wismann, H. (2004). *L'Avenir des langues : Repenser les humanités*. Paris : Cerf.

[6] Lubyová, M. (2018). *Kritériá akreditácie profesijne orientovaných bakalárskych študijných programov vysokoškolského vzdelávania*. Dostupné na: https://www.minedu.sk/data/files/7820_kriteria-pobsp_schvalene.pdf (cit. 29. 11. 2025).

[7] Martinaj, F. (2020). *Foreign Languages: The Key Factor in Employability. Management, University of Primorska, Faculty of Management Koper*.

[8] Pedagogická fakulta (2023). *Predmetová anketa – Vyhodnotenie. Zimný semester 2022/2023*. Dostupné na: <https://pdf.truni.sk/sites/default/files/predmetova-anketa/predmetova-anketa-2022-2023-zs.pdf> (cit. 29. 11. 2025).

[9] PMI (2021). *Talent Gap: Ten-Year Employment Trends, Costs, and Global Implications*. Dostupné na: <https://www.pmi.org/learning/careers/talent-gap-2021> (cit. 28. 11. 2025).

[10] PMI (2025). *Global Project Management Talent Gap*. Dostupné na: <https://www.pmi.org/learning/thought-leadership/global-project-management-talent-gap> (cit. 28. 11. 2025).

[11] Popíková, E. (2021). *Prezentácia učiteľskej profesie v slovenských médiách. Pedagogika*.

[12] Portál VŠ (2019). *Filológia*. Dostupné na: <https://www.portalvs.sk/sk/studijne-odbory/zobrazit/filologia#details-contents> (cit. 29. 11. 2025).

[13] Průcha, J. (2010). *Interkulturní komunikace*. Praha : Grada.

[14] Sektorovo riadené inovácie (2022). *Projektový špecialista (projektový manažér)*. Dostupné na: <https://www.sustavapovolani.sk/register-zamestnani/pracovna-oblast/karta-zamestnania/5553-zamestnanie/> (cit. 29. 11. 2025).

[15] Soler, P. (2025). Tous vos gens à latin : sur le déclin des humanités. *la Nef*.

[16] Škvrnda, F. and Zelinová, Z. (2017). Je sókratovská starosť o seba aktuálna aj v súčasnosti? *Ostium*.

VPLYV OCEŇOVACEJ METÓDY NA CSM PODĽA ŠTANDARDU IFRS 17

THE IMPACT OF THE MEASUREMENT METHOD ON CSM UNDER IFRS 17

Alžbeta DUBOVSKÁ¹

Abstrakt:

Štandard IFRS 17 predstavuje zásadnú zmenu v spôsobe vykazovania a oceňovania poistných zmlúv. Jeho cieľom je zabezpečiť jednotnosť, transparentnosť a porovnateľnosť finančných výkazov poisťovní. Tento príspevok sa zameriava na analýzu oceňovacích metód – General Measurement Model (GMM) a Variable Fee Approach (VFA) – aplikovaných na modelové portfólio investičného životného poistenia. Cieľom je porovnať tieto metódy, predovšetkým spôsob rozpúšťania zmluvnej servisnej marže (CSM) a jeho vplyv na priebeh záväzkov a výsledok hospodárenia poisťovne. Výsledky ukazujú, že napriek podobnej štruktúre oboch metód dochádza pri VFA k mierne odlišnej dynamike rozpúšťania CSM, čo má dopad na výšku vykázaného zisku a časový profil poistných záväzkov.

Kľúčové slová:

IFRS 17, investičné životné poistenie, GMM, VFA, CSM.

Úvod

Štandard IFRS 17 - Poistné zmluvy je medzinárodný účtovný štandard, ktorý upravuje vykazovanie, oceňovanie, prezentáciu a zverejňovanie poistných a zaistných zmlúv. Vstúpil do platnosti 1. januára 2023 a tým nahradil predchádzajúci IFRS 4 - Poistné zmluvy. Jeho cieľom je priniesť jednotný prístup k účtovaniu poistných zmlúv a zvýšiť transparentnosť, konzistentnosť a porovnateľnosť finančných výkazov poisťovacích spoločností.

IFRS 17 definuje poistnú zmluvu ako takú, v ktorej poisťovateľ preberá významné poistné riziko od poistníka výmenou za záväzok poskytnúť odškodnenie v prípade nastania poistnej udalosti. Týmto spôsobom sa štandard môže vzťahovať nielen na poisťovne, ale aj na iné subjekty, ktoré uzatvárajú zmluvy so znakmi poistného rizika.

S poistnými zmluvami sa podľa IFRS nemá zaobchádzať individuálne, ale mali by sa organizovať do skupín. Agregujú sa na troch úrovniach: prvou je rozdelenie

¹ Ing. ALŽBETA DUBOVSKÁ, Katedra matematiky a aktuárstva, FHI Ekonomická univerzita v Bratislave, alzbeta.dubovska@euba.sk.

na portfólia, ktoré sa zameriava na typ rizika a spôsob riadenia; druhou je časové hľadisko, ktoré zohľadňuje obdobie vzniku zmlúv; a treťou je úroveň skupiny, ktorá sa sústreďuje na ziskovosť zmlúv. Tieto úrovne zabezpečujú, že poistné zmluvy sú spravované a vykazované v kontexte, ktorý zohľadňuje ich charakteristiky a riziká. Oceňovanie poistných záväzkov sa pritom realizuje prostredníctvom troch hlavných metód:

- základná oceňovacia metóda (*angl. General Measurement Model - GMM*),
- metóda variabilného poplatku (*angl. Variable Fee Approach - VFA*),
- metóda alokácie poistného (*angl. Premium Allocation Approach - PAA*).

Tento príspevok sa zameriava na prvé dve metódy – GMM a VFA – a ich aplikáciu na modelové portfólio investičného životného poistenia. Cieľom je identifikovať odlišnosti v oceňovaní a v priebehu rozpúšťania CSM v čase.

1 General Measurement Model

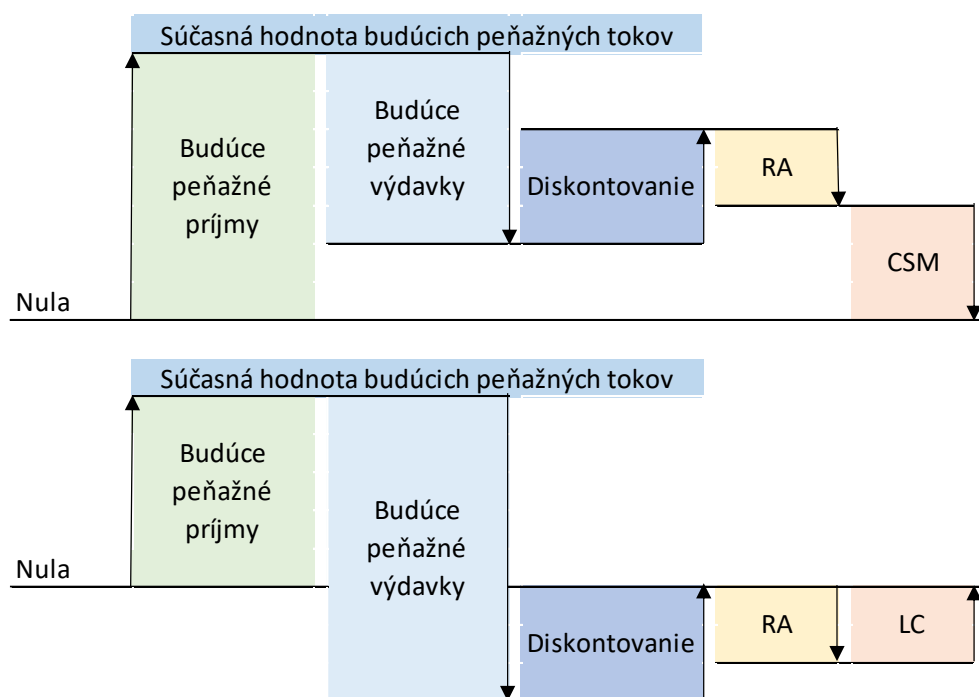
Tento základný model oceňovania sa používa pre väčšinu dlhodobých zmlúv. Nazýva sa aj Building Block Approach (BBA), keďže v sebe zahŕňa tzv. stavebné bloky. Na obrázku 1 vidíme, že sa skladá zo 4 blokov. Peňažné príjmy a výdavky sa spájajú do jedného bloku: *Očakávané budúce peňažné toky*. Sú to peňažné toky, ktoré poisťovňa očakáva, že prijme a vyplatí. Vypočítavajú sa na základe rôznych objektívnych scenárov a zahŕňajú rôzne peňažné toky, ako sú výdavky na správu a prevádzku poistných zmlúv, poistné plnenia a poistné. Druhý blok je *Risk Adjustment (RA)*, voľne interpretovaný ako riziková úprava o nefinančné riziká. Predstavuje sumu, ktorou si poisťovňa kompenzuje neistotu v očakávaných peňažných tokoch, najmä v súvislosti s poistným rizikom (riziko, že nastane viac poistných plnení alebo sú väčšie, než sa očakávalo). Výška závisí od toho, ako veľmi je poisťovňa ochotná prijať neistotu ohľadom budúcich plnení a iných záväzkov zo zmlúv. *Contractual Service Margin (CSM)* alebo zmluvná servisná marža predstavuje nezaslúžený zisk zo zmluvy, ktorý poisťovňa dosiahne, ak sa jej predpoklady naplnia. Je to suma, ktorá zostáva po odpočítaní očakávaných príjmových a výdavkových peňažných tokov a úpravy o riziko. Ak je tento súčet negatívny, namiesto CSM sa používa komponent straty (*angl. Loss Component - LC*), ktorý platí pre stratové zmluvy. Posledný blok je *diskontná sadzba*. Všetky už spomínané prvky zohľadňujú časovú hodnotu peňazí a sú diskontované touto sadzbou do súčasnosti, aby odrážali časové obdobie a finančné riziko zmluvy (Grant Thornton, 2023).

Súčasná hodnota budúcich peňažných tokov (*angl. Present Value of Future Cash Flows - PV FCF*) sa označuje ako najlepší odhad záväzku (*angl. Best Estimate Liability - BEL*). Celkový záväzok sa rozčleňuje na:

- a) Záväzok zostávajúceho krytia (*angl. Liability for Remaining Coverage - LRC*): tento záväzok sa vzťahuje na poistné krytie budúcich poistných udalostí. Ide o očakávané peňažné toky, ktorých výška ani čas nastatia sa

nevie, ale odhaduje sa na základe rôznych predpokladov. Pri prvotnom aj následnom oceňovaní sa tento záväzok vypočíta ako súčet: očakávaných peňažných tokov, RA a CSM.

- b) Záväzok za vzniknuté plnenia (*angl. Liability for Incurred Claims - LIC*): je záväzok zahŕňajúci všetky náklady a nároky spojené s poistnými udalosťami, ktoré už nastali, vrátane tých, ktoré ešte neboli nahlásené. Predstavuje súčet očakávaných peňažných tokov a RA. CSM v tomto prípade nehrá žiadnu úlohu, pretože LIC sa vzťahuje na udalosti, ktoré sa už stali, a nezohľadňuje budúce zisky ani poskytovanie služieb.



Obr. 1: Prvotné ocenenie podľa GMM metódy, vlastné spracovanie

2 Variable Fee Approach

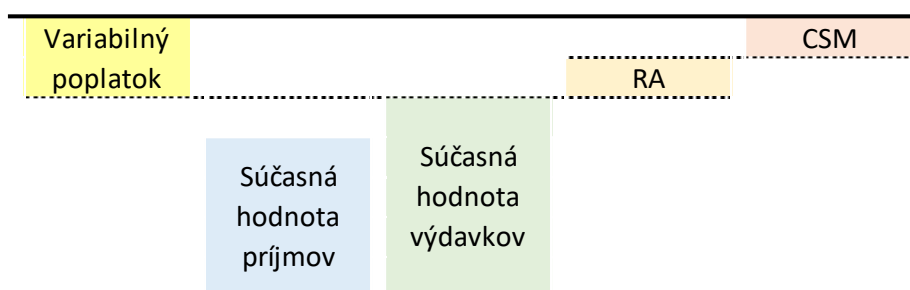
Metóda variabilného poplatku je modifikácia metódy GMM a uplatňuje sa hlavne pre poistné zmluvy životného poistenia. Zatiaľ čo metóda PAA je voliteľná a môže sa použiť iba v prípadoch, keď zmluvy spĺňajú požiadavky na zjednodušené ocenenie, prístup VFA je povinný pre všetky poistné zmluvy s priamymi účasťami (*angl. direct participating contracts*), ktoré spĺňajú nasledujúce kritéria (SAP, n.d.):

- poisťník má nárok na podiel z jasne definovanej skupiny podkladových aktív (*angl. Underlying Items – UI*),
- účtovná jednotka predpokladá, že poisťníkovi vyplátí významnú časť výnosov z reálnej hodnoty týchto podkladových aktív,

- účtovná jednotka očakáva, že podstatná časť akýchkoľvek zmien vo vyplácaných sumách poisťovníkovi sa bude meniť v závislosti od zmien v reálnej hodnote podkladových aktív.

Pri produktoch spadajúcich pod VFA investičné riziko znáša klient a jeho výnos sa priamo viaže na výkonnosť určitých aktív, napríklad investičné fondy, akcie, dlhopisy alebo iné finančné nástroje. Za správu týchto aktív si poisťovňa účtuje poplatok nazývaný „variabilný poplatok“ (*angl. Variable Fee - VF*). Hodnota tohto poplatku sa mení v závislosti od hodnoty aktív. Teda konečný záväzok poisťovne voči poisťovníkovi sa rovná sume reálnej hodnote podkladových aktív znížený o variabilný poplatok. Tento poplatok zahŕňa podiel poisťovne na reálnej hodnote podkladových aktív, mínus peňažné toky nezávislé od výnosov z týchto položiek (IASB², 2020).

V počiatočnom ocenení metóda VFA dosahuje rovnaké výsledky celkového záväzku ako metóda GMM. Je to spôsobené nulovou reálnou hodnotou podkladových aktív, keďže poisťné ešte nebolo prijaté a teda ani investované. Rozdiel prichádza až v následnom ocenení, kde sa CSM aktualizuje pri každom vykazovaní a obe metódy berú do úvahy trochu iné úpravy. V prípade VFA sa CSM neupravuje len o poskytovanie poisťných služieb, ale aj o zmeny v hodnotách podkladových aktív, ktoré ovplyvňujú výšku variabilného poplatku. Tým sa zabezpečí, že zisky alebo straty, ktoré poisťovateľ realizuje v dôsledku zmeny v cene aktív, sa neúčtujú priamo do výsledku hospodárenia, ale prostredníctvom úpravy CSM – čím sa minimalizuje volatilita účtovného zisku.



Obr. 2: Prvotné ocenenie podľa VFA metódy, vlastné spracovanie

Obrázok 2 ukazuje, že variabilný poplatok je pri počiatočnom ocenení zhodný so súčtom RA a CSM. V každom ďalšom ocenení sa súčasná hodnota variabilného poplatku (*angl. Present Value of Variable Fee – PV VF*) rovná rozdielu súčasnej hodnoty podkladových aktív (*angl. Present Value of Underlying Item – PV UI*) a súčasnej hodnote budúcich peňažných tokov.

² International Accounting Standard Board - Rada pre medzinárodné účtovné štandardy

3 Contractual Service Margin

Základným konceptom IFRS 17 je zmluvná servisná marža. Predstavuje nezaslúžený zisk skupiny poistných zmlúv z poistných služieb, ktorý poisťovateľ očakáva v budúcnosti. Štandard IFRS 17 zadáva spoločnostiam povinnosť využívať odborný úsudok pri určovaní vstupných údajov, predpokladov a metód, ktoré ovplyvňujú CSM v každom účtovnom období.

Podľa smernice Solventnosť II sa pri uzatváraní novej zmluvy vykazujú v súvahe ziskové zmluvy ako záporný záväzok, čiže aktívum, a stratové zmluvy ako kladný záväzok. Poisťovatelia tak okamžite pri uzatvorení zmluvy kapitalizujú zisky či straty, ktoré sa očakávajú na základe týchto zmlúv počas ich životnosti. IFRS 17 sa odkláňa od tohto ekonomického pohľadu a zavádza nové princípy. Prvý princíp hovorí o tom, že ak poisťovateľ uzavrie ziskovú zmluvu, nesmie mu byť dovolené okamžite vykázať všetky očakávané zisky z tejto zmluvy. Namiesto toho musí tieto zisky postupne rozkladať v čase. Druhý princíp sa zameriava na stratové zmluvy. Tu je to presne naopak, poisťovateľ nesmie rozložiť straty v čase, ale musí ich okamžite vykázať vo výkaze ziskov a strát (Yousuf et al., 2021).

Ako na každom inom trhu, tak aj v poisťovníctve sa skúsenosti neustále vyvíjajú. Ich vplyv sa môže líšiť od pôvodných predpokladov. IFRS 17 preto zavádza princíp, ktorý vyžaduje pravidelnú aktualizáciu CSM, aby presne odrážala najnovšie fakty a okolnosti. Zmeny môžu byť priaznivé, čo vedie k zvýšeniu CSM, alebo nepriaznivé, čo spôsobí jej zníženie. Ak však zníženie presiahne hodnotu CSM, zmluva sa z očakávanej ziskovej stáva stratovou. V takom prípade poisťovateľ nemôže rozložiť očakávané straty v čase, ale musí ich okamžite vykázať. To sa realizuje najprv zrušením CSM a následne vytvorením LC na zohľadnenie zostávajúceho prebytku (Yousuf et al., 2021).

1.1 Ohodnotenie CSM

Pri počiatočnom ocenení sa CSM vypočíta zo súčasnej hodnoty budúcich peňažných tokoch a diskontovanej rizikovej úpravy. Daný výpočet je pri všetkých metódach rovnaký:

$$CSM = \max\{PV FCF - RA, 0\} \quad (1)$$

Pri každom ďalšom vykazovaní sa CSM vyčíslená pri počiatočnom ocenení aktualizuje v rámci modelov GMM a VFA, ako znázorňuje tabuľka 1.

Tabuľka 1: Aktualizácie v rámci modelov

	GMM	VFA
Nové zmluvy pridané do skupiny	áno	áno
Zmeny v plnení peňažných tokov, ktoré sa týkajú budúcich služieb	áno	áno
Úrok pripočítaný ku CSM počas obdobia	áno	
Podiel poisťovateľa na zmenách reálnej hodnoty podkladových položiek		áno
Kurzové rozdiely	áno	áno

Uvoľnenie do zisku	áno	áno
--------------------	-----	-----

Zdroj: vlastné spracovanie podľa EFRAG³

Zmeny v peňažných tokoch vychádzajú predovšetkým z úprav rozdielov medzi pôvodnými odhadmi a skutočnosťou, ktoré zahŕňajú prijaté poistné, poistné plnenia alebo investičné komponenty. Tieto zmeny sa vzťahujú na budúce služby a premietajú sa do úprav LRC. Naopak, zmeny v LIC neovplyvňujú CSM, keďže sa týkajú už poskytnutých aktuálnych alebo minulých služieb.

Pri kontraktach podľa GMM sa k CSM pripisujú úroky prostredníctvom diskontnej sadzby stanovenej pri počiatočnom uznaní kontraktu, známej ako „locked-in rate“. Táto sadzba sa určuje v súlade s pravidlami IFRS 17 pre diskontovanie nominálnych peňažných tokov, ktoré nie sú ovplyvnené výnosmi z podkladových položiek. Na druhej strane, pri VFA kontraktach nie je vyžadované explicitné pripisovanie úrokov na CSM. Avšak zmeny v časovej hodnote peňazí a finančných rizikách, ktoré nevyplývajú z podkladových položiek, upravujú CSM prostredníctvom aktualizácie s použitím aktuálnych diskontných sadzieb. Zmeny v podiele poisťovateľa na zmene reálnej hodnoty podkladových aktív taktiež vedú k úprave CSM, pokiaľ nebola uznaná strata za stratové kontrakty (EFRAG, 2018).

CSM sa rovnomerne rozdeľuje medzi aktuálne a budúce obdobia uznaním jej určitej časti do zisku. Táto časť sa identifikuje na základe amortizačného faktora (*angl. Amortisation Factor - AF*) využívajúceho jednotky krytia (*angl. Coverage Units - CU*). Predstavuje určité percento, ktorým sa postupne rozpúšťa CSM až sa na konci obdobia rozpustí jej celá výška.

$$AF_t = \frac{CU_t}{\sum_t^n PVCU_t} \quad (2)$$

kde:

CU_t predstavuje jednotku krytia v čase t ,

$\sum_t^n PVCU_t$ predstavuje sumu všetkých jednotiek krytia od t -tého do n -tého obdobia.

Určiť CU sa dá viacerými metódami podľa poistného, poistnej doby, poistnej sumy atď. V našom príspevku sme si vybrali možnosť podľa poistnej sumy.

$$CU = NoP * SA \quad (3)$$

kde:

NoP je počet zmlúv (*angl. Number of Policies*),

³ European Financial Reporting Advisory Group - Európska poradná skupina pre finančné výkazníctvo

SA je poistná suma (angl. Sum Assured).

1.2 Kalkulácia CSM v počiatočnom ocenení

V tejto časti príspevku si predstavíme modelové portfólio, na ktoré sme aplikovali princípy oceňovania podľa štandardu IFRS 17. Na výpočet CSM sme využili stavebné bloky metódy GMM, pričom porovnanie s metódou VFA prebieha až v procese jeho rozpúšťania. Všetky výpočty sme realizovali v MS Excel.

Vybrané portfólio tvorí 1 000 rovnakých zmlúv investičného životného poistenia. Toto poistenie patrí medzi poistné zmluvy s priamou účasťou na aktívach poisťovne. Z tohto dôvodu na neho môžeme aplikovať metódu VFA.

Modelovaný poistný produkt je navrhnutý pre muža vo veku 30 rokov, ktorý uzatvára zmluvu na obdobie 10 rokov a platí poistné 130 € mesačne. V prípade úmrtia poistenca počas poistnej doby sa oprávneným osobám vyplátí vyššia z dvoch hodnôt. Buď minimálna garantovaná poistná suma vo výške 3 000 € alebo aktuálna hodnota jednotkového fondu, do ktorého bolo investované poistné. V prípade dožitia sa poistenca do konca poistnej doby je poistné plnenie rovné hodnote fondu, bez garancie minimálneho plnenia. Do jednotkového fondu sa investuje poistné znížené o poplatky, provízie vyplácané tretím osobám a iné náklady priamo spojené s kontraktom. Tabuľka 2 popisuje prehľad týchto znížení.

Tabuľka 2: Štruktúra poplatkov, provízií a nákladov priamo spojených s kontraktom

Administratívny poplatok	5 % mesačne
Fixný administratívny poplatok	1,50 € mesačne
Kapitálový poplatok	8 % posledný mesiac
Poplatok za správu aktív	0,20 % mesačne
Počiatočná provízia	125 % z prvého poistného
Obnovovacia provízia	1 % z mesačného poistného
Počiatočné náklady	80 € jednorazovo
Prevádzkové náklady	4 € mesačne od druhého roka
Náklady spojené s poistným plnením z dôvodu úmrtia poistenca	10 € na každú poistnú udalosť

Zdroj: vlastné spracovanie

Pri oceňovaní poistných zmlúv podľa štandardu IFRS 17 zohrávajú aktuárske predpoklady kľúčovú úlohu, pretože ovplyvňujú výšku očakávaných peňažných tokov a výsledné hodnoty záväzkov. Medzi najdôležitejšie patria: úmrtnosť, stornovanosť a diskontná sadzba. V našom modeli sa mesačná úmrtnosť pohybuje od 0,005 % - 0,008 % a diskontná sadzba okolo 1,25 %. Pri stanovení pravdepodobností storna sme brali do úvahy aj existenciu zrážok pri predčasnom

výbere (angl. surrender penalty), ktoré môžu poistencov motivovať zotrvať v zmluve a tým ovplyvňujú výšku pravdepodobností storna v jednotlivých rokoch.

Tabuľka 3: Miera stornovanosti v závislosti od roku trvania zmluvy s príslušným poplatkom

Rok	Ročná miera stornovanosti	Zrážka pri predčasnom výbere
1	10 %	50 %
2	6 %	30 %
3	2 %	10 %
4+	1 %	0 %

Zdroj: vlastné spracovanie

V počiatočnom ocenení sme na základe aktuárskych predpokladov určili PV FCF vo výške 2 181 033,24 € a RA v hodnote 353 650,70 €. Doplnením týchto hodnôt do vzorca (1) sme vypočítali CSM vo výške 1 827 382,54 €. Následne bola CSM postupne rozpúšťaná pomocou amortizačného faktora, ktorý sme stanovili na základe jednotiek krytia. Tieto jednotky vyjadrujú očakávané poistné plnenia pre prípad smrti v rámci celého portfólia.

Pred samotnou aplikáciou amortizačného faktora sa CSM upravuje o viaceré položky. V prípade oboch metód sa väčšina týchto úprav týka odchýlok medzi očakávanými predpokladmi a skutočne dosiahnutými výsledkami. Pri metóde GMM sa CSM navyše znižuje o úrok, zatiaľ čo pri metóde VFA je osobitnou položkou podiel poist'ovateľa na zmenách reálnej hodnoty podkladových aktív.

Na obrázku 3 je znázornený priebeh rozpúšťania CSM nášho modelového portfólia podľa oboch oceňovacích metód. Obe metódy vykazujú podobný klesajúci trend – pokles je spočiatku pozvoľný, avšak postupne sa zrýchľuje. Pri metóde GMM dochádza k rýchlejšiemu znižovaniu CSM v porovnaní s metódou VFA. Tento rozdiel je spôsobený aplikáciou úrokov v rámci metódy GMM.

Úroky znižujú hodnotu CSM na začiatku obdobia (*angl. beginning of period – BoP*) a ovplyvňujú aj tempo rozpúšťania v jednotlivých rokoch, pretože amortizačný faktor sa uplatňuje až po znížení o úroky. Po odpočítaní úroku a ročného rozpúšťania získame hodnotu CSM na konci obdobia (*angl. ending of period – EoP*), ktorá zároveň predstavuje východiskovú hodnotu BoP na začiatku nasledujúceho roka.

Pri metóde VFA sa neaplikuje úrok, ale podiel poist'ovateľa na zmenách reálnej hodnoty podielových aktív. Tento podiel však nie je možné presne vyčíslit' bez využitia scenárového modelovania, čo presahuje rozsah tohto príspevku. Amortizačný faktor je preto aplikovaný na CSM bez akejkoľvek úpravy, v dôsledku čoho je hodnota rozpustenia CSM za daný rok vyššia pri metóde VFA v porovnaní s metódou GMM. Naopak, celkové zníženie hodnoty CSM je výraznejšie pri metóde GMM, keďže v tomto prípade sa odpočítava aj úrok, ktorého hodnota prevyšuje rozdiel medzi hodnotou rozpustenia jednotlivých metód.



Obr. 3: Porovnanie vývoja CSM pri metóde GMM a metóde VFA, vlastné spracovanie

1.3 Následné oceňovanie

Po počiatočnom ocenení nasleduje fáza priebežného, tzv. následného ocenenia. Zahŕňa pravidelné prehodnocovanie súčasnej hodnoty budúcich peňažných tokov, rizikovej úpravy a zmluvnej servisnej marže, a to na základe nových informácií, aktuálnych skúseností a zmenených predpokladov.

V analyzovanom portfóliu sme sa zamerali výhradne na rozdiel medzi očakávaným a skutočným počtom úmrtí a zmlúv, ktoré zanikli predčasne. Ostatné aktualizácie, ako je napríklad zmena diskontnej krivky alebo úprava parametrov súvisiacich s nákladmi, sme v tomto prípade nezohľadňovali. Tento prístup umožňuje jednoznačne identifikovať a kvantifikovať vplyv zvolených skúsenostných odchýlok na hodnotu CSM. Následne sa zameriame na spôsob, akým sa tieto aktualizácie premietnu v účtovníctve a aký majú dopad na štvrťročné finančné výkazníctvo poisťovne.

Tabuľka 4 poskytuje prehľad očakávaného a skutočného počtu úmrtí a predčasne vypovedaných zmlúv za prvé tri mesiace sledovaného obdobia. Z porovnania vyplýva, že reálny počet úmrtí bol vyšší, než sa pôvodne predpokladalo, zatiaľ čo počet vypovedaných zmlúv bol naopak nižší oproti očakávaniam.

Tabuľka 4: Porovnanie skutočných a očakávaných hodnôt

Mesiac	1	2	3	Spolu
Skutočný počet úmrtí	0	1	0	1
Očakávaný počet úmrtí	0,0234	0,0232	0,0230	0,0696
Skutočný počet vypovedania zmlúv	10	8	5	23
Očakávaný počet vypovedania zmlúv	8,7414	8,6648	8,5888	25,9950

Zdroj: vlastné spracovanie

Výkaz ziskov a strát (P&L) poskytuje prehľad o výnosoch a nákladoch vyplývajúcich zo zmlúv uznaných podľa štandardu IFRS 17. Na obrázku 4 vidíme, že je štruktúrovaný do dvoch hlavných častí a to výsledok za poistné služby a finančný výsledok z poistenia. Táto štruktúra umožňuje oddeliť položky týkajúce sa poistných služieb (napríklad príjmy z poistného či zmeny záväzkov) od tých, ktoré súvisia s finančnými premennými, ako je napríklad diskontovanie alebo zmeny v investičných predpokladoch. Týmto rozdelením sa zvyšuje transparentnosť a zrozumiteľnosť výkazníctva pre používateľov účtovnej závierky.

1. Výsledok za poistné služby	-1 636,71
1.1 Výnosy z poistných služieb	244 548,88
CSM rozpustenie	612,68
RA rozpustenie	118,57
očakávané poistné plnenia	3 429,03
očakávané provízie	160 387,90
očakávané náklady	80 000,70
1.2 Náklady na poistené služby	246 185,59
skutočná výška poistných plení	5 544,34
skutočná výška provízií	160 631,25
skutočná výška nákladov	80 010,00
2. Finančný výsledok z poistenia	1 834,00
skutočné investičné výnosy z podkladových aktív	1 826,41
nadbytok skutočného oproti očakávaného výnosu	7,59
Čistý finančný výsledok	197,28

Obr. 4: Výkaz ziskov a strát pri metóde GMM, vlastné spracovanie

Výsledok za poistné služby je negatívny, pretože celkové náklady prevýšili výnosy. Hlavným dôvodom je výrazná odchýlka medzi očakávanými a skutočnými poistnými plneniami. Je zrejmé, že vyšší počet úmrtí mal väčší vplyv na výsledok než nižší počet vypovedaných zmlúv. Na druhej strane, finančný výsledok z poistenia je pozitívny, keďže skutočné výnosy z podkladových aktív mierne prevýšili pôvodné očakávania. Keďže neaktualizujeme úrokovú krivku teda vývoj na finančných trhov, tento nárast možno pripísať vyššiemu počtu aktívnych poistných zmlúv v portfóliu. V dôsledku nižšej stornovanosti a vyššieho počtu úmrtí ostalo v portfóliu viac platných zmlúv, čo viedlo k väčšiemu objemu naakumulovaného poistného a teda aj vyššiemu investičnému základu.

Pozitívny finančný výsledok tak čiastočne kompenzuje nepriaznivý výsledok za poistné služby a v konečnom dôsledku prispieva k mierne kladnému čistému výsledku vo výške 197,28 €.

Na obrázku 5 je znázornený výkaz ziskov a strát pri použití metódy VFA. Všetky položky sú zhodné ako pri metóde GMM, rozdiel však spočíva vo výške rozpustenia CSM. Táto hodnota priamo ovplyvňuje výnosy z poistných služieb, a tým aj výsledok za poistné služby, čo sa následne premietá do celkového čistého finančného výsledku. Pri metóde VFA dosahuje poisťovňa mierne nižší zisk v porovnaní s metódou GMM. Napriek tomu, že rozdiel je relatívne malý, poukazuje na citlivosť výsledného zisku na spôsob rozpúšťania CSM v rámci jednotlivých oceňovacích prístupov.

1. Výsledok za poistné služby	-1 637,10
1.1 Výnosy z poistných služieb	244 548,49
CSM rozpustenie	612,29
RA rozpustenie	118,57
očakávané poistné plnenia	3 429,03
očakávané provízie	160 387,90
očakávané náklady	80 000,70
1.2 Náklady na poistené služby	246 185,59
skutočná výška poistných plení	5 544,34
skutočná výška provízií	160 631,25
skutočná výška nákladov	80 010,00
2. Finančný výsledok z poistenia	1 834,00
skutočné investičné výnosy z podkladových aktív	1 826,41
nadbytok skutočného oproti očakávaného výnosu	7,59
Čistý finančný výsledok	196,90

Obr. 5: Výkaz ziskov a strát pri metóde VFA, vlastné spracovanie

Záver

V úvode príspevku bol predstavený štandard IFRS 17, pričom osobitná pozornosť bola venovaná jeho hlavným princípom a podrobnej analýze oceňovacích metód GMM a VFA. Následne bola pozornosť zameraná na CSM ako jeden z kľúčových prvkov oceňovania poistných záväzkov, a to najmä z hľadiska rozdielov v jej aktualizácii a rozpúšťaní pri jednotlivých metódach.

V praktickej časti príspevku boli princípy IFRS 17 aplikované na modelové portfólio investičného životného poistenia, na ktorom bolo možné pozorovať rozdielne správanie CSM pri použití oboch oceňovacích prístupov. Výsledky analýzy ukázali, že hoci metódy GMM a VFA vykazujú podobný trend vývoja CSM v čase, rozdiely vznikajú v dôsledku odlišného zaobchádzania s úrokovou úpravou a zohľadnením podielu poisťovateľa na zmenách reálnej hodnoty podkladových aktív.

Pri metóde GMM dochádza k rýchlejšiemu poklesu CSM z dôvodu aplikácie úrokovej úpravy, zatiaľ čo pri VFA je pokles miernejší, no hodnota ročného rozpustenia CSM je vyššia. Tieto rozdiely sa následne premietajú aj do účtovných výkazov, kde metóda VFA vedie k mierne nižšiemu vykázanému zisku.

Zistenia potvrdzujú, že voľba oceňovacej metódy má priamy dopad na finančné výsledky a interpretáciu poistných záväzkov podľa IFRS 17. Analýza zároveň poukazuje na potrebu presného a konzistentného prístupu k aktualizáciám CSM, keďže aj relatívne malé rozdiely v metodike môžu mať významný vplyv na vykazovaný zisk poisťovne a jej finančné riadenie.

Literatúra

- [1] EFRAG. (2018, March). *IFRS 17 Background briefing paper: CSM allocation*. Available at: <https://www.efrag.org/sites/default/files/sites/webpublishing/SiteAssets/IFRS%2017%20Background%20briefing%20paper%20CSM%20allocation.pdf>
- [2] Grant Thornton. (2023, March). *Financial services knowledge series on IFRS 17: General Measurement Model (GMM) unwrapped – Volume II*. Available at: <https://www.grantthornton.in/globalassets/1.-member-firms/india/assets/pdfs/financial-services-knowledge-series-on-ifs-17-general-measurement-model-volume-ii.pdf>
- [3] IASB. (2020). *Amendments to IFRS 17 (IFRS Standard No. 17:2020)*. Available at: <https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/meetings/2020/february/iasb/ap2b-amendments-to-ifs.pdf>
- [4] SAP. (n.d.). *Variable Fee Approach*. SAP Help Portal. Retrieved March 21, 2025, from https://help.sap.com/docs/SAP_INSURANCE_ANALYZER/a942929993574672a013feceaf67a450/8c46bfb54d1b4e9ca7d9e8a0aee26ca7.html
- [5] Yousuf, W., Stansfield, J., Malde, K., Mirin, N., Walton, R., Thorpe, B., ... Er, C. (2021). *The IFRS 17 contractual service margin: a life insurance perspective*. In: British Actuarial Journal, Vol. 26, e2. doi:10.1017/S1357321721000015

MODULÁRNY PRÍSTUP PROJEKTOVÉHO RIADENIA A UMELEJ INTELIGENCII VO VZDELÁVANÍ

A MODULAR APPROACH TO PROJECT MANAGEMENT AND AI IN EDUCATION

Martin *HIRTL*¹, Henrieta *HRABLIK CHOVANOVÁ*²

Abstrakt

Príspevok rieši prenikanie metód projektového riadenia a nástrojov umelej inteligencie do vysokoškolského vzdelávania. Cieľom je overiť modulárny rámec prepájania výučby s praxou. Vychádzame zo skúseností z pilotných prednášok, programov rozvoja pedagógov a kurzov prispôbených potrebám priemyslu. Navrhujeme proces vzdelávania a rámec školení s definovanými metódami, rolami, artefaktmi a spätnou väzbou. Pilotné nasadzovanie prebieha ako design-based research s iteráciami a priebežným dolad'ovaním. Uvádzame odporúčanie pre Kanban a Critical Chain ako efektívne nástroje. Efektivitu posudzujeme podľa rozvoja projektových kompetencií a kvality výstupov, podľa priebehu a prenosu postupov do praxe. Dbáme na bezpečné využívanie AI, riadenie prostredníctvom RACI matice, štvrťročné revízie a transparentný changelog. Diskutujeme hodnotenie pre/post dotazníkmi, systematickým pozorovaním a reflexiami účastníkov.

Kľúčové slová

projektový manažment; Kanban; Critical Chain; AI vo vzdelávaní; hodnotenie kompetencií

Abstract

The paper addresses the integration of project management methods and artificial intelligence tools into higher education. The aim is to validate a modular framework that connects teaching with practice. The work builds on experience from pilot lectures, teacher development programs, and courses tailored to the needs of industry. We propose an educational process and a training framework with defined methods, roles, artifacts, and feedback mechanisms. Pilot implementation is conducted as design-based research with iterative testing and continuous refinement. Recommendations are presented for using Kanban and Critical Chain as effective tools. The effectiveness is evaluated based on the development of project competencies, the quality of outcomes, and the transfer of

¹ Ing. MARTIN HIRTL, Slovenská technická univerzita so sídlom v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta v Trnave, Ústav priemyselného inžinierstva a manažmentu, martin.hirtl@stuba.sk.

² doc. Ing. HENRIETA HRABLIK CHOVANOVÁ, PhD., Slovenská technická univerzita so sídlom v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta v Trnave, Ústav priemyselného inžinierstva a manažmentu, henrieta.chovanova@stuba.sk.

procedures into practice. Authors emphasize the safe use of AI, management through a RACI matrix, quarterly reviews, and a transparent changelog. Evaluation methods include pre/post questionnaires, systematic observation, and participant reflections.

Key words

Project Management; Kanban; Critical Chain; AI in Education; Competency Assessment.

JEL classification

I23 Higher Education; D83 Search, Learning, Information and Knowledge; M53 Training

1 Introduction

The increasing use of digital technologies and artificial intelligence in organisational settings is gradually shaping the expectations placed on future project managers. Although the fundamental principles of project management remain well established, contemporary practice increasingly incorporates automation, data-driven decision-making and AI-assisted workflows.

This article addresses issues by examining the theoretical foundations of AI in higher education and relating them to the current state of project management instruction at MTF STU. Drawing on insights from a literature review and practical findings from an industry-based exploratory initiative, the study outlines a modular educational framework intended to incorporate digital and AI-supported methods into project-based learning. The overarching goal is to contribute to a gradual shift toward more flexible and practice-oriented learning environments that reflect evolving project management workflows and competency requirements.

2 Theoretical Foundations of AI-Enhanced Project Management Education

The integration of artificial intelligence into higher education is widely described as a central driver of digital transformation, reshaping instructional design and influencing the competencies expected from graduates. In project management education, AI is increasingly conceptualised not as an auxiliary technological extension but as a structural factor that affects how knowledge is delivered, assessed and applied. Recent systematic and conceptual studies highlight that AI-enabled automation, predictive analytics and intelligent decision-support tools are beginning to complement traditional project management methods, prompting a re-evaluation of pedagogical approaches,

competency frameworks and programme structures (Ajani et al., 2024; Katsamakas et al., 2024; Zinkiv et al., 2025; Sultana, 2024).

From a pedagogical perspective, current research emphasises constructivist, experiential and dialogic learning theories as suitable foundations for AI integration in higher education. These approaches promote active engagement, collaborative knowledge construction and reflective learning (processes that can be strengthened through AI-based adaptive instruction, real-time feedback and simulations of complex project environments) (Daniels, 2025; Kyselova, 2024; Kotsis, 2025). Reported benefits include higher learner motivation and improved acquisition of transferable competencies through AI-enhanced project-based learning, game-based learning with AI-generated scenarios, and the use of large language models for formative guidance (Nsair et al., 2024; Sahana et al., 2025).

A second major stream of literature focuses on the evolution of competency frameworks for project managers working in AI-intensive environments. Competency-based models (including those derived from DACUM) extend established project management standards by defining new knowledge areas, skills and sub-competencies related to AI literacy, data-driven decision-making and the interpretation of predictive or prescriptive analytics (Psyché et al., 2023; Oyekunle et al., 2024). These insights suggest that traditional bodies of knowledge such as IPMA ICB®, PMBOK® and PRINCE2® require complementary competencies that enable practitioners to combine algorithmic outputs with human judgment in a balanced manner (Bodea et al., 2020; Mahfuz, 2025). At the same time, several authors warn that uncritical reliance on AI may lead to the erosion of core innovation and problem-solving capabilities if human expertise is not consciously maintained and strengthened (Bushuyev et al., 2024; Menshikova et al., 2024).

Research further draws attention to risks associated with algorithmic bias, opaque decision-making, data protection and academic integrity in AI-enhanced learning environments (Leelavathi & Halkhoree, 2024; Alevizos et al., 2024; Sultana, 2024). These challenges underscore the need for transparent, guided and ethically grounded use of AI, supported by institutional policies, legal frameworks and continuous professional development for educators (Levchenko and Lukiianchuk, 2025; Murdan & Halkhoree, 2024; Wangdi, 2024). Without adequate scaffolding, students may overestimate the reliability of AI-generated content or fail to develop the independent critical judgment central to professional project management practice (Krammer, 2023; Cook & Cook, 2024).

Finally, theoretical work on digital transformation and systems thinking argues that AI integration must be holistic rather than additive. AI influences not only instructional activities but also assessment structures, administrative processes and the overall organisation of study programmes (Katsamakas et al., 2024; Liew et al., 2024). In project management education, this perspective supports the shift from rigid, linearly structured courses toward more flexible and modular designs capable of accommodating technological advances, aligning

learning outcomes with authentic project workflows and supporting personalised learning paths (Mokiienko & Morozova, 2023; Mahfuz, 2025). These theoretical foundations provide the basis for the subsequent evaluation of the current state of project management instruction at MTF STU and inform the development of the modular framework proposed in this study.

3 Research Design and Methodological Approach

The study applies a combined methodological approach integrating a literature review, an analysis of the current Project Management course at MTF STU, and insights derived from an industry-based exploratory initiative.

A review of publications from 2019 to 2025 was conducted to identify theoretical foundations, pedagogical models and competency frameworks relevant to the integration of AI into project management education. An initial set of 1302 academic publications were retrieved through SciSpace and complementary academic platforms. Following relevance screening, the synthesis concentrated on studies addressing AI-enabled pedagogy, competency development and institutional digital transformation in higher education.

The structure and content of the existing Project Management course at MTF STU were examined through document analysis. Course materials declared learning outcomes and methodological components were compared with insights emerging from the literature review. The aim was to identify limitations related to the course's linear structure, its limited exposure to digital tools, and the absence of guided AI-supported workflows. No interviews with instructors or students were conducted, representing a methodological limitation. However, the available documentation provided an adequate basis for comparative curricular assessment.

Empirical insights were collected through a pilot series of AI-oriented training activities developed for OSRAM. The exploratory phase involved structured discussions with more than 30 employees across multiple departments, including Global Business Services, Finance, Production, Internal Logistics, Project Management, Purchasing, Controlling, Supply, Packaging and Quality. The subsequent training sessions were attended by approximately 32 employees and incorporated short "4L" retrospectives (Liked, Learned, Lacked, Longed For), which supported iterative refinement and revealed common patterns in digital skill gaps, routine task structures and opportunities for AI-supported workflow improvements.

Together, these methodological components created a foundation for the development of the proposed modular educational framework.

4 Analysis of Course Structure and Identified Limitations

Project management education at the Faculty of Materials Science and Technology of the Slovak University of Technology is provided through the compulsory course *Project Management*, taught in the fourth semester of the

master's programme in Industrial Management. The course combines theoretical lectures with practical sessions and reflects the structure of established project management knowledge areas. It begins with an introduction to project management methodologies and standards such as ICB®, PMBOK® and PRINCE2®, followed by an overview of project lifecycle models. Subsequent lectures address the project management cycle and project start-up activities, including the preparation of the project brief, feasibility study and project mandate. The initiation phase further includes start-up workshops, formulation of benefits and objectives, stakeholder identification and the creation of a project charter using the CANVAS approach.

A substantial part of the course is dedicated to project planning. Students are taught to develop a Product Breakdown Structure (PBS) and a Work Breakdown Structure (WBS), create project schedules based on effort and duration estimates, identify milestones and prepare Gantt charts and network analyses. Planning-oriented topics also include deliverable planning, resource planning through the Organizational Breakdown Structure (OBS), responsibility matrices, human resource plans, cost and budget planning, financing plans and risk management plans. Additional lectures address communication, quality, procurement and sustainability planning. Execution and control are covered through topics such as project meetings, progress monitoring and corrective actions.

Further course sections introduce project selection methods (numerical and non-numerical) and develop student understanding of Earned Value Management (EVM). The logical framework approach concludes the thematic structure of the course, culminating in the creation and interpretation of the logical framework matrix.

According to the defined learning outcomes, students are expected to acquire:

- An understanding of project management processes, methods and tools (e.g., PBS, WBS, OBS, Logframe, EVM).
- Practical skills in applying project management methods and tools.
- The ability to use operational research methods for project selection, planning, execution and control.
- Skills in project management processes using MS Project.

While the course provides a comprehensive and well-structured overview of established project management methods, its predominantly linear structure limits the integration of digital tools and constrains opportunities for students to engage with AI-supported workflows. Contemporary project management practice increasingly relies on digital environments that support automation, analytical processing and decision-making. Introducing students to such tools (together with guided instruction on their responsible and informed use) would strengthen their preparedness for professional roles. Purposeful demonstrations of AI-supported workflows, including key concepts such as tokenization, hallucinations and

system limitations, could help students develop the critical judgment required for effective and ethical interaction with AI tools.

The findings from the literature review align with these observed limitations. Across higher education contexts, traditional linear course designs are consistently identified as a barrier to adopting AI-enhanced methods such as adaptive learning tools, AI-based simulations, automated assessment and competency-oriented digital platforms. Although the MTF STU course fully covers classical methodologies and planning techniques, it lacks AI-enabled analytical or predictive components that are increasingly relevant to project management practice. As a result, students are insufficiently exposed to competencies emphasised in contemporary literature, including AI-supported decision-making, enhanced documentation workflows, predictive planning and AI-augmented risk evaluation.

Ongoing innovation activities at the faculty utilise collaborative robotic station, visual guidance interfaces and AI-enabled inspection software to support teaching in selected industrial management subjects. These technologies expose students to hybrid human–technology workflows, where visual instructions, semi-automated decision support and quality-control functionalities play a central role. Such experiences present the relevance of integrating digital and AI-supported elements not only into project management education. Particularly in areas related to workflow design, task coordination and critical evaluation of automated outputs.

Alignment between theoretical recommendations and the current state at MTF STU reinforces the need for a more flexible, modular and digitally oriented course structure. The modular educational framework proposed in this paper aims to address limitations by integrating relevant digital and AI-supported methods into project-based learning.

5 Development of the Modular Framework

The proposed modular framework was developed by insights gathered during a pilot series of AI-oriented training sessions conducted with OSRAM. Although the primary purpose of the OSRAM collaboration was corporate training rather than academic instruction. The process used in initiative provided an insight for designing an educational framework suitable for higher education.

The OSRAM training followed a sequence that proved transferable to the academic environment. It began with defining clear objectives, proceeded through an analysis of available digital tools and existing competencies, and culminated in designing modular learning units supported by iterative feedback. Systematic procedure directly inspired the architecture of the proposed educational framework. Accordingly, the adaptation for university settings followed five steps:

1. Clarifying the educational objectives. As in OSRAM's initial alignment phase, the academic framework begins with establishing what

competencies students are expected to achieve (related to responsible AI use, workflow redesign, analytical reasoning and digital fluency in project management contexts).

2. Conducting a structured analysis. Mirroring OSRAM's exploratory phase, the educational adaptation includes:
 - An assessment of available institutional tools and licenses (e.g., Gemini, Notebook LM, Copilot, Jira, others).
 - An analysis of students' baseline AI knowledge.
 - A review of student needs and expectations regarding digital and AI-supported project work.
3. Designing the module catalogue. Drawing on OSRAM's development of thematic modules, the educational framework introduces a structured set of learning blocks categorised into *Shall*, *Can* and *Voluntary* modules. Structure ensures that essential competencies are covered while allowing for learner-driven extension in more advanced areas.
4. Providing the modules to students. Similar to OSRAM's deployment of selected modules, the educational framework foresees integrating modules into lectures, practical sessions and project-based assignments. Enabling students to apply AI-supported methods in authentic project scenarios.
5. Establishing process rules and feedback mechanisms. Adapting OSRAM's "4L" retrospectives, the educational version incorporates short feedback cycles to refine module content. Additionally, learning progress is structured through the use of Kanban boards and elements of Critical Chain Project Management, helping students visualise tasks, manage workload and reflect on their learning trajectory.

The exploratory work at OSRAM further helped identify recurring task patterns (documentation, planning, analysis and communication) which occurs naturally in education or academic field as well. The integration of AI-enhanced visual systems used for guiding manual tasks and inspecting component quality also informed the emphasis on clarity, structured artefacts and iterative verification within the proposed modules. Interacting with such systems requires students to understand the logic of AI-supported evaluation, interpret visual cues and respond to automated feedback. Competencies mirrored in the framework's focus on guided workflows and reflective learning. Based on these insights, a preliminary catalogue of twenty-five thematic modules was drafted. Each module contained a clearly defined learning objective, experience level and a thematic focus. Ranging from foundational topics (e.g. how large language models generate outputs) to applied areas involving workflow redesign, decision-support tools and generative AI integration into traditional project management practices. The catalogue of modules served as a concept for the academic framework.

The collaborative work with OSRAM informed three main design principles of the final educational framework:

1. Structured progression from fundamentals to application. Learners first develop conceptual understanding of AI before applying it to the tasks.
2. Alignment of modules with authentic project tasks. Module content reflects real planning, documentation and analytical routines observed in both industry and student project work.
3. Iterative refinement based on feedback cycles. The educational framework builds on tested rapid-adjustment model. Which ensures that modules evolve continuously based on student feedback and assessment results.

The resulting modular system comprises learning blocks that can be combined, adapted or expanded to suit different educational contexts. Each module includes:

- Clearly defined learning outcomes.
- A project management method or AI tool to be applied.
- Required student artefacts (e.g., workflow redesign, prompt structures, planning outputs).
- A short feedback cycle.
- Guidance for further refinement.

Although developed in a different organisational setting, the OSRAM experience provided insights into common task patterns, skill gaps and preferred learning formats. These insights enabled the creation of a modular, practice-oriented, and adaptable educational framework. It supports the integration of digital and AI-supported methods into project-based learning and students' readiness for contemporary project management practice

digital and AI-supported methods into project-based learning environments in higher education.

6 Discussion

The findings of this study highlight the increasing relevance of integrating digital and AI-supported practices into project management education. The literature review indicates that higher education institutions face persistent challenges when attempting to incorporate AI-enabled methods into traditionally structured project management courses. These insights align with observations from the current state analysis at MTF STU, where the course provides a strong methodological foundation but offers only limited exposure to digital or AI-assisted workflows. The modular system supports requirements by linking each learning unit to clear outcomes and artefacts that reflect real planning, documentation and decision-making tasks. Competency-based evaluation therefore becomes an essential mechanism for understanding how effectively students apply both classical project management tools and AI-enhanced methods within project scenarios. This includes not only the observable quality of student work but also the cognitive processes behind it.

The OSRAM pilot illustrates how AI-supported training benefits from an iterative and data-driven approach. Conducted according to principles of design-

based research, the initiative applied a mixed-method evaluation strategy that combined quantitative and qualitative evidence. Although this evaluation is not described in detail in the main methodological section, the pilot allowed us to test an effective combination of pre/post questionnaires (analysed using a paired t-test) to measure changes in participant competencies, together with structured observation and reflective feedback collected through the 4L retrospective. Quantitative results provided an indication of competency development, while qualitative insights revealed recurring task patterns, the nature of digital skill gaps and the need for guided AI workflows. These findings informed the architecture of the proposed modular system and demonstrate its relevance for educational settings. Building on this experience, we propose that future academic pilot testing at MTF STU adopt a similar mixed-method evaluation logic, enabling continuous refinement of the modules based on empirical evidence and student feedback.

7 Limitations and recommendations

Several limitations must be acknowledged when interpreting the current study. First, the modular educational framework is presented in its conceptual and developmental stage. While the OSRAM pilot provided valuable insights for module design, the framework has not yet been deployed in the academic environment. Planned evaluation methods were not implemented within the university setting and remain part of the next phase of the research. Future pilot cycles should apply these methods to capture changes in student competencies, assess learning processes and verify how effectively AI-supported tasks are integrated into project assignments.

A second limitation concerns institutional prerequisites required for sustainable implementation. The successful integration of AI-supported learning experiences depends on governance structures. To ensure transparency, safety and long-term adaptability, it is recommended that institutions define a layer encompassing role assignment through a RACI matrix, periodic (e.g., quarterly) module reviews and the maintenance of a changelog documenting updates and pedagogical adjustments. The safe use of AI should also be supported by explicit guidelines clarifying acceptable use, data protection requirements and the responsibilities of instructors and students when interacting with generative AI tools.

Finally, while the modular system draws from authentic industrial experiences, its transferability across different academic contexts may vary depending on available infrastructure, institutional readiness and digital skill levels of students and faculty. These factors should be considered in future implementation and may require preliminary training or targeted support measures.

8 Conclusion

This paper presented a proposal of modular educational framework designed to enhance project management instruction through the integration of digital and AI-supported methods. The framework responds to the growing need for flexible, practice-oriented learning. The modular system emphasises structured competency development by linking learning outputs to authentic project tasks and incorporating iterative refinement mechanisms inspired by design-based research. Future implementation will require comprehensive evaluation to assess the framework's effectiveness in improving student competencies and supporting responsible use of AI tools. The planned adoption of mixed-method evaluation offers basis for data-driven refinement. Establishing governance mechanisms, will further contribute to the sustainability and reliability of the framework.

The proposed approach has the potential to strengthen students' readiness for digital project environments, support the development of analytical and decision-making skills and contribute to the evolving landscape of project management education. As pilot testing at MTF STU progresses, the framework will continue to be adapted based on empirical evidence and user feedback, ensuring its long-term relevance and applicability.

This article was written with the financial support of the project grant provided by Nadácia Tatra banky as part of Grantový program VZDELANIE pre inštitúcie 2024, "Vytvorenie edukačného kolaboratívneho pracoviska pre kontrolu kvality". Mladý Výskumník No. 1348 "Advanced Research and Skills Development in AI for Industry and Education".

Literatúra

- [1] Alevizos, V., Georgousis, I., Simasiku, A., Messinis, A., Karypidou, S. and Malliarou, D. (2024). Evaluating the Inclusiveness of Artificial Intelligence Software in Enhancing Project Management Efficiency – A review and examples of quantitative measurement methods. In 2024 International Conference on Artificial Intelligence, Computer, Data Sciences and Applications (ACDSA) (1–11. pp.). IEEE. <https://doi.org/10.1109/acdsa59508.2024.10467463>
- [2] Ajani, O., Akintolu, M. and Afolabi, S. O. (2024). The emergence of artificial intelligence in the higher education. International Journal of Research in Business and Social Science (2147- 4478), 13(8), 157–165. pp. <https://doi.org/10.20525/ijrbs.v13i8.3507>
- [3] Bodea, C., Muller, M., Mogos, R. and Dascalu, M. iuliana. (2020). AI-BASED E-LEARNING FOR TRAINING PROJECT MANAGERS TO NAVIGATE IN VUCA ENVIRONMENTS. In eLearning and Software for Education (Vol. 2, 319–327. pp.). University Publishing House. <https://doi.org/10.12753/2066-026x-20-126>

- [4] Bushuyev, S., Bushuiev, D., Bushuieva, V., Bushuyeva, N. and Murzabekova, S. (2024). The Erosion of Competencies in Managing Innovation Projects due to the Impact of Ubiquitous Artificial Intelligence Systems. *Procedia Computer Science*, 231, 403–408. pp. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.12.225>
- [5] Cook, J. S. and Cook, J. (2024). Artificial intelligence in management education: transformative potential and challenges. *SAM Advanced Management Journal*, 89(4), 340–355. pp. <https://doi.org/10.1108/samamj-05-2024-0026>
- [6] Daniels, M. (2025). AI-Powered Game-Based Learning for Project Management Education. *European Conference on Games Based Learning*, 19(1), 209–216. pp. <https://doi.org/10.34190/ecgbl.19.1.4203>
- [7] Katsamakos, E., Pavlov, O. V. and Saklad, R. (2024). Artificial intelligence and the transformation of higher education institutions (Version 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2402.08143>
- [8] Kotsis, K. T. (2025). Integrating Artificial Intelligence into Higher Education Curricula: Challenges and Opportunities for Science-Based Programs. *International Journal of Artificial Intelligence Engineering and Transformation*, 6(1), 04–12. pp. <https://doi.org/10.54660/ijaiet.2025.6.1.04-12>
- [9] Krammer, S. M. (2023). Is there a glitch in the matrix? Artificial intelligence and management education. *Management Learning*, 56(2), 367–388. pp. <https://doi.org/10.1177/13505076231217667>
- [10] Kyselova, O. (2024). Implementing Project-Based Learning Using Artificial Intelligence. *Проблеми Сучасних Трансформацій. Серія: Педагогіка*, 4. <https://doi.org/10.54929/2786-9199-2024-4-06-02>
- [11] Leelavathi, R. and Surendhranatha, R. C. (2024). ChatGPT in the classroom: navigating the generative AI wave in management education. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*. <https://doi.org/10.1108/jrit-01-2024-0017>
- [12] Levchenko, N. and Lukiianchuk, I. (2025). ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION: PROBLEMS AND THEORETICAL PERSPECTIVES. *Social Work and Social Education*, 1(14), 290–299. pp. [https://doi.org/10.31499/2618-0715.1\(14\).2025.332255](https://doi.org/10.31499/2618-0715.1(14).2025.332255)
- [13] Mahfuz, M. U. (2025). Integrating Digital Transformation in Project Management Course for Undergraduates. In *2025 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)* (1–4. pp.). IEEE. <https://doi.org/10.1109/isec64801.2025.11147410>
- [14] Menshikova, M., Bonacci, I. and Scrozza, D. (2024). УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: АНАЛИЗ ВОСПРИЯТИЯ МЕНЕДЖЕРОВ ПРОЕКТОВ. *Human Progress*, 10(3), 7–7. pp. <https://doi.org/10.34709/im.1103.7>

- [15] Mokiienko, I. and Morozova, H. (2023). Modern models and methods of project management in higher education institutions. *Management of Development of Complex Systems*, 56, 105–115. pp. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.105-115>
- [16] Murdan, A. P. and Halkhoree, R. (2024). Integration of Artificial Intelligence for educational excellence and innovation in higher education institutions. In *2024 1st International Conference on Smart Energy Systems and Artificial Intelligence (SESAT)* (1–6. pp.). IEEE. <https://doi.org/10.1109/sesai61023.2024.10599402>
- [17] Pereira, E., Nsair, S., Pereira, L. R. and Grant, K. (2024). Constructive alignment in a graduate-level project management course: an innovative framework using large language models. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00457-2>
- [18] Oyekunle, D., Asante Darkwah, J. and Damilare Olusesi, L. (2024). Project Management Competencies in AI-Driven Environments: A Qualitative Assessment. *International Journal of Innovative Science and Research Technology* (IJISRT), 1769–1779. pp. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/ijisrt24apr1522>
- [19] Psyché, V., Tremblay, D.-G., Miladi, F. and Yagoubi, A. (2023). A Competency Framework for Training of AI Projects Managers in the Digital and AI Era. *Open Journal of Social Sciences*, 11(05), 537–560. pp. <https://doi.org/10.4236/jss.2023.115032>
- [20] Sahana, B. S., Poola, K., Elias, S. and Saima, S. (2025). Generative AI in Management Education. In *Advances in Computational Intelligence and Robotics* (73–104. pp.). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-2150-9.ch004>
- [21] Sultana, S. (2024). AI in Higher Education. In *Advances in Educational Marketing, Administration, and Leadership* (111–136. pp.). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3534-5.ch006>
- [22] Wangdi, P. (2024). Integrating Artificial Intelligence in Education: *International Journal of Research in STEM Education*, 6(2), 50–60. pp. <https://doi.org/10.33830/ijrse.v6i2.1722>
- [23] Zhing Liew, Y., Huey Ping Tan, A., Hwa Yap, E., Shen Lim, C., P.P. Abdul Majeed, A., Zhu, Y., Chen, W., Chen, S.-H. and Ying Tuan Lo, J. (2024). Systems Thinking on Artificial Intelligence Integration into Higher Education: Causal Loops. In *Complex Systems with Artificial Intelligence - Sustainability and Self-Constitution*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1008246>
- [24] Zinkiv, I., Konovalova, I., Polska, I., Roshchenko, O. and Rozhnova, T. (2025). Integration of Artificial Intelligence into the Curricula of Higher Education Institutions. *LatIA*, 3, 300. p. <https://doi.org/10.62486/latia2025300>

VÝUČBA PROJEKTOVÉHO MANAŽMENTU NA UNIVERZITÁCH: PERSPEKTÍVA A APLIKÁCIA METODIKY IPMA

TEACHING PROJECT MANAGEMENT AT UNIVERSITIES: PERSPECTIVE AND APPLICATION OF IPMA METHODOLOGY

Veronika HORNIÁKOVÁ¹

Abstrakt:

Článok sa zaoberá využitím metodiky IPMA pri výučbe projektového manažmentu na vysokých školách. Cieľom je identifikovať prínosy, obmedzenia a navrhnúť syllabus kurzu, ktorý reflektuje kompetenčný rámec IPMA. Výsledky ukazujú, že kompetenčný prístup IPMA prispieva k holistickému rozvoju študentov a zvyšuje ich pripravenosť na prax.

Kľúčové slová:

projektový manažment, IPMA, kompetenčný model, výučba, syllabus

Úvod

Projektový manažment predstavuje kľúčovú disciplínu v kontexte modernej organizácie. Metodiky projektového riadenia zohrávajú významnú úlohu pri zvyšovaní efektívnosti procesov, alokácii zdrojov a dosahovaní strategických cieľov.

Medzi najrozšírenejšie patria metodiky od *Project management institute* (PMI), spoločnosti Axelos – *Project in controlled environments* (PRINCE2) a International project management association (IPMA). Pričom metodika IPMA sa odlišuje predovšetkým svojím kompetenčným prístupom. Ten kladie dôraz na technické, behaviorálne a kontextové kompetencie projektových manažérov.

Cieľom tohto článku je analyzovať možnosti implementácie IPMA metodiky do vysokoškolského vzdelávania, identifikovať výhody a nevýhody tohto prístupu a predstaviť návrh syllabu kurzu orientovaného na rozvoj projektových kompetencií.

Nižšie uvádzame porovnanie jednotlivých metodík vzhľadom na aplikovateľnosť vo vysokoškolskej výučbe. Tabuľka č.1 bola vytvorená zhrnutím

¹ Ing. Veronika HORNIÁKOVÁ, PhD., MSc., Katedra aplikovanej informatiky, FHI, Ekonomická univerzita v Bratislave, veronika.horniakova@euba.sk.

našich poznatkov na základe autorov Kuster a kol., (2023) a Vukomanović, Young a Huynink, (2016).

Tabuľka č. 1: Porovnanie aplikovateľnosti vybraných metodík vo vzdelávaní (vlastné spracovanie)

KRITÉRIUM	IPMA	PMI (PMBOK)	PRINCE2
HLAVNÝ PRÍSTUP	Kompetenčný model	Procesný rámec	Riadenie podľa produktov
ZAMERANIE	Technické + behaviorálne + kontextové kompetencie	Procesy a znalosti	Jasné riadiace štruktúry
VHODNOSŤ PRE VÝUČBU	Vysoká pre komplexný rozvoj študentov	Vysoká pre technické znalosti	Výborná na holistické pochopenie
MIERA ABSTRAKcie	Stredná	Nízka	Stredná

1 Metodika a teoretické východiská

Táto časť podrobne rozoberá kľúčové metodické a teoretické rámce, ktoré tvoria základ pre efektívny manažment projektov a jeho didaktiku.

1.1 Metodika IPMA – Komplexný model kompetencií

Medzinárodná asociácia pre projektové riadenie (IPMA) prostredníctvom svojej normy *IPMA Individual Competence Baseline* (ICB) poskytuje globálne uznávaný referenčný model. ICB definuje 4. verziu (IPMA ICB4) so 46 kompetenčnými prvkami, ktoré sú roztriedené do troch základných domén.

Tieto domény spoločne tvoria holistický rámec, zdôrazňujúci, že úspech v projektovom manažmente závisí nielen od technických zručností, ale rovnako od kontextuálneho pochopenia a líderských vlastností. Nižšie uvádzame spracovanie z IPMA (2015):

Perspektíva

Táto doména sa zameriava na kontext, stratégiu, implementáciu a súlad (compliance). Tieto kompetencie zaisťujú, že projektový manažér rozumie makro-prostrediu, v ktorom sa projekt realizuje, a dokáže ho strategicky zasadiť do cieľov organizácie.

Kľúčové oblasti:

- Stratégia a implementácia: Pochopenie vízie, stratégie a cieľov organizácie.
- Riadenie (Governance, Risk & Compliance): Dodržiavanie noriem, zákonov, etiky a zvládanie komplexnosti.
- Financie a trvalá udržateľnosť: Efektívne finančné riadenie a zohľadnenie dlhodobého dopadu projektu.

Ľudia

Doména soft skills a vedenia je kritická pre efektívnu prácu s projektovým tímom, stakeholdermi a riešenie konfliktov. Tieto kompetencie sú kľúčové pre úspech projektu, pretože projekty realizujú ľudia.

Kľúčové oblasti:

- Vedenie (Leadership): Inšpirovanie, motivovanie a usmerňovanie tímu.
- Komunikácia a vyjednávanie: Jasná výmena informácií, zvládanie komunikácie so stakeholdermi a dosahovanie dohôd.
- Konflikty a krízy: Schopnosť predchádzať konfliktom, riešiť ich a efektívne zvládať krízové situácie.
- Etika a hodnoty: Preukázanie profesionálnej integrity a dodržiavanie etických princípov.

Praktiky

Táto doména zahŕňa tradičné, technické zručnosti projektového manažmentu, ktoré sú nevyhnutné pre efektívne riadenie jednotlivých projektových procesov a oblastí v rámci životného cyklu projektu.

Kľúčové oblasti:

- Plánovanie a riadenie harmonogramu: Definovanie, štruktúrovanie a riadenie aktivít projektu.
- Riadenie rizík a príležitostí: Identifikácia, analýza a reakcia na neistoty.
- Riadenie zdrojov a obstarávania: Efektívne alokovanie a riadenie ľudských, materiálnych a finančných zdrojov, vrátane externého obstarávania.
- Riadenie kvality a zmien: Zabezpečenie, že výstupy projektu spĺňajú stanovené požiadavky a kontrolované spracovanie požiadaviek na zmeny.

Tento model je v rámci vzdelávania cenný, pretože zdôrazňuje holistické vlastnosti projektových manažérov a presahuje rámec čisto procesných prístupov.

1.2 Výučba projektového manažmentu – Didaktika orientovaná na kompetencie

Didaktika projektového manažmentu sa dynamicky vyvíja, aby reflektovala komplexnosť projektovej reality. Tradičné metódy výučby sa dopĺňajú o aktívne a zážitkové učenie (Bartoska, Svobodová a Jarkovska, M. (2011)).

Tradičné a aktívne metódy využívané pri výučbe projektového manažmentu:

- Teoretické základy (Prednášky): Poskytujú nevyhnutné znalosti (terminológia, procesy, nástroje).
- Aplikácia znalostí (Prípadové štúdie a Tímové zadania): Umožňujú študentom aplikovať teóriu na reálne alebo simulované scenáre, čím rozvíjajú Praktiky.
- Zážitkové učenie (Simulácie a Hranie rolí): Simulujú komplexnú projektovú dynamiku, čím intenzívne rozvíjajú Perspektívu a Ľudí (najmä líderské a komunikačné zručnosti).

Implementácia metodiky IPMA do kurikula má silný pedagogický efekt, pretože zameriava kurzy na rozvoj kompetencií, nie iba na odovzdávanie znalostí. Napríklad môžeme uviesť (Rzempała, Janecka a Juźwik, (2023):

- Hodnotenie soft skills a vedenia: ICB model núti hodnotiť aj ne-technické zručnosti, čo sa v tradičnom vyučovaní často zanedbáva.
- Sebahodnotenie a reflexia: Kľúčový pedagogický nástroj IPMA, kde si študenti vedome hodnotia úroveň svojich kompetencií v každej zo 46 oblastí. Táto reflexívna prax je nevyhnutná pre sebaregulované učenie a neustály profesionálny rozvoj.
- Integrácia kontextu: Zdôrazňovaním domény Perspektíva sa kurzy posúvajú od izolovaného riadenia úloh k pochopeniu, ako projekty slúžia strategickým cieľom organizácie.

Vďaka tomuto komplexnému prístupu pripravuje výučba založená na IPMA kompetenciách absolventov lepšie na komplexnú a dynamickú prax projektového manažmentu.

2 Výhody aplikácie IPMA vo vysokoškolskom vzdelávaní

Metodika IPMA, založená na IPMA ICB, sa odlišuje od procesne orientovaných štandardov, ako je napr. PMBOK Guide alebo PRINCE2, svojím zameraním na individuálnu kompetenciu projektového manažéra. Tento prístup prináša špecifické výhody, ale aj určité výzvy.

2.1 Výhody metodiky IPMA

Medzi hlavné výhody kompetenčného prístupu metodiky IPMA vhodnej pre vzdelávanie na univerzitách patria (Rzempała, Janecka a Juźwik, (2023)):

- *Holistický rozvoj projektových manažérov*
IPMA je unikátna v tom, že kladie rovnaký dôraz na tri domény: Perspektívu (kontext), Ľudí (správanie) a Praktiky (techniky).
To zaisťuje, že certifikovaní manažéri nie sú len technici procesov, ale aj lídri s pochopením strategického kontextu.
- *Zameranie na soft skills a leadership*
Doména Ľudia explicitne zahŕňa kritické zručnosti, ako je vedenie, vyjednávanie, riešenie konfliktov a etika. Tieto tzv. soft skills sú často rozhodujúce pre úspech projektu, najmä v komplexnom a maticovom prostredí.
- *Dôraz na kontext a stratégiu (Perspektíva)*
Metodika núti manažérov projektov pochopiť, ako sa ich práca dotýka strategických cieľov organizácie (Governance), čím minimalizuje riziko realizácie projektov, ktoré nemajú biznis hodnotu. Patrí sem aj riadenie portfólia a programov.
- *Model pre neustály rozvoj (Sezóna a Certifikácia)*
IPMA certifikačný systém (štyri úrovne: D, C, B, A) je postavený na preukazovaní kompetencií a skúseností, nielen na absolvovaní testu. Vyžaduje reflexiu a sebahodnotenie, čím podporuje celoživotné vzdelávanie a systematický rozvoj manažéra.

2.2 Nevýhody a výzvy metodiky IPMA

Výzvami pri zavádzaní metodiky IPMA ICB sú najmä (Kuster a kol., (2023):

- *Nižšia procesná špecifickosť*
IPMA sa zameriava na „čo by mal projektový manažér vedieť a ako by sa mal správať“ (kompetencia), a nie na „ako presne má projekt prebiehať“ (proces). Pre organizácie, ktoré potrebujú striktný, krok za krokom návod na implementáciu procesov, môže byť ICB menej konkrétny ako PMBOK alebo PRINCE2.
- *Subjektivita pri hodnotení kompetencií*
Hodnotenie zručností z domény Ľudia a Perspektíva je inherentne subjektívnejšie a náročnejšie na meranie v porovnaní s technickými znalosťami procesov. Certifikačný proces na vyšších úrovniach preto

vyžaduje pohovory a posúdenie rozsiahlej dokumentácie, čo je časovo náročné.

- *Časová a finančná náročnosť certifikácie*

Vyššie úrovne certifikácie (A, B, C) vyžadujú preukázanie predošlej projektovej praxe a komplexné posúdenie kompetencií. To robí proces drahším a časovo náročnejším pre jednotlivcov aj organizácie, v porovnaní s certifikáciami, ktoré sú založené len na písomnom teste.

- *Menšie globálne povedomie v niektorých sektoroch*

Aj keď je IPMA silne etablovaná v Európe a Ázii, v niektorých sektoroch, najmä v Severnej Amerike, môže byť model PMI (Project Management Institute) s jeho PMBOK Guide a certifikáciou PMP viac rozšírený a preferovaný.

Využívanie metodiky IPMA vo vysokoškolskom prostredí prináša jasné pedagogické výhody, no vyžaduje aj vyššie nároky na organizáciu výučby. Kľúčom k úspešnej implementácii je kombinácia teoretických prednášok, praktických workshopov a reflexívnych aktivít. Za vhodné sa ukazuje integrovanie projektových simulácií, ktoré podporujú skúsenostné učenie.

Záver

IPMA predstavuje robustný rámec pre výučbu projektového manažmentu, ktorý zdôrazňuje komplexný rozvoj študentov. Umožňuje pripraviť absolventov nielen na technické aspekty riadenia projektov, ale aj na komunikačné, organizačné a etické výzvy.

Medzi hlavné prínosy pre študentov patria:

- *Rozvoj kritického myslenia a rozhodovania* - Študenti sa učia hodnotiť situácie v kontexte, analyzovať riziká a prijímať informované rozhodnutia.
- *Zlepšenie komunikačných a tímových zručností* - Kompetencie z domény „Ľudia“ sú priamo aplikovateľné v pracovnom prostredí aj mimo projektov.
- *Pripravenosť na certifikáciu a prax* - IPMA orientuje študentov na reálne potreby praxe a umožňuje plynulý prechod k certifikačnému systému.
- *Vyššia zamestnateľnosť* - Absolventi so skúsenosťou s IPMA rámcom sú atraktívni pre zamestnávateľov hľadajúcich adaptabilných projektových manažérov.

Ako z článku vyplýva, vhodnou aplikáciou didaktických metód a prístupov k vzdelávaniu môžeme dosiahnuť výborné výsledky znalostí študentov a ich prípravu na prax.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy ESG A-25-103/3020-17 Zlepšovanie znalostí a zručností študentov v oblasti projektového manažmentu s využitím metodiky IPMA.

Literatúra

- [1] Bartoska, J., Svobodová, R. a Jarkovska, M. (2011). IPMA STANDARD ELEMENTS AND FEEDBACK IN PROJECT MANAGEMENT TEACHING. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*. 4.
- [2] IPMA. (2015) Individual competence baseline for project management. Zurich
- [3] Kuster, J. a kol. (2023). *Reference List for the Individual Competence Baseline (ICB) from IPMA (International Project Management Association)*. DOI: 10.1007/978-3-662-66211-3_6.
- [4] Rzempala, J. a Janecka, K. a Juźwik, M. (2023). The Importance of Developing Soft Skills in Project Management -Students' Perspective, Based on the Example of IPMA-Student Certification. *European Research Studies Journal*. Volume XXVI. 628-640. DOI: 10.35808/ersj/3193.
- [5] Vukomanović, M. a Young, M. a Huynink, S. (2016). IPMA ICB 4.0 — A global standard for project, programme and portfolio management competences. *International Journal of Project Management*. 34. DOI: 10.1016/j.ijproman.2016.09.011.

VYUŽITIE AI A LLM V INOVATÍVNYCH PRÍSTUPOCH VO VZDELÁVANÍ

USING AI AND LLM IN INNOVATIVE APPROACHES IN EDUCATION

Árpád LÁNGYI¹

Abstrakt:

Cieľom článku je predstaviť didaktický a technický rámec využitia veľkých jazykových modelov (LLM [1, 2, 3, 4] – Large Language Models) v projektovo orientovanej výučbe (PBL), so zameraním na automatické generovanie user stories, tvorbu akceptačných kritérií a odhad prácnosti. LLM [1, 2, 3, 4] sú modely umelej inteligencie [1, 2] trénované na veľkom množstve textových dát, ktoré dokážu generovať, analyzovať a štruktúrovať text podobným spôsobom, ako to robí človek. Vďaka tomu umožňujú podporu kreatívneho aj analytického myslenia vo vzdelávaní.

V agilnom projektovom riadení je základným prvkom tzv. user story – krátky, používateľsky orientovaný opis požiadavky vo formáte „Ako [typ používateľa] chcem [cieľ], aby som [dosiahol hodnotu]“. Viaceré user stories tematicky príbuzné sa zoskupujú do epikov (epics), ktoré reprezentujú väčšie celky alebo hlavné ciele systému. Kvalita jednotlivých user stories sa posudzuje pomocou rámca INVEST [7] (Independent, Negotiable, Valuable, Estimable, Small, Testable), ktorý definuje, že každá požiadavka má byť nezávislá, vyjednatel'ná, hodnotná, odhadnuteľná, malá a testovateľná.

Na definovanie testovateľných podmienok sa používa špecifický jazyk Gherkin [7], ktorý opisuje akceptačné kritériá prostredníctvom scenárov vo formáte Given–When–Then (teda „Za daných podmienok, keď nastane udalosť, očakávam výsledok“). Tento zápis uľahčuje automatizáciu testovania a overenie funkčnosti.

Pri rozhodovaní o poradí implementácie jednotlivých úloh sa využíva metóda WSJF [9] – Weighted Shortest Job First, ktorá vypočítava pomer obchodnej hodnoty, časovej kritickosti a zníženia rizika k veľkosti úlohy. Výsledkom je dátovo podložené určenie priorít backlogu.

LLM [1, 2, 3, 4] v tomto rámci používame prostredníctvom promptov – teda štruktúrovaných inštrukcií, ktorými študent alebo pedagóg zadáva modelu konkrétnu úlohu (napr. „vytvor 5 user stories pre tému...“ alebo „navrhni Gherkin [7] kritériá pre túto požiadavku“). Kvalita promptu priamo ovplyvňuje kvalitu výstupu modelu a stáva sa kľúčovou zručnosťou pri integrácii AI do výučby.

¹ Ing. Árpád LÁNGYI, externý doktorand, Katedra aplikovanej informatiky, FHI Ekonomická univerzita v Bratislave, arpad.langyi@euba.sk.

Navrhovaný prístup prepája agilné metódy projektového riadenia (Scrum [5], Kanban [6, 8]) s modernými didaktickými stratégiami (flipped classroom [10], mastery learning [11], formatívne hodnotenie [12]). Predstavujeme referenčný proces, ktorý zahŕňa (1) zber kontextu a tvorbu epikov, (2) generovanie a validáciu user stories podľa INVEST [7], (3) tvorbu akceptačných kritérií v Gherkin [7]e, (4) odhad prácnosti s kalibráciou na historické dáta, (5) prioritizáciu pomocou WSJF [9] a (6) meranie kvality artefaktov a vzdelávacích výstupov. Diskutujeme implementačný plán pre 6–8 týždňový modul, metriky (MAPE, bias, pokrytie kritériami) a odporúčania pre integráciu AI do predmetov zameraných na projektové riadenie a softvérové inžinierstvo.

Kľúčové slová:

Veľké jazykové modely (LLM), user stories, akceptačné kritériá (Gherkin), odhad prácnosti, agilné metódy / WSJF.

Úvod

Umelá inteligencia (AI) a najmä jej podmnožina – veľké jazykové modely (LLM [1, 2, 3, 4], Large Language Models) – prinášajú do vysokoškolského vzdelávania nové možnosti, ktoré presahujú tradičné metódy výučby. Tieto modely sú trénované na rozsiahlych textových korpusoch a dokážu analyzovať, sumarizovať či generovať text s vysokou mierou zrozumiteľnosti a kontextovej presnosti. V pedagogickom prostredí to znamená, že môžu poskytovať personalizované vysvetlenia, rýchlo prototypovať nápady, vytvárať výučbové artefakty a poskytovať automatizovanú spätnú väzbu na študentské výstupy.

V projektovo orientovanej výučbe (Project-Based Learning, PBL), kde študenti riešia reálne problémy a vytvárajú funkčné výstupy, je kľúčovým krokom tvorba kvalitného zoznamu nevybavených úloh (backlogu). Backlog predstavuje súbor všetkých požiadaviek, ktoré sa majú implementovať v projekte, a slúži ako dynamický plán činností tímu. Kvalita backlogu závisí od jasnosti, granularizácie a správnej prioritizácie úloh.

LLM dokáže v tomto procese pôsobiť ako „spolusprievodca“ tímu, ktorý:

- pomáha klasifikovať a štruktúrovať požiadavky,
- automaticky generuje user stories – krátke, používateľsky orientované popisy požiadaviek (napr. „Ako študent chcem nahráť zadanie, aby som získal spätnú väzbu od učiteľa“),
- vytvára akceptačné kritériá, ktoré určujú, za akých podmienok možno požiadavku považovať za splnenú,
- a napokon asistuje pri odhadovaní prácnosti a prioritizácii úloh, teda rozhodovaní, ktoré úlohy prinesú najväčšiu hodnotu vzhľadom na investovaný čas.

Vďaka týmto schopnostiam môžu LLM fungovať ako interaktívny partner vo výučbe, ktorý prepája technickú stránku agilného riadenia projektov s rozvojom kritického a analytického myslenia študentov.

Cieľom článku je preto predstaviť opakovateľný a didakticky overiteľný postup pre pedagógov a študentov, ktorý spája moderné výučbové metódy (flipped classroom [10], mastery learning [11], formatívne hodnotenie [12]) s princípmi agilného projektového manažmentu (Scrum [5], Kanban [6, 8]) a praktickým využitím LLM ako nástroja pre podporu tvorby, validácie a hodnotenia študentských projektov.

1 Teoretické východiská

1.1 Agilné princípy v projektovom manažmente

Moderné prístupy k riadeniu projektov sa čoraz viac opierajú o agilnú filozofiu, ktorá zdôrazňuje iteratívny vývoj, spoluprácu v tíme a neustálu spätnú väzbu. Medzi najrozšírenejšie agilné rámce patria Scrum [5] a Kanban [6, 8].

Scrum [5] je metodika, ktorá rozdeľuje vývoj do krátkych časových úsekov nazývaných sprinty (zvyčajne 1–4 týždne). V každom sprinte tím plánuje, implementuje a vyhodnocuje konkrétnu sadu úloh. Kľúčové sú aj rituály ako daily stand-up (krátke denné stretnutia), sprint review (zhodnotenie výstupov) a retrospektíva [12] (analýza procesov).

Kanban [6, 8] oproti tomu nepracuje s pevnými iteráciami, ale zameriava sa na plynulý tok práce prostredníctvom vizuálneho zobrazenia úloh na tzv. Kanban [6, 8] tabuli. Táto metóda kladie dôraz na limitovanie rozpracovaných úloh (Work in Progress – WIP) a optimalizáciu priechodnosti procesu (throughput).

V oboch prípadoch je centrálnym prvkom backlog – dynamický zoznam požiadaviek a úloh, ktoré tím postupne spracúva. Každá požiadavka v backlogu býva opísaná formou user story.

1.2 User stories a rámec INVEST [7]

User story je krátky, používateľsky orientovaný popis požiadavky, ktorý vystihuje čo používateľ potrebuje a prečo. Používa sa ustálený formát:

„Ako [typ používateľa] chcem [cieľ], aby som [získal hodnotu].“

Kvalita týchto používateľských príbehov sa posudzuje podľa princípu INVEST [7], ktorý je akronymom pre:

- I – Independent (nezávislá),
- N – Negotiable (vyjednatel'ná),
- V – Valuable (hodnotná),
- E – Estimable (odhadnuteľná),
- S – Small (dostatočne malá),
- T – Testable (testovateľná).

Tento rámec zaručuje, že každá požiadavka je zrozumiteľná, hodnotiteľná a overiteľná - čo je zásadné aj pre vzdelávací kontext, v ktorom študenti potrebujú jasné merateľné ciele.

1.3 Gherkin [7] a akceptačné kritériá

Aby bolo možné user stories testovať, dopĺňajú sa o akceptačné kritériá, ktoré určujú, kedy možno úlohu považovať za dokončenú. Na ich zápis sa často používa Gherkin [7] syntax, štruktúrovaný jazyk využívaný v behavior-driven development (BDD). Gherkin [7] opisuje správanie systému prostredníctvom scenárov typu:

- Given (za daných podmienok)
- When (keď nastane udalosť)
- Then (očakávaný výsledok).

Takto formulované kritériá sú jednoznačné, zrozumiteľné pre neprogramátorov a priamo použiteľné na automatizované testovanie prostredníctvom nástrojov ako Cucumber alebo Behave.

1.4 Odhad prácnosti a prioritizácia pomocou WSJF [9]

Pri riadení projektov je nevyhnutné určiť nielen čo treba urobiť, ale aj v akom poradí. Na to slúži metóda WSJF [9] – Weighted Shortest Job First, ktorá pochádza z rámca Scaled Agile Framework (SAFe).

WSJF [9] sa vypočíta ako pomer medzi hodnotou (Business Value + Time Criticality + Risk Reduction) a veľkosťou úlohy (Job Size). Výsledok pomáha tímu rozhodnúť, ktoré úlohy prinášajú najvyššiu hodnotu pri najnižšej náročnosti. Táto metóda má v edukácii dôležitý efekt – učí študentov uvažovať v pojmoch náklad – prínos – priorita a podporuje dátovo podložené rozhodovanie.

2 Moderné metódy výučby a ich prepojenie s agilným prístupom

Súčasná didaktika zdôrazňuje aktívne a reflektívne učenie. Flipped classroom („obrátaná trieda“) presúva osvojovanie teórie mimo kontaktnej výučby a uvoľňuje priestor na praktické riešenie úloh počas seminárov.

Mastery learning vychádza z princípu postupného zvládania učiva – študent postupuje ďalej až po zvládnutí predchádzajúcej úrovne. Tento prístup je príbuzný agilnému princípu iteratívneho zlepšovania.

Formatívne hodnotenie je priebežný proces poskytovania spätnej väzby s cieľom podporiť učenie a nie len merať výkon. V spojení s agilnými praktikami (napr. retrospektívy) sa z neho stáva prirodzený nástroj rozvoja kompetencií.

Všetky tieto metódy sa v projekte prepájajú prostredníctvom LLM, ktoré môžu v reálnom čase generovať úlohy, poskytovať hodnotenie či simulovať projektové scenáre – čím zvyšujú interaktivitu a personalizáciu výučby.

2.1 Didaktický návrh modulu (6–8 týždňov)

Navrhovaný modul predstavuje didakticko-technický rámec, ktorý umožňuje integrovať agilné projektové metódy, LLM -asistované nástroje a moderné pedagogické prístupy do výučby predmetov zameraných na projektové riadenie a softvérové inžinierstvo. Modul je navrhnutý ako iteratívny proces, v ktorom študenti postupne prechádzajú všetkými fázami od návrhu po reflexiu a meranie výsledkov učenia.

Vzdelávacie výstupy (Learning Outcomes – LO)

Po absolvovaní modulu študent:

LO1: Vytvára user stories spĺňajúce princípy rámca INVEST [7] (Independent, Negotiable, Valuable, Estimable, Small, Testable), čo znamená, že dokáže formulovať požiadavky používateľsky orientovaným, testovateľným a hodnotným spôsobom.

LO2: Navrhne akceptačné kritériá v jazyku Gherkin [7], ktorý využíva formát Given–When–Then na špecifikáciu očakávaného správania systému a podporuje automatizované testovanie.

LO3: Realizuje odhad prácnosti v tzv. story pointoch, teda v jednotkách, ktoré vyjadrujú relatívnu náročnosť úlohy, a dokáže vysvetliť racionálne (zdôvodnenie) odhadu. Odhady sú podporené LLM [1, 2, 3, 4]-simuláciou tímovej diskusie (planning poker).

LO4: Aplikuje metódu WSJF [9] (Weighted Shortest Job First) na určenie priorit úloh a vie zdôvodniť, prečo je konkrétna úloha uprednostnená na základe pomeru hodnoty k veľkosti.

LO5: Kriticky hodnotí výstupy generované umelou inteligenciou (AI), rozpoznáva riziká ako halucinácie modelu, nekonzistentnosť alebo nadmernú závislosť na AI, a vie vysvetliť proces validácie výstupov.

2.2 Štruktúra modulu podľa týždňov

Každý týždeň rozvíja špecifickú zručnosť prepojenú s jedným alebo viacerými vzdelávacími výstupmi (LO).

1. týždeň – Úvod do agilných princípov a LLM; miniprojekt, vízia a personas

Študenti sa oboznamujú so základnými pojmami agilu, princípmi empirizmu (transparentnosť, inšpekcia, adaptácia) a fungovaním LLM ako jazykového asistenta. V rámci miniprojektu definujú víziu projektu a vytvárajú tzv. personas -

fiktívne reprezentácie používateľov, ktoré pomáhajú pochopiť potreby a kontext cieľovej skupiny.

2. týždeň – Zber doménového kontextu; tvorba epikov a prvé user stories

Študenti analyzujú problémovú doménu, identifikujú epiky (väčšie tematické celky projektu) a transformujú ich na prvé user stories podľa šablóny INVEST. LLM asistuje pri sumarizácii zdrojových textov, generovaní nápadov a návrhoch na rozdelenie príliš komplexných stories.

3. týždeň – Akceptačné kritériá v Gherkin [7]e; základná automatizácia testov

Pre každú story sa vytvárajú akceptačné kritériá vo formáte Given–When–Then. Študenti si osvojujú princíp Behavior-Driven Development (BDD) a využívajú Gherkin editor na tvorbu testovacích scenárov. Následne experimentujú so základnou automatizáciou testov, napr. pomocou nástrojov ako Behave alebo Cucumber, pričom LLM poskytuje návrhy scenárov a opravy syntaxe.

4. týždeň – Odhad prácnosti: baseline, kalibrácia, planning poker (so simuláciou LLM)

Študenti sa učia používať story pointy na odhad prácnosti, pričom využívajú Fibonacciho škálu [2]. Vysvetľuje sa pojem baseline – referenčná úloha, voči ktorej sa porovnávajú ostatné odhady. Planning poker je tímová technika, pri ktorej každý člen tímu navrhuje odhad, po diskusii sa dosiahne konsenzus. LLM môže simulovať úlohy jednotlivých rolí (frontend, backend, testovanie) a generovať argumenty, ktoré študenti porovnávajú so svojimi vlastnými.

5. týždeň – Prioritizácia pomocou WSJF; plán iterácie; riziká a závislosti

Tím aplikuje WSJF (Weighted Shortest Job First) – metódu určovania priorít, ktorá zohľadňuje obchodnú hodnotu (Business Value), časovú kritickosť (Time Criticality), zníženie rizika (Risk Reduction) a veľkosť úlohy (Job Size). Študenti vytvárajú iteráciu (plán sprintu) s ohľadom na dostupné zdroje a závislosti medzi úlohami. Diskutujú tiež o rizikách projektu a spôsoboch ich mitigácie.

6. týždeň – Implementácia MVP; testovanie podľa akceptačných kritérií

V tejto fáze sa vytvára MVP (Minimum Viable Product) – minimálne funkčný produkt, ktorý obsahuje najdôležitejšie funkcie pre overenie hodnoty riešenia. Testovanie prebieha proti vopred definovaným akceptačným kritériám v Gherkine, pričom sa sleduje, ktoré story sú „done“ podľa definície Definition of Done (DoD).

7. týždeň – Review, retrospektíva; metriky kvality a učenia

Po dokončení MVP tím prezentuje výsledky na sprint review a následne realizuje retrospektívu - reflexiu procesov, spolupráce a využitia AI. Zavádzajú sa metriky kvality ako MAPE (Mean Absolute Percentage Error) pre presnosť odhadov, miera plnenia akceptačných kritérií a kvalitatívne ukazovatele učenia (sebaposúdenie, peer review).

8. týždeň – Záverečná prezentácia; reflexia prínosov a limitov AI

Študenti prezentujú výsledný produkt, hodnotia dopad využitia AI/LLM a formulujú etické, technické a didaktické odporúčania. Súčasťou je písomná reflexia, kde študenti zhodnocujú prínos AI pre efektivitu a učenie, ako aj riziká (napr. preberanie chýb, závislosť na modeloch, otázky originality).

2.3 Hodnotenie a metriky

Systém hodnotenia zohľadňuje nielen kvalitu výsledného riešenia, ale aj proces učenia, spoluprácu a schopnosť argumentovať rozhodnutia:

- 40 % – artefakty (backlog, user stories, akceptačné kritériá),
- 30 % – odhad a prioritizácia (vrátane zdôvodnenia WSJF a reflexie plánovania),
- 20 % – implementačný inkrement (MVP a testovanie),
- 10 % – reflexia a etické aspekty využitia AI.

Tento systém podporuje formatívne hodnotenie a zaručuje rovnováhu medzi technickou kompetenciou, analytickým myslením a etickou zodpovednosťou pri práci s AI.

2.4 Referenčný AI/LLM [1, 2, 3, 4] pracovný postup

Táto kapitola opisuje navrhnutý referenčný pracovný postup (workflow), ktorý využíva veľké jazykové modely ako asistenta vo všetkých kľúčových fázach projektovo orientovanej výučby. Cieľom nie je nahradiť ľudské rozhodovanie, ale poskytnúť študentom dátovo a metodicky podporený proces, v ktorom môžu analyzovať, validovať a porovnávať výstupy AI so svojimi vlastnými rozhodnutiami.

Proces sa skladá zo šiestich hlavných krokov – od zberu kontextu po meranie kvality – pričom každý z nich rozvíja konkrétnu zručnosť v rámci vzdelávacích výstupov (LO1–LO5).

2.5 Zber kontextu a tvorba epikov

Východiskovým bodom je zber informácií o doméne projektu, teda kontextu, v ktorom sa riešenie bude realizovať.

Vstupy:

- opis domény (napr. „Digitálne služby univerzity“),

- definované personas (typickí používatelia ako študent, učiteľ, administrátor),
- problem statements (jasne formulované problémy, ktoré má riešenie odstrániť),
- príklady existujúcich riešení alebo referenčných aplikácií.

Z týchto vstupov LLM pomocou vhodného promptu – štruktúrovanej inštrukcie, ktorá definuje úlohu modelu – sumarizuje hlavnú tému do epikov.

Príklad promptu:

„Zhrň doménu do 5–7 epikov. Pre každý epic uveď cieľ používateľa, hlavné funkcie a riziká. Zahrň aj non-functional requirements (výkon, bezpečnosť, dostupnosť).“ Epic predstavuje väčší celok (napr. „Správa používateľských účtov“), z ktorého sa neskôr odvídzajú detailnejšie user stories. Tento krok rozvíja schopnosť študentov zhrnúť zložité informácie, identifikovať kľúčové oblasti systému a pochopiť širší kontext používateľských potrieb.

Generovanie user stories a INVEST validácia

Na základe epikov LLM generuje user stories, teda krátke používateľsky orientované požiadavky, ktoré sa zameriavajú na konkrétnu funkcionálnosť.

Každá story má formát:

„Ako [persona] chcem [cieľ], aby som [dosiahol hodnotu].“

Model zároveň vykoná INVEST validáciu – skontroluje, či každá story spĺňa šesť kritérií rámca INVEST:

Independent (nezávislá),

Negotiable (vyjednatel'ná),

Valuable (hodnotná),

Estimable (odhadnuteľná),

Small (primerane malá),

Testable (testovateľná).

Ak model zistí porušenie (napr. story je príliš veľká alebo nejednoznačná), automaticky navrhne jej rozdelenie alebo preformulovanie.

2.6 Ukážkový prompt:

„Pre každý epic vytvor 5–10 user stories v tvare ‚Ako [persona] chcem [cieľ], aby som [hodnota].‘ Každú validuj INVEST a navrhni akceptačné kritériá v Gherkine.“

Tento krok učí študentov kriticky čítať výstupy modelu, overovať ich logiku a pochopiť význam kvalitatívnych kritérií pri definovaní požiadaviek.

Akceptačné kritériá v Gherkine

Každá user story musí obsahovať jasné akceptačné kritériá, ktoré definujú, kedy možno požiadavku považovať za splnenú. Používa sa jazyk Gherkin, ktorý má jednoduchú, ale presnú štruktúru scénarov:

Given (východiskové podmienky) – When (akcia) – Then (očakávaný výsledok).

Študenti vytvárajú pre každú story minimálne tri scenáre:

pozitívny (happy path) – overuje, že systém funguje správne,

negatívny – overuje správanie pri chybách,

hraničný (edge case) – testuje extrémne prípady.

Bonusom je generovanie tzv. stubov (kostier testov) pre automatizačné nástroje ako Cucumber alebo Behave a šablón pre testovanie API. Takto vytvorené kritériá môžu byť priamo použité pri automatizovanom testovaní, čím študenti vidia prepojenie medzi analýzou, návrhom a implementáciou.

Odhad prácnosti (story pointy) s kalibráciou

Odhadovanie prácnosti predstavuje kľúčovú fázu plánovania. V agilných metódach sa používa story point - relatívna jednotka náročnosti, ktorá zohľadňuje komplexnosť, neistotu a objem práce.

2.7 Proces odhadu prebieha v štyroch krokoch:

Baseline model:

LLM navrhne rozsah odhadov (napr. 2–5 SP) a zdôvodní ho na základe zložitosti, závislostí a rizík.

Kalibrácia tímu:

Študenti poskytnú 10–20 historických user stories s reálnymi údajmi (čas, prepracovanie, lead time). Model tieto dáta využije na „naučenie štýlu“ tímu, čím sa zlepši presnosť budúcich odhadov.

Simulácia planning pokeru:

LLM vygeneruje tri rôzne pohľady - FE (frontend), BE (backend) a QA(testing) - a navrhne konsenzus odhadu. Študenti porovnávajú modelové návrhy so svojimi odhadmi a diskutujú odchýlky.

Metodika presnosti:

Presnosť sa vyhodnocuje pomocou metriky MAPE (Mean Absolute Percentage Error), ktorá ukazuje, o koľko percent sa odhady líšili od skutočnej prácnosti.

Sleduje sa aj bias, teda systematické nadhodnocovanie alebo podhodnocovanie úloh.

2.8 Ukážkový prompt:

„Pre túto user story navrhni odhad v story pointoch. Uved': (a) argumenty FE/BE/QA, (b) riziká a neznáme, (c) návrh spike úloh (výskumných), (d) odporúčaný finálny odhad. Kalibruj na priložené historické story.“. Táto fáza rozvíja analytické myslenie a tímové rozhodovanie - študenti sa učia kvantifikovať neistotu a objektivizovať odhady na základe dát.

Prioritizácia podľa WSJF

Po odhadnutí náročnosti nasleduje rozhodovanie, ktoré úlohy riešiť ako prvé. Používa sa metóda WSJF (Weighted Shortest Job First), ktorá vychádza z ekonomického princípu maximalizácie hodnoty v čase.

Vzorec je:

$WSJF = (\text{Business Value} + \text{Time Criticality} + \text{Risk Reduction} / \text{Opportunity Enablement}) / \text{Job Size}$

Každá premenná sa odhaduje v rozsahu 1–10, pričom:

Business Value vyjadruje prínos pre používateľa,

Time Criticality určuje, ako rýchlo treba úlohu dokončiť,

Risk Reduction / Opportunity Enablement zachytáva pridanú hodnotu znížením rizika alebo otvorením nových možností,

Job Size predstavuje odhad prácnosti (story points).

LLM navrhuje počiatočné hodnoty, ktoré tím následne validuje a upravuje, čím sa vytvorí zoradený backlog doplnený o textové vysvetlenia priorít. Tento krok rozvíja schopnosť študentov prepájať kvantitatívne a kvalitatívne aspekty rozhodovania a uvažovať o dopade každej úlohy na celkový cieľ projektu.

Kontinuálne meranie kvality

Záverečná fáza sa zameriava na sledovanie kvality výstupov aj procesu učenia.

Zavádzajú sa tri skupiny metrík:

Metriky artefaktov:

- podiel user stories s kompletnými Gherkin kritériami (%),
- priemerný počet porušení INVEST na story,
- miera duplicit alebo nekonzistencií.

Metriky odhadov:

- MAPE – priemerná odchýlka od reality,
- bias – tendencia k nadhodnocovaniu alebo podhodnocovaniu.

Metriky učenia:

- rubrika hodnotenia (presnosť, argumentácia, spolupráca),
- sebaopisúdenie (self-assessment) študentov,
- peer review - hodnotenie tímov navzájom.

Tieto metriky umožňujú kontinuálne sledovať pokrok, analyzovať kvalitu spolupráce a rozvíjať metakognitívne zručnosti – schopnosť reflektovať vlastný proces učenia.

Záver

Využitie LLM modelov predstavujú efektívny nástroj na podporu projektovo orientovanej výučby. Umožňujú automatizáciu tvorby backlogu, definovanie testovateľných akceptačných kritérií a presnejšie odhady prácnosti. Kombinácia AI-asistovanej analýzy a formatívneho hodnotenia vedie k rozvoju kritického myslenia, dátovo podloženého plánovania a hlbšiemu porozumeniu agilných princípov. Didakticky riadená integrácia LLM zároveň posilňuje transparentnosť a etiku využívania AI vo vysokoškolskom vzdelávaní.

Literatúra

- [1] Kasneci, E., Sessler, K., König, L., & Bannert, M. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- [2] Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- [3] Susnjak, T. (2022). ChatGPT: The end of online exam integrity? arXiv preprint arXiv:2212.09292. <https://arxiv.org/abs/2212.09292>
- [4] Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M. A., Al-Busaidi, A. S., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., ... Wright, R. (2023). Opinion paper: “so what if chatgpt wrote it?” multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of Generative Conversational AI for Research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71, 102642. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- [5] Sutherland, J., & Schwaber, K. (2020). The 2020 Scrum Guide™. Home | Scrum Guides. <https://scrumguides.org/scrum-guide.html>
- [6] Anderson, D. J. (2010). *Kanban: Successful evolutionary change for your technology business*. Blue Hole Press.
- [7] Cohn, M. (2004). *User stories applied: For agile software development*. Addison-Wesley.
- [8] Kniberg, H. (2015). *Lean from the Trenches: Managing Large-Scale Projects with Kanban*. Pragmatic Bookshelf.
- [9] Leffingwell, D. (2021). *SAFe 5.0 Reference Guide: Scaled Agile Framework for Lean Enterprises*. Addison-Wesley Professional.
- [10] Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The Flipped Classroom: A Survey of the Research. *120th American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition*, 30, 1-18.
- [11] Bloom, B. S. (1968). Learning for mastery. *Evaluation Comment*, 1(2), 1–12.
- [12] Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>

KRITICKÁ REFLEXIA VÝUČBY PROGRAMOVANIA V EKONOMICKÝCH ODBOROCH: VÝZVY, ÚSPECHY A BUDÚCE SMEROVANIE

CRITICAL PERSPECTIVES ON PROGRAMMING EDUCATION IN ECONOMICS: CHALLENGES, SUCCESSES, AND FUTURE DIRECTIONS

Stefan Otto NOVAK¹

Abstrakt:

Programovanie sa v súčasnosti stáva kľúčovou zručnosťou aj v oblastiach mimo informatiky, vrátane ekonomických disciplín. Jeho výučba však často naráža na bariéry súvisiace s motiváciou študentov, pričom dostupné učebné materiály bývajú príliš všeobecné a podporná infraštruktúra je obmedzená. Tento článok na základe prehľadu odbornej literatúry identifikuje hlavné problémy spojené s výučbou programovania pre neinformatických študentov a analyzuje ich príčiny. Nasledne navrhuje inovatívny pedagogický prístup založený na integrácii ekonomického kontextu do programovacích úloh, posilňovaní istoty študentov vo vlastné schopnosti prostredníctvom riešenia reálnych problémov a využívaní automatizovaných nástrojov na zníženie záťaže vyučujúcich. Cieľom je zvýšiť motiváciu, zrozumiteľnosť a praktickú využiteľnosť programovania v ekonomickom vzdelávaní.

Kľúčové slová:

programovanie, ekonómia, vzdelávanie

Úvod

V poslednom desaťročí sa na pracovnom trhu značne zvýšila požiadavka na analytické, programátorské a dátovo orientované zručnosti aj v odboroch, ktoré tradične nepovažujú programovanie za jadrovú kompetenciu, medzi nimi aj ekonomické a manažérske štúdium. Mnohé ekonomické disciplíny sa čoraz viac opierajú o modelovanie, big data či automatizáciu rozhodovacích procesov. V takomto kontexte sa výučba programovania stáva relevantnou aj pre študentov ekonomických odborov, nielen pre informatikov.

¹ Ing. STEFAN OTTO NOVAK, Katedra aplikovanej informatiky, FHI Ekonomická univerzita v Bratislave, stefanotto.novak@euba.sk.

Avšak výučba programovania v ekonomických odboroch prináša špecifické výzvy. Študenti často nemajú predchádzajúce skúsenosti s algoritmickým myslením, môžu vnímať dôvody pre učenie kódovania ako vzdialené od svojho hlavného zamerania a motivácia môže byť nižšia. Ako uvádzajú Tseng et al. (2024), u študentov mimo informatiky zohráva dôležitú úlohu najmä viera vo vlastné schopnosti pri programovaní, ktorá má výraznejší vplyv na výsledky než samotné hodnotenie učebného prostredia.

1 Teoretické východiská

Výučba programovania už nie je výlučne doménou študentov informatiky. Ako uvádza národná štúdia v Dánsku, programovanie v bakalárskych programoch sa rozšírilo tak, že v dobe svojej hodnoty zahŕňalo približne 1 z 6 celkových študijných programov povinne kurz programovania (Nicolajsen, 2024).

Tento fakt potvrdzuje potrebu prispôsobenia výučby programovania tak, aby zohľadňovala heterogénne skupiny študentov, ktorí nemajú počítačové vzdelanie, ako zdôrazňujú autori v článku *Computer science no longer has a monopoly on computing education* (ComputingEd, 2025).

V oblasti ekonomických a manažérskych odborov sa objavuje rastúci počet prác argumentujúcich za integráciu programovania priamo do kurikula týchto odborov. Napr. Hashimzade (2025) vo svojej práci *Integrating programming into the modern undergraduate economics student*, poukazuje na nedostatočnú adaptáciu súčasných prístupov pre študentov ekonomiky a navrhuje systematickejšie riešenia.

Z hľadiska didaktiky je kľúčové vnímať, že pre neinformatických študentov sú dôležité aspekty ako relevantnosť, spojenie s odbormi, a podpora sebavedomia. Tseng et al. (2024) ukazujú, že pri študentoch mimo informatiky, programovanie ako nástroj riešenia reálnych problémov výrazne zvyšuje motiváciu a vnímanie programovania ako užitočnej kompetencie.

1.1 Motivácia, sebavedomie a odborová relevantnosť

Motivácia študentov a ich viera vo vlastné schopnosti pri programovaní (angl. *programming self-efficacy*) sa v literatúre opakovane uvádzajú ako kľúčové faktory úspešnosti výučby programovania mimo informatických odborov. Podľa Tseng et al. (2024) je táto viera silnejším prediktorom učenia ako tradičné ukazovatele výkonu. U neinformatických študentov sa preto odporúča využívať prístupy, ktoré zdôrazňujú reálne skúsenosti, priebežnú spätnú väzbu a úlohy prepojené s odborovými témami.

Pokiaľ ide o odborovú relevantnosť, študenti ekonomických programov vykazujú vyššie zapojenie vtedy, ak vnímajú programovanie ako nástroj na riešenie ekonomických alebo manažérskych problémov. Ghodoosi (2023) vo svojej systematickej prehľadovej štúdii o dátovej gramotnosti (angl. *data literacy*) ukazuje, že výučba, ktorá integruje príbehový prístup (angl. *story-based*

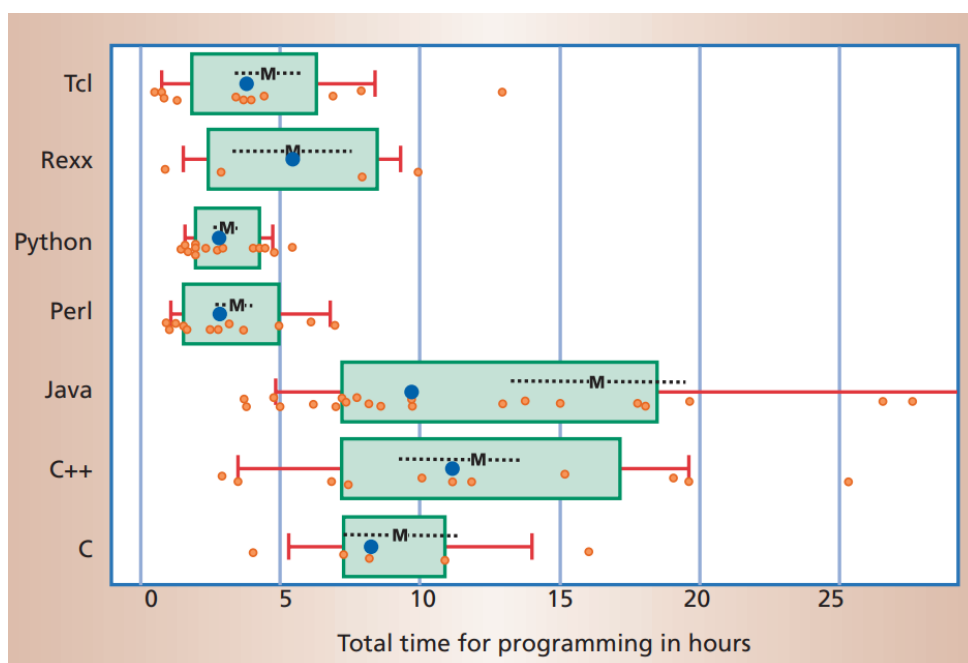
approach), pomáha študentom mimo IT oblasť, lepšie porozumieť analytickým nástrojom a efektívnejšie ich využívať.

1.2 Výber programovacích jazykov a ich význam v ekonomických odboroch

Pri výučbe programovania v ekonómii nie sú všetky jazyky rovnako relevantné. Pre úvodné kurzy je dôležitá nízka bariéra vstupu, bohatý ekosystém knižníc a rýchly prechod od kódu k výsledkom analýzy. Preto sa Python často ukazuje ako prvá voľba. Jednoduchá syntax, rozsiahle knižnice a rýchly prechod od kódu k výsledkom znižujú kognitívnu záťaž začiatočníkov a skracujú čas potrebný na porozumenie (Badica et al., 2025).

Pre štatistické a ekonometrické aplikácie sú vhodné aj R a MATLAB, najmä tam, kde učebné ciele zahŕňajú prácu s hotovými balíkmi pre ekonometriu a časové rady. V súlade s tým Hashimzade (2025) odporúča, moduly priamo orientované na ekonometrické analýzy, simulácie a financie a upozorňuje, že voľba jazyka by mala reflektovať dostupnú knižničnú podporu a prijateľnú krivku učenia, pretože dlhý čas potrebný na dosiahnutie efektivity je pre študentov demotivujúci.

Empirické dáta podporujú preferenciu skriptovacích jazykov v začiatkoch. Prechelt (2000) porovnal 80 implementácií rovnakého problému v C, C++, Java, Perl, Pythone a iných programovacích jazykoch a vyhodnocoval dĺžku programu, pracovný čas, vykonávaciu efektivitu, pamäť a spoľahlivosť. Skriptovacie jazyky (Perl, Python) sú pri rovnakom probléme výrazne produktívnejšie a kratšie než kompilované jazyky, pričom spoľahlivosť zostáva porovnateľná. Medzi skriptami



Obr. 1: Celkový čas potrebný na implementáciu rovnakej úlohy v siedmich jazykoch. (Prechelt, 2000)

a neskriptami bola mediánová dĺžka práce približne v pomere 3,1 h vs. 10,0 h. Výkonnostne jazyky C/C++ boli rýchlejšie v behu a pamäti, no rozdiely nevymazali náskok v čase vývoja pre učebné situácie, kde je prioritou rýchle zvládnutie konceptov a analýz, nie maximálna runtime optimalizácia (Prechelt, 2000).

Ako môžeme vidieť v Obr. 1, ide o viacnásobný boxplot, kde každý riadok reprezentuje jazyk. Zelený box je interkvartilové pásmo, whiskre označujú spodných a horných 10 %, bod v boxe je medián a písmeno „M“ s bodkovanou čiarou je aritmetický priemer $\pm$ jedna štandardná chyba. Z Obr. 1 je zrejmé, že mediány pracovného času pre Perl, Python, Rexx a Tcl ležia hlboko pod mediánmi C, C++ a Javy. Navyše, Prechelt uvádza tri extrémne hodnoty pre Javu (40, 49 a 63 hodín), ktoré presahujú zobrazený rozsah a v grafe nie sú zobrazené, čo poukazuje na vysokú variabilitu v Jave pri riešení daného problému. Tento obraz podporuje didaktické odporúčanie zaradiť Python do úvodu, lebo pri rovnakých učebných cieľoch znižujú potrebný čas na návrh, implementáciu a testovanie úlohy.

Úvodné kurzy by mali používať Python ako primárny jazyk so zameraním na základy algoritmizácie, prácu s dátami, vizualizácie a jednoduché simulácie, keďže jeho jednoduchá inštalácia a bohatý ekosystém knižníc urýchľujú spätnú väzbu pre študentov (Badica et al., 2025). Pre štatistiku a ekonometriu je vhodné R vďaka dostupným balíkom a pracovným postupom bežným v aplikovanej ekonomike, prípadne MATLAB v prostredí, kde je dostupná inštitucionálna licencia a kde osnovy vyžadujú numerickú optimalizáciu a maticové výpočty. V pokročilých kurzoch a v praxi je racionálne prechádzať k výkonným jazykom alebo nízkoúrovňovej optimalizácii iba vtedy, ak si to vyžaduje daná doména (napr. rozsiahle simulácie v C++/Numba/CUDA); inak je vhodné preferovať skriptovacie jazyky s primeranou knižničnou podporou. Z pedagogického hľadiska je dôležité skracovať čas potrebný na dosiahnutie funkčného riešenia, čím sa znižuje frustrácia študentov. Empirické výsledky z Obr. 1 potvrdzujú, že skriptovacie jazyky minimalizujú čas potrebný na dosiahnutie prvého výsledku, a tým posilňujú motiváciu študentov bez informatického zázemia (Prechelt, 2000).

1.3 Inovatívne metodiky výučby programovania

Okrem tradičných prednášok a laboratórnych cvičení sa v literatúre objavujú nové prístupy vhodné pre študentov ekonomických odborov:

1. Metóda výučby zameraná na problémy (angl. issue-based teaching), kde študenti riešia reálne problémy a prípadové štúdie, čím sa zvyšuje ich angažovanosť a sebavedomie (Tseng et al., 2024).
2. Gamifikácia a inteligentné doučovacie systémy, napr. Cao (2023) skúma využitie veľkých jazykových modelov (LLM) a herných prvkov na podporu začínajúcich programátorov v heterogénnych skupinách.

3. Rámce dátovej gramotnosti, Ghodoosi (2023) ukazuje, že výučba, ktorá spája programovanie s príbehom dát a vizualizáciou, pomáha študentom odborov mimo IT, lepšie pochopiť a aplikovať kód v ich kontexte.
4. Integrované kurzy pre ekonomické a manažérske odbory, Hashimzade (2025) navrhuje systematické začlenenie programovania ako súčasť ekonomického kurikula, so zameraním na projektovo orientované úlohy.

Z naštudovanej literatúry vyplýva, že výučba programovania v ekonomických odboroch musí reflektovať: odborový kontext, potrebu motivácie a sebavedomia študentov, výber jazyka/zamerania s praktickou využiteľnosťou a aplikáciu inovatívnych didaktických prístupov. Tieto východiská poskytujú rámec pre ďalšie kapitoly, ktoré sa budú zaoberať identifikáciou výziev, prehliadkou úspešných prístupov a následným návrhom prístupu.

2 Identifikácia hlavných výziev

Výučba programovania u študentov mimo odboru informatiky narazila na viacero významných bariér. Študenti často nemajú predchádzajúce skúsenosti s algoritmickým alebo systematickým myslením, čo sa prejavuje ako zvýšená učebná krivka. Napríklad Hsu (2021) ukázal, že pri študentoch nie-IT odborov existuje významná prepojenosť medzi sebavedomím v programovania schopnosťou zvládať kódovacie úlohy.

Navyše, študenti ekonomických odborov môžu vnímať programovanie ako technologickú zručnosť, ktorá nie je priamo spojená s ich hlavným odborom či profesijným zámerom. Výsledkom je nízka motivácia, čo podľa Tseng, Cheng a Chang (2024) vedie k nižším výstupom v učení programovania u ne-IT študentov. Práca ukázala, že prístup zameraný na konkrétne problémy (angl. issue-based teaching) môže pomôcť zvýšiť sebavedomie a motiváciu.

2.1 Metodiky výučby programovania

Okrem individuálnych bariér na strane študentov existujú aj systémové a pedagogické limity. Kurikulum môže byť napríklad navrhnuté pre IT študentov a nedostatočne prispôbené študentom ekonomických odborov, čo spôsobuje, že učebné materiály, tempo výučby či spôsoby hodnotenia nemusia byť vhodné. Ďalej, vyučujúci s informaticky orientovaným profilom často nemajú skúsenosť s interdisciplinárnym vyučovaním alebo s didaktikou prispôbenou pre ne-IT skupiny.

2.2 Sebaregulované učenie a kognitívne štýly vo výučbe programovania

Aktuálny výskum potvrdzuje, že viera vo vlastné schopnosti pri programovaní nevedie k lepším výsledkom izolovane, ale pôsobí prostredníctvom sebaregulovaných stratégií učenia. V štúdiu na stredoškólákoch ($n = 487$) sa ukázalo, že vyššia viera vo vlastné programátorské schopnosti zvyšuje schopnosť

študentov plánovať a sledovať vlastné učenie a regulovať úsilie, ktoré následne posilňujú algoritmické myslenie. Pri intuitívnych študentoch sa prejavil aj priamy vplyv tejto viery na algoritmické myslenie, zatiaľ čo u analytických študentov pôsobila nepriamo – prostredníctvom uvedených stratégií.

Ako ilustruje Obr. 2, tieto stratégie vychádzajú z konkrétnych didaktických prvkov: otázok podporujúcich predbežný návrh a plánovanie, rozhrania na priebežné sebamonitorovanie v prostredí IDLE a hodnotiacej matice na záverečnú sebareflexiu. To implikuje potrebu systematicky rozvíjať plánovanie, monitorovanie a reflektovanie riešenia úloh – nie iba zvyšovať objem programovania v sylabe (Li et al., 2025).



Obr. 2: Prehľad riešenia programátorských problémov pre študentov (Li et al., 2025).

Pre výučbu v ekonomických odboroch z toho vyplýva niekoľko praktických odporúčaní:

1. úlohy majú pribúdať v náročnosti postupne a študenti by mali dostať okamžitú spätnú väzbu,
2. učiteľ by mal pri riešení ukázať aj to, ako premýšľa o postupe, a študenti by mali tieto kroky krátko opísať aj v odovzdanej úlohe,
3. podpora by mala byť prispôbena typu študenta.

Intuitívnym študentom postačí viac názorných príkladov a rýchle potvrdenie správneho postupu.

Analytickí študenti potrebujú jasnú štruktúru – teda pokyny krok za krokom, kontrolné zoznamy a presné kritériá hodnotenia.

Tak sa účinok ich sebavedomia pri programovaní premietne do lepšej stratégie učenia a následne aj do výsledkov (Li et al., 2025).

2.3 Výber jazyka a prostredia

Vo výučbe programovania pre študentov ekonomických odborov zohráva výber programovacieho jazyka zásadnú úlohu. Jazyk ovplyvňuje nielen technické možnosti, ale aj mieru pochopiteľnosti a vnímanej relevancie pre študentov bez informatického zázemia. Podľa Badica et al. (2025) je najvhodnejším vstupným jazykom pre neinformatické študijné programy Python, pretože kombinuje nízku syntaktickú náročnosť s bohatým ekosystémom knižníc pre ekonómiu a dátovú analýzu. Knižnice ako *pandas*, *NumPy*, *Matplotlib* či *Statsmodels* umožňujú rýchlu vizualizáciu dát a podporujú intuitívne pochopenie výsledkov.

V štúdiách zameraných na výučbu pre ekonomické a manažérske smery sa často uvádza aj jazyk R, ktorý má silnú tradíciu v ekonometrickom a štatistickom modelovaní. Ako uvádza Sorin-Ciprian (2023), R ponúka priamu prepojitelnosť s ekonomickými datasetmi a je efektívny pri analýze a vizualizácii dát pre študentov, ktorí potrebujú rýchlo pochopiť vzťahy v ekonomických modeloch. Výhodou je aj jeho otvorený licenčný model a rozsiahle komunitné zázemie.

3 Návrh inovatívneho prístupu pre ekonomické odbory

Na základe identifikovaných výziev a úspešných praktík tento článok navrhuje integrovaný model výučby programovania pre ekonomické odbory, ktorý prepája tri kľúčové roviny:

- (a) odborovú relevantnosť,
- (b) budovanie študentského sebavedomia a motivácie,
- (c) technologickú podporu pre efektívnejšie učenie.

Cieľom je transformovať kurzy z technicky orientovaných cvičení na aplikované ekonomické laboratórium.

3.1 Rámec kurzu

Kurz môže byť štruktúrovaný do štyroch tematických blokov:

1. Základy programovania v Pythone: premenné, dátové typy, cykly a základná syntax v kontexte ekonomických úloh.
2. Analýza ekonomických dát v Pythone: spracovanie datasetov z Eurostatu, OECD alebo NBS.
3. Ekonometrické a štatistické modelovanie v R: regresné modely, časové rady a jednoduché simulácie.
4. Projektová časť: tímové riešenie reálneho problému, napríklad predikcia inflácie alebo analýza nezamestnanosti.

Kurz má kombinovať teóriu s mini-projektmi a reflexnými denníkmi, ktoré rozvíjajú schopnosť prepájať kód s ekonomickou interpretáciou (Campbell, 2024). Odporúčané nástroje zahŕňajú JupyterLab, GitHub a automatizované hodnotenie (CodeGrade, nbgrader). Ako doplnkovú formu podpory je možné zaradiť chatboty založené na veľkých jazykových modeloch (Cao, 2023).

3.2 Pedagogické a metodologické východiská

Študenti lepšie vnímajú význam programovania, ak ho používajú priamo pri riešení ekonomických otázok. Rizun (2022) a Baldelovar (2022) preukázali, že analýza reálnych ekonomických dát významne zvyšuje angažovanosť študentov. Každý blok preto obsahuje praktické úlohy s jasným ekonomickým kontextom.

Výskumy zároveň ukazujú, že programovacie sebavedomie (angl. *self-efficacy*) je silným prediktorom študijného úspechu a vytrvalosti. Metodika preto využíva reflexné denníky, vzájomné hodnotenie v tímoch a postupné zadania s rýchlou spätnou väzbou. Tieto prvky pomáhajú študentom lepšie rozumieť vlastnému pokroku, získavať istotu v riešení úloh a posilňovať motiváciu pokračovať v učení.

Technológie musia byť vo výučbe premyslene zapracované a didakticky odôvodnené, nie iba dodatočne pridané. Johnson a Meder (2024) ukazujú, že najlepšie výsledky prinášajú riešenia, ktoré spájajú adaptívne hodnotenie s okamžitou spätnou väzbou. Prostredia podporované veľkými jazykovými modelmi zároveň znižujú mentálnu záťaž študentov a uľahčujú ich samostatné učenie.

Záver

Úspešná výučba programovania pre študentov ekonomických odborov stojí na troch kľúčových pilieroch: odborovej relevancii úloh, systematickom budovaní programátorskej sebadôvery a premyslenom využití technológií. Navrhnutý rámec prepája základy programovania v Pythone, analýzu ekonomických dát a ekonometriu v R s tímovou projektovou prácou, rýchlou spätnou väzbou, reflexiou a zmysluplným využitím nástrojov založených na veľkých jazykových modeloch. Tým sa skracuje čas k získaniu prvých výsledkov a posilňuje motivácia študentov.

Výzvou zostávajú inštitucionálne podmienky a pripravenosť vyučujúcich. Odporúča sa preto pilotné overenie navrhnutého prístupu, priebežné meranie jeho dopadov a systematické zdieľanie materiálov. Budúci výskum by sa mal zamerať na identifikáciu účinkov jednotlivých prvkov metodiky na motiváciu, sebadôveru a výkon rôznych skupín študentov.

Takto koncipovaná výučba mení programovanie z izolovanej technickej zručnosti na praktický nástroj ekonomickej analýzy a rozhodovania.

Literatúra

- [1] Baldelovar, M. (2022). Assessing Data Science's Application to Economic Theory. *Technoarete Transactions on Advances in Data Science and Analytics*.

- [2] Badica, C., Badica, A., Ivanović, M., Murărețu, I. D., Popescu, D., & Ungureanu, C. (2025). On the role of Python in programming-related courses for computer science and engineering academic education.
- [3] Campbell, E. C. (2024). Cracking the code: An evidence-based approach to redesigning an undergraduate Python course. *International Journal of STEM Education*.
- [4] Cao, C. (2023). Leveraging large language model and story-based gamification in intelligent tutoring system to scaffold introductory programming courses: A design-based research study.
- [5] ComputingEd. (2025). Computer science no longer has a monopoly on computing education.
- [6] Ghodoosi, B. (2023). A systematic literature review of data literacy education. *Journal of Information Literacy*.
- [7] Hashimzade, N. (2025). Integrating programming into the modern undergraduate economics student.
- [8] Hsu, T. C. (2021). Self-efficacy and behavior patterns of learners using a real-life online programming environment: The effects of CS and non-CS majors. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*.
- [9] Johnson, M., & Meder, M. (2024). Teaching economics with technology: A meta-analysis. *International Review of Economic Education*.
- [10] Li, Q., Jiang, Q., Liang, J.-C., & Xiong, W. (2025). Programming self-efficacy and learning performance. *Humanities & Social Sciences Communications*.
- [11] Nicolajsen, S. M. (2024). A nationwide study of Danish higher education: Programming education across faculties. *Studies in Higher Education*.
- [12] Prechelt, L. (2000). An empirical comparison of seven programming languages. *Computer*.
- [13] Rizun, N. O. (2022). Data Science in Economics Education. ScitePress.
- [14] Sorin-Ciprian, T. (2023). Learning R Programming Language for Economics. *Annals – Economy Series*.
- [15] Tang, B., et al. (2025). Enhancing programming performance through LLM-assisted instruction. *Systems*.
- [16] Tseng, C.-Y., Cheng, T.-H., & Chang, C.-H. (2024). A novel approach to boosting programming self-efficacy: Issue-based teaching for non-CS undergraduates in interdisciplinary education. *Information*.

MODERNIZING PROJECT MANAGEMENT FOR A DYNAMIC FUTURE: INTEGRATING AGILE PRACTICES AND AI INNOVATIONS

MODERNIZÁCIA PROJEKTOVÉHO RIADENIA PRE DYNAMICKÚ BUDÚCNOSŤ: INTEGRÁCIA AGILNÝCH PRAKTÍK A INOVÁCIÍ V OBLASTI AI

Peter PEŤKO¹

Abstract

This paper explores the transformation of project management, highlighting the shift from traditional methods like waterfall to agile frameworks and the increasing role of automation and artificial intelligence (AI). It examines how AI enhances project efficiency through automation of tasks, risk management, and forecasting. A comparison of traditional and agile methodologies is provided, demonstrating their respective strengths and challenges in various project contexts. The paper concludes that integrating AI and agile principles can significantly improve adaptability, decision-making, and project outcomes in dynamic business environments.

Keywords:

Project management, waterfall, agile project management, artificial intelligence.

Introduction

This paper examines contemporary trends in project management, focusing on the evolution of methodologies and their efficiency in delivering successful outcomes. It proposes innovative strategies to enhance project management practices within organizations. Transitioning to an agile project management approach can be a significant shift for organizations accustomed to more traditional waterfall methodologies. However, agile methods offer several advantages that can make them a more practical approach for many projects, particularly those that are complex, uncertain, or require rapid adaptation to changing requirements. Some of the key differences between agile and waterfall project management are described in Table 1:

¹ Ing. PETER PEŤKO, MBA., Katedra operačného výskumu a ekonometrie, FHI Ekonomická univerzita v Bratislave, peter.petko.2@euba.sk.

Table 1: Comparision of Waterfall and Agile frameworks

Waterfall	Agile
Plan-driven: the project is planned in detail up front and then executed according to that plan	Iterative: The project is broken down into smaller, more manageable increments, and each increment is developed and delivered in an iterative fashion
Sequential: work is completed linearly, with each phase completed before moving on to the next	Adaptive: The project plan is continuously adjusted based on feedback and new information
Documentation-heavy: extensive documentation is produced throughout the project	Documentation-light: Less documentation is produced, and the focus is on working software
Less adaptable: changes to the project are difficult to make once the project is underway	More adaptable: Changes to the project are easier to make as the project progresses

Source: author own elaboration based on (PMI, 2021):

There are numerous benefits when shifting to an agile project management approach. For example, increased flexibility by making changing requirements more adaptable, which is beneficial in fast-paced environments and when dealing with uncertainties, improved collaboration, which leads to better decision-making and a more cohesive project outcome, increased customer satisfaction, which allows for early feedback and the identification of potential issues and a reduction of risk of project failures.

Transitioning to an agile project management approach can be challenging, but the benefits can be significant. The following steps outlined can increase the chance of successfully adopting a strategy for transition to agile project management:

- Educate the team: The team should be trained on agile principles and practices. This will help them understand the new way of working and how their roles will change.
- Select the suitable methodology: There are many different agile methodologies, such as Scrum, Kanban, and Extreme Programming (XP). The organization should select the best method for its specific needs and culture.
- Establish a framework: The organization should develop a framework that outlines agile project processes and procedures. This framework should be tailored to the organization's specific needs.
- Start small: It is essential to start with small pilot projects to familiarize the team with agile practices. This will help identify any challenges or areas for improvement before rolling out agile across the organization.

- Measure and adapt: The organization should continuously monitor the performance of its agile projects and make adjustments as needed. This will help ensure that the organization gets the most out of agile.

Project management has evolved significantly in recent years due to various factors, including technological advancements, changing business landscapes, and evolving project management methodologies. However, the aim of the projects is unchanging, i.e., it is to create or produce value, which can include, but is not limited to (PMI, 2021):

- Creating a new product, service, or result that meets the needs of customers or end-users;
- Creating positive social or environmental contributions;
- Improving efficiency, productivity, effectiveness, or responsiveness;
- Enabling the changes needed to facilitate organizational transition to its desired future state;
- Sustaining benefits enabled by previous programs, projects, or business operations.

Project management has evolved to accommodate changing business needs and leverage technological advancements. The focus is shifting toward agility, collaboration, data-driven decision-making, and sustainability. Project managers must adapt to these trends to ensure successful project delivery in today's dynamic and competitive landscape.

1 Principles of traditional project management

The Project Management Institute (PMI) defines project management as applying knowledge, skills, tools, and techniques to project activities to meet project requirements. Project management refers to guiding the project work to deliver the intended outcomes. Project teams can achieve the outcomes using various approaches (e.g., predictive, hybrid, and adaptive). (PMI, 2021, p. 4). Project management should ensure that stakeholders' concerns are acknowledged and appropriately addressed and provide the necessary support to enable stakeholders to meet the project goals. Project management should be able to balance scope, quality, effort, schedule, budget, and risk at all times. Moreover, it has to identify the appropriate solution and risk mitigation strategies using standards, documented decision analysis, and resolution processes when the projected impact of an issue or a risk exceeds the project threshold (Ravinder, 2016). A conceptual framework of Projects IN Controlled Environments (PRINCE) is a structured process-based method designed to help organizations deliver projects on time, within budget, and to the required quality standard. Its

flexible methodology can be adapted to various project types and sizes. Moreover, it defines a project as a temporary organisation created to deliver one or more business products according to a specified business case. The project that has an end is not designed to last very long. Hence, the project manager ensures the project delivers the intended goal, within a defined timeframe and budget. (Team, 2019). Project management is unsuitable for dealing with sudden (emergency) situations, periodically repeated activities, or simple risk-free actions.

Over the years, project practitioners have identified 12 main project management principles. These principles are important throughout the project's lifetime and provide guidelines for the people involved. They provide a foundation for effective project execution and help guide project managers and teams in making informed decisions.

The principles can be applied to different workplaces and industries and are relatively flexible guidelines that offer a certain level of flexibility and do not need to be followed rigidly in every project. Therefore, they can be adapted to specific project contexts. They allow project managers to tailor their approaches based on project requirements, organizational culture, and industry norms while still maintaining the core principles of project management. Principles are required to be used effectively, depending on the type of project, to ensure that the project is successfully carried out and that they provide a consistent and reliable framework for project execution. They guide decision-making, risk management, stakeholder alignment and promote efficiency and effectiveness. By adhering to principles, project managers can increase the likelihood of project success and deliver value to stakeholders.

Table 2: 12 Project Management Principles

1	Stewardship: Be a diligent, respectful, and caring steward.
2	<i>Team: Build a culture of accountability and respect.</i>
3	<i>Stakeholders: Engage stakeholders to understand their interests and needs.</i>
4	<i>Value: Focus on value.</i>
5	<i>Systems Thinking: Recognize and respond to systems' interactions.</i>
6	<i>Leadership: Motivate, influence, coach, and learn.</i>
7	Tailoring: Tailor the delivery approach based on context.
8	<i>Quality: Build quality into processes and results.</i>
9	<i>Complexity: Address complexity.</i>
10	<i>Risk: Address opportunities and threats.</i>
11	<i>Adaptability & Resilience: Be adaptable and resilient.</i>
12	<i>Change: Enable change to achieve the envisioned future state.</i>

Source: (PMI, 2021, p. 24)

It is the role of project managers to employ these principles in the project to ensure that their team meets all goals and project deadlines. Moreover, project managers play a critical role in ensuring that projects are successful by effectively planning, organizing, and executing projects. Project managers can deliver value to stakeholders and contribute to the organization's overall success.

Over the years, new methodologies and principles of project management have evolved, including agile principles.

2 Principles of agile project management

Highsmith, in Manifesto for Agile Software Development (Highsmith, 2001), uncovers better ways of developing software by doing it and helping others do it. He concludes that individuals and interactions are placed over processes and tools, working software is preferable over comprehensive documentation, and customer collaboration is put before contract negotiations. It is also important that a response to change is superior to following a rigid plan.

Highsmith highlights that while there is value in the items on the right, the value of the items on the left is higher. He further describes the principles behind the Agile Manifesto:

- The highest priority is to satisfy the customer through early and continuous delivery of valuable software.
- Welcome changing requirements, even late in development. Agile processes harness change for the customer's competitive advantage.
- Deliver working software frequently, from a couple of weeks to a couple of months, with a preference for a shorter timescale.
- Business people and developers must work together daily throughout the project.
- Build projects around motivated individuals. Give them the environment and support they need, and trust them to get the job done.
- The most efficient and effective method of conveying information to and within a development team is face-to-face conversation.
- Working software is the primary measure of progress.
- Agile processes promote sustainable development. The sponsors, developers, and users should be able to maintain a constant pace indefinitely.
- Continuous attention to technical excellence and good design enhances agility.
- Simplicity, the art of maximizing the amount of work not done is essential.

- The best architectures, requirements, and designs emerge from self-organizing teams.
- At regular intervals, the team reflects on becoming more effective, then tunes and adjusts its behaviour accordingly.

3 Comparison of traditional and agile approaches in project management

The natural sequence of traditional projects is illustrated in Figure 1, while Figure 2 depicts the waterfall model, and Figure 3 shows the Agile development cycle.

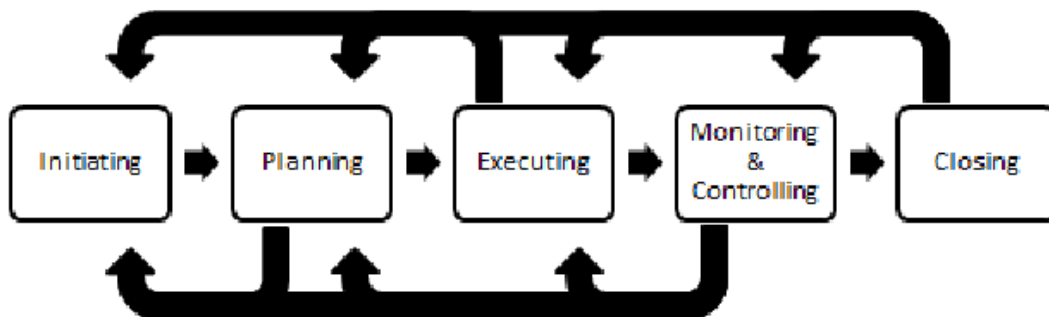


Figure 1. The natural sequence of traditional projects, source: (Whitaker, 2012, s. 15)

Traditional project management typically follows a linear, sequential approach, commonly referred to as the waterfall model. This method involves a series of distinct phases: initiation, planning, execution, monitoring, and closure. Each phase must be completed before moving on to the next, leading to a structured but inflexible process. While this approach offers clarity and predictability, it can also be time-consuming. The lack of focus on customer feedback at every step can result in a product that does not fully meet user needs or expectations. Additionally, making changes once the project is underway is often challenging, requiring time-consuming approval processes and potentially causing delays.

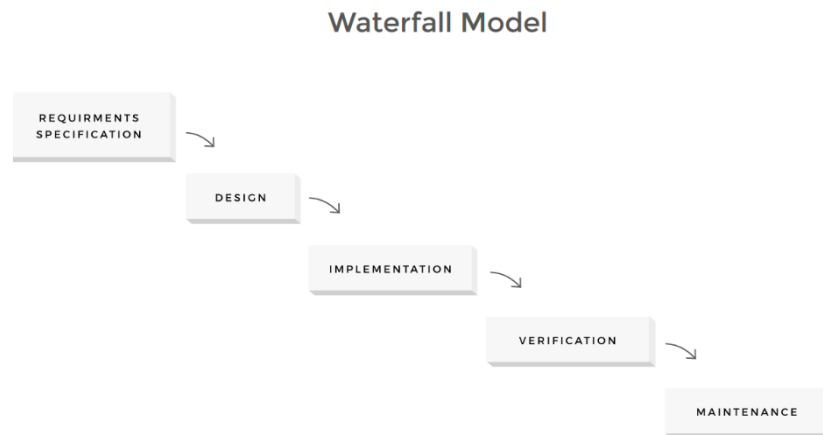


Figure 2. Waterfall model, source: (altexsoft, 20, p. 5)

In contrast, the Agile development cycle, illustrated in Figure 3, promotes an iterative and incremental approach. Agile methodologies emphasize flexibility, allowing teams to adapt to changing requirements and feedback throughout the project lifecycle. This iterative process fosters continuous improvement and closer collaboration with stakeholders, resulting in higher customer satisfaction. Agile practices enable teams to deliver working increments of the project more frequently, allowing for real-time adjustments based on user feedback.

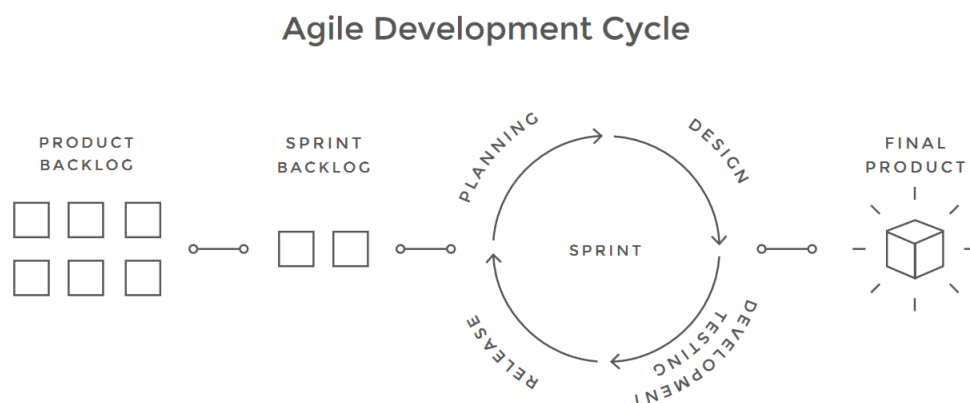


Figure 3. Agile (SCRUM) development cycle, source: (altexsoft, 20, p. 7)

Transitioning to agile project management signifies a shift from a rigid focus on extensive upfront planning and documentation toward a more dynamic approach that prioritizes implementation and customer involvement. Agile methodologies encompass various frameworks, such as Scrum, Kanban, and Extreme Programming, each offering unique practices tailored to specific project contexts. However, it is essential to recognize that agile is not a “silver bullet” and

is not universally applicable. The effectiveness of agile practices depends on several factors, including project type, organizational culture, and the skill sets of team members.

Both traditional and agile approaches are well described in frameworks and methodologies, and both are correct. It is necessary to decide which approach to use, and the choice between them should be made based on the nature of the project. For instance, projects with well-defined scopes and stable requirements may benefit from the structure of traditional methodologies, while those involving high uncertainty and frequent changes are likely to succeed with agile practices. This is summarized in Table 1.

Table 1. Comparison of traditional and agile approach in project management

Traditional PM	Agile PM
• agreed business case • large change • we know the initial and target state • where is a need for thorough design and planning in advance • accurate delivery of the output in terms of cost and time • usually temporary team created for the needs of a given delivery, with a flexible composition of competences • always going through the phases of team development	• complex problem for which we do not know the exact target state, only the vision • activities built around a product or service that continuously bring value and enable quick response to changes • an iterative approach • need to quickly respond to changes during development, to constantly look for and test innovations • need for stable team • komplex competences for the given product, or service • well-coordinated team • team knows the customer of the product better and thus achieves high added value for users

Source: author own elaboration

The increasing adoption of Scrum, particularly in IT projects, highlights the necessity for agile methodologies in today's fast-paced environment. As Sutherland (2019) notes, the rapid pace of social, economic, and technological change demands a different way of working. Scrum allows individuals and teams to respond nimbly to complexities and uncertainties, facilitating an environment where continuous adaptation is possible.

Furthermore, the integration of artificial intelligence (AI) into project management enhances the capabilities of both traditional and agile approaches. AI tools can provide valuable insights through data analysis, allowing project managers to make informed decisions quickly. In agile environments, AI can assist with predictive analytics, helping teams foresee potential challenges and adjust their plans accordingly. This synergy between agile practices and AI innovations not only modernizes project management but also equips organizations to thrive amid constant change and uncertainty.

In summary, while traditional and agile methodologies each offer distinct advantages, the modern project landscape increasingly favours agility and adaptability. As organizations look to the future, embracing a blend of methodologies informed by real-time data and AI innovations will be essential for successful project delivery and organizational resilience.

4 The Evolution of Project Management

Various factors, including advancements in technology, changes in business practices, and the recognition of the importance of effective project delivery, have shaped the evolution of project management. Below is an overview of the key stages as described by Haughey (Haughey, 2021).

Traditional Project Management (Pre-1950s):

Project management practices in this era were primarily focused on large-scale construction and engineering projects, such as building infrastructure and dams. The emphasis was on planning, scheduling, and controlling activities using techniques like the Critical Path Method (CPM) and Program Evaluation and Review Technique (PERT).

Introduction of Project Management Methodologies (1950s-1960s):

During this period, project management methodologies like CPM, PERT, and GERT gained prominence and were applied to projects in industries beyond construction and engineering. These methodologies provided a structured project planning, scheduling, and resource management approach.

Software Development and the Waterfall Model (1970s-1980s):

The rise of software development projects led to adopting the Waterfall model, which introduced a sequential approach to project management. It emphasized distinct phases: requirements gathering, design, development, testing, and deployment. The Waterfall model was widely used but had limitations in handling changing requirements and customer feedback.

Introduction of Agile and Iterative Approaches (1990s-2000s):

In response to the challenges of the Waterfall model, agile project management methodologies emerged. The Agile Manifesto, published in 2001, emphasized flexibility, collaboration, and iterative development. Agile methodologies, such as Scrum and Extreme Programming (XP), gained popularity in software

development and emphasized delivering value incrementally, responding to change, and fostering customer collaboration.

Integration of Agile and Traditional Methods (2000s-2010s):

Recognizing the strengths of both traditional and agile approaches, project managers started integrating practices from different methodologies. Hybrid project management approaches emerged, combining the structure and predictability of traditional methods with the flexibility and adaptability of agile methods. This allowed organizations to tailor project management approaches based on specific project requirements.

On February 11-13, 2001, seventeen people met in the Wasatch mountains of Utah. Representatives from Extreme Programming, SCRUM, DSDM, Adaptive Software Development, Crystal, Feature-Driven Development, Pragmatic Programming, and others sympathetic to the need for an alternative to documentation-driven, heavyweight software development processes convened. Naming themselves "The Agile Alliance". They created the "Software Development Manifesto". Manifesto provides some specific ideas promoting organizational models based on people, collaboration, and building the types of organizational communities in which we would want to work, delivering good products to customers by operating in an environment that does more than talk about "people as our most important asset" but actually "acts" as if people were the most important, and lose the word "asset." So, in the final analysis, the meteoric rise of interest in—and sometimes tremendous criticism of—Agile Methodologies is about the mushy stuff of values and culture (Highsmith, 2001).

Highsmith further concludes that this isn't merely a software development problem. It runs throughout Dilbertesque organizations. To succeed in the new economy and move aggressively into the era of e-business, e-commerce, and the web, companies must rid themselves of their Dilbert manifestations of make-work and arcane policies. This freedom from the inanities of corporate life attracts proponents of Agile Methodologies and scares the bejeebers out of traditionalists. Quite frankly, the Agile approaches scare corporate bureaucrats— at least those that are happy pushing process for process' sake versus trying to do the best for the "customer" and deliver something timely and tangible and "as promised"— because they run out of places to hide.

The Agile movement is not anti-methodology. It embraces modeling, embrace documentation, but not hundreds of pages of never-maintained and rarely-used tomes, plan, but recognizes the limits of planning in a turbulent environment. In 2000, several articles referenced the category of "Light" or "Lightweight" processes. Several articles referred to "Light methodologies, such as Extreme

Programming, Adaptive Software Development, Crystal, and SCRUM." In conversations, no one liked the moniker "Light," but it seemed to stick for now.

Focus on Organizational Agility (2010s-present):

Project management has shifted from being solely project-centric to encompassing organizational agility. Frameworks like the Scaled Agile Framework (SAFe) and Disciplined Agile (DA) have emerged, enabling organizations to scale agile practices and implement agility at the enterprise level. The emphasis is on aligning project portfolios, encouraging cross-functional collaboration, and adopting agile principles throughout the organization.

Embracing Digital Transformation and AI (Present and Future):

The digital age has brought significant advancements, including integrating project management tools, cloud-based collaboration platforms, and artificial intelligence (AI). Project managers now leverage technology to automate routine tasks, gather real-time project data, and make data-driven decisions. AI and machine learning also assist with project planning, risk analysis, and resource optimization. Some concrete examples of how AI is being used in project management:

Chatbots: AI-powered chatbots provide 24/7 support to project team members and stakeholders by answering routine inquiries, offering guidance, and assisting with task management. This can improve stakeholder engagement, enhance customer satisfaction, and reduce the administrative workload for project managers, allowing them to focus on higher-level tasks.

Resource Allocation: AI algorithms optimize resource allocation by matching team members' skills, availability, and workload with project requirements. This enhances efficiency by ensuring that the right resources are assigned to the right tasks, leading to cost savings and better time management across the project lifecycle.

Predictive Analytics: AI-driven predictive analytics tools can forecast potential project delays, cost overruns, and other risks. By analyzing historical data and patterns, AI allows project managers to anticipate issues before they occur, enabling them to take preventive measures and improve overall project outcomes.

Risk Management: AI tools can analyze vast amounts of project data to identify, assess, and prioritize potential risks. By automating risk detection and quantifying uncertainties, AI helps project managers develop more effective mitigation strategies, ensuring projects stay on schedule and within budget.

Overall, the evolution of project management reflects the need for adaptability, agility, and collaboration in an ever-changing business environment. From traditional approaches to agile methodologies and organizational agility, project management continues to evolve to meet the demands of complex projects and dynamic market conditions. There is an increasing emphasis on integrating sustainability and social responsibility into project management practices. Organizations incorporate environmental, social, and governance (ESG) considerations into project planning and execution. Sustainable project management aims to minimize environmental impact, ensure ethical practices, and contribute positively to society.

Over the history, several methodologies developed. There is no right or wrong solution when choosing a project management methodology, and several aspects must be evaluated.

5 Challenges in selecting project management methodology

Historically, project management has been viewed as a well-defined discipline with transparent, established methodologies. However, modern business environments' increasing complexity and dynamism have introduced new challenges that traditional methodologies may not adequately address. For instance, agile approaches have emerged as a promising alternative, emphasizing flexibility, iterative progress, and customer collaboration. Yet, for many organizations, these agile methodologies remain relatively novel, leading to a gap in preparedness among teams and stakeholders.

Selecting a project management methodology can be one of the most challenging parts and can have a tangible impact on the project's fate. It is mainly based on an expert's opinion, past working experience, government rules and regulations, organisation, senior management, stakeholder preferences, and client location (Attarzadeh, 2008, p. 8).

One significant barrier to adopting agile practices is the prevailing mindset within organizations. Many employees and management teams are accustomed to traditional project management methodologies, which often prioritize strict adherence to plans and processes. A methodology is a set of guidelines or principles that can be tailored and applied to a specific situation (Howes, 2001). Methodology is a specific way of completing projects with defined processes, templates, and tools. Most organisations develop their own from a framework such as the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) Guide. Some companies buy a readymade proprietary one such as MPMM, Method 123, TenStep, PRINCE2, Agile, Scrum, or CPMM (Whitaker, 2012, p. 13).

Transitioning to an agile mindset requires a cultural shift that encourages adaptability, collaboration, and an openness to change. This shift necessitates not only an understanding of agile principles but also the development of soft skills such as effective communication, teamwork, and problem-solving.

Additionally, integrating artificial intelligence (AI) into project management presents opportunities and challenges. AI can enhance project management by automating routine tasks, providing predictive analytics, and improving decision-making processes. However, successfully implementing AI tools requires a certain level of digital literacy and familiarity with these technologies among project teams. Organizations must ensure that their workforce is equipped with the necessary skills to leverage AI effectively. This can involve training programs, workshops, and ongoing support to facilitate the transition.

Moreover, when selecting a project management methodology, one must consider the specific context of each project. Factors such as project size, complexity, stakeholder involvement, and industry-specific requirements are crucial in determining the most suitable approach. In some cases, a hybrid methodology that combines elements of both traditional and agile practices may offer the best solution, allowing organizations to retain the structure of traditional methods while embracing the flexibility of agile approaches.

Ultimately, the process of selecting a project management methodology is complex and multifaceted. It requires careful consideration of various factors and a willingness to embrace change. As organizations continue to evolve in response to dynamic market conditions, successfully integrating agile practices and AI innovations into project management will be essential for achieving sustainable success.

6 Quantitative project management and AI

To enhance project performance, it is essential to implement adequate measurement systems that facilitate timely corrective actions. In an era characterized by limited time and resources, organizations increasingly focus on achieving efficiency and effectiveness across all operations. Project management techniques such as defining clear objectives, meticulous planning, resource allocation, and risk management empower companies to streamline processes, reduce waste, and deliver projects on time and within budget.

The article by Shouche, Sandeep, and Mate (2006) discusses the utilization of metrics for effective project management within the quantitative project management framework. The authors emphasize the importance of defining relevant metrics tailored to project needs, particularly in the IT software

environment. While the measures described can apply across various projects, they are especially pertinent in sectors where rapid change and adaptability are critical. In their analysis, they conclude that aligning the project's major objectives with appropriate metrics is crucial for effective management. They identify several key objectives that should guide metric selection:

- **Predictability:** Evaluating performance against planned milestones ensures that projects stay on track.
- **Quality:** Monitoring the number of defects or instances of "non-conformance to specs" helps maintain high standards.
- **Responsiveness:** Assessing the speed of responses and resolutions provided to stakeholders reflects an organization's commitment to stakeholder engagement.
- **Efficiency:** Maximizing the utilization of available resources reduces costs and enhances productivity.
- **Productivity:** Focusing on enhancing the output of existing resources supports overall project success.

The project management office plays a pivotal role in defining these metrics, ensuring they are correlated with the above objectives, and tracking them regularly. This ongoing monitoring facilitates the analysis of trends and variances, allowing project teams to implement corrective actions proactively.

As organizations embrace agile methodologies and AI innovations, the role of quantitative project management becomes even more critical. Agile practices emphasize iterative progress and adaptability, which necessitate continuous measurement and feedback. By integrating AI-driven analytics tools, project managers can gain real-time insights into project performance metrics, enabling them to identify areas for improvement and respond swiftly to emerging challenges.

AI technologies can enhance the collection and analysis of quantitative data, making it easier to monitor performance indicators such as resource utilization, risk factors, and project timelines. For instance, predictive analytics powered by AI can forecast potential project delays and budget overruns by analyzing historical data and identifying patterns. This proactive approach allows project managers to address issues before they escalate, improving overall project outcomes.

Furthermore, incorporating quantitative metrics into project management provides a systematic framework for identifying, analyzing, and mitigating risks. By applying the right metrics and leveraging AI technologies, organizations can minimize potential pitfalls and ensure the successful delivery of projects.

7 Conclusion

This paper reaffirms the critical role of project management as a strategic tool within corporate governance. By integrating effective project management, companies not only improve operational efficiency but also gain the ability to navigate increasingly complex business environments, ultimately driving sustainable success. The availability of project data, coupled with advanced analytics, empowers project managers to make well-informed decisions. This data-driven approach enhances the ability to track performance metrics, identify emerging trends, and predict risks, leading to more proactive decision-making and optimized resource management.

The transformative potential of automation technologies and artificial intelligence (AI) is reshaping how projects are managed. Routine administrative tasks, such as scheduling and reporting, can be automated, freeing project managers to focus on more strategic initiatives. AI-driven tools are already demonstrating value in areas such as risk analysis, resource allocation, and project forecasting, increasing both efficiency and accuracy. As AI continues to evolve, it promises to bring even more innovative applications that will revolutionize project management practices and improve organizational outcomes. In addition to technical expertise, project managers must continue to hone essential soft skills like leadership, communication, and stakeholder management. These skills, alongside collaboration, negotiation, and conflict resolution, remain vital to leading diverse teams and ensuring the success of complex projects.

The comparison between traditional and agile methodologies, which was central to this paper, highlights a shift in how project management frameworks impact organizational performance. Traditional approaches, such as the waterfall model, offer a structured, sequential process that works well for projects with well-defined requirements but may struggle with adaptability in fast-paced, uncertain environments. Agile methodologies, by contrast, promote flexibility, adaptability, and iterative progress, allowing organizations to respond to change rapidly and effectively. Companies must assess their project types, goals, and organizational culture to determine which approach best suits their needs. The appropriate selection and application of these methodologies can greatly enhance the efficiency and resilience of company management.

Finally, as project management evolves, long-standing concepts like the Triple Constraints of project management, often referred to as the "Iron Triangle" (time, budget, and scope), are giving way to a broader focus on outcomes. This shift underscores the growing importance of delivering value, rather than simply adhering only to fixed parameters.

Bibliography

- [1] Altexsoft, 20. Agile Project Management Best Practices and Methodologies. [Online] Available at: <https://www.altexsoft.com/media/2016/04/Agile-Project-Management-Best-Practices-and-Methodologies-Whitepaper.pdf>, [Accessed 01 06 2025].
- [2] ATTARZADEH, I. O. S. H., 2008. Modern Project Management: Essential Skills and Techniques. Communications of the IBIMA, Volume 2.
- [3] New Iron Triangle. [Online] Available at: <https://www.standishgroup.com/news/archive> [Accessed 30 05 2025].
- [4] DUFFY, J., 2023. WWW.PCMAG.COM. [ONLINE] AVAILABLE AT: <HTTPS://WWW.PCMAG.COM/PICKS/THE-BEST-PROJECT-MANAGEMENT-SOFTWARE> [ACCESSED 04 06 2025].
- [5] HAUGHEY, D., 2021. www.projectsmart.co.uk. [ONLINE] Available at: <HTTPS://WWW.PROJECTSMART.CO.UK/HISTORY-OF-PROJECT-MANAGEMENT/BRIEF-HISTORY-OF-PROJECT-MANAGEMENT.PHP> [ACCESSED 30 05 2025].
- [6] HIGHSMITH, J., 2001. <http://agilemanifesto.org>. [Online] Available at: <http://agilemanifesto.org/history.html> [Accessed 30 05 2025].
- [7] HOWES, N. R., 2001. Modern Project Management Successfully Integrating Project Management Knowledge Areas and Processes. New York: Amacom.
- [8] PMI, 2021. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Seventh Edition. Pennsylvania: Project Management Institute.
- [9] RAVINDER, S. L. K., 2016. Defining and formalising project management models and processes. International Journal of Advanced Research in Computer Engineering, 5(6), pp. 720-731.
- [10] SHOUCHE, S., BORTHAKUR, A., & MATE, N. (2006). Quantitative project management—use of metrics for effective project management. Paper presented at PMI® Global Congress 2006—Asia Pacific, Bangkok, Thailand. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- [11] Sutherland, J. J., 2019. *The SCRUM Fieldbook*. 1st ed. London: Penguin Random House.
- [12] TEAM, I. M., 2019. WWW.PRINCE2.COM. [ONLINE] Available at: <HTTPS://WWW.PRINCE2.COM/EUR/BLOG/PROJECT-VS-PROGRAMME> [ACCESSED 28 05 2025].
- [13] WHITAKER, S., 2012. The practically perfect project manager. New York: American Management Association Press.

PROJEKTOVÝ MANAŽMENT AKO KĽÚČOVÁ KOMPETENCIA V MODERNEJ VÝUČBE AKTUÁRSKEJ VEDY

PROJECT MANAGEMENT AS A KEY COMPETENCE IN MODERN ACTUARIAL SCIENCE TEACHING

Silvia ZELINOVÁ¹

Abstrakt:

Projektový manažment zohráva čoraz významnejšiu úlohu vo vzdelávaní budúcich aktuárov, keďže prax si vyžaduje nielen technické znalosti, ale aj schopnosť koordinovať komplexné úlohy. Moderné aktuárske projekty často zahŕňajú multidisciplinárne tímy, prácu s rozsiahlymi dátami a komunikáciu s rôznorodými akcionármi. Zaradenie projektového riadenia do výučby preto zvyšuje pripravenosť študentov na reálne profesionálne výzvy. Študenti získavajú skúsenosti s plánovaním, identifikáciou rizík a hodnotením výsledkov. Praktické projektové úlohy zároveň podporujú rozvoj kritického myslenia a efektívnej spolupráce. Integrácia týchto kompetencií do syllabov umožňuje prepojenie teórie so skutočnými prípadovými štúdiami. Výučba sa stáva dynamickejšou a orientovanou na riešenie problémov. Projektový manažment tak predstavuje významnú pridanú hodnotu, ktorá podporuje profesionalitu a konkurencieschopnosť absolventov aktuárstva v neustále sa meniacej praxi.

Kľúčové slová:

Projektový manažment, aktuárstvo, projektová výučba.

Úvod

Aktuárska profesia prechádza v posledných rokoch dynamickejšou transformáciou, ktorá je spôsobená rastúcou komplexnosťou poisťných produktov, dátovými inováciami a požiadavkami regulácie. Kým v minulosti bola práca aktuára vnímaná najmä ako technicky orientovaná, založená na matematických a štatistických výpočtoch, súčasná prax kladie dôraz aj na komunikačné, organizačné a projektové schopnosti. Implementácia poisťno-matematických modelov, riadenie dátových analýz či koordinovanie medziodborových tímov si vyžaduje systematické plánovanie, riadenie rizík,

¹ Ing. SILVIA ZELINOVÁ, PhD., Katedra matematiky a aktuárstva, FHI Ekonomická univerzita v Bratislave, silvia.zelinova@euba.sk.

efektívnu tímovú spoluprácu a komunikáciu s predstavenstvom spoločnosti, či akcionármi.

Výučba aktuárstva na univerzitách je tradične zameraná najmä na technické predmety, ako sú pravdepodobnosť, štatistika, finančná matematika či teória rizika. Hoci tieto oblasti tvoria dôležitý základ profesie, moderné pracovné prostredie ukazuje, že pre úspešné uplatnenie aktuára sú rovnako dôležité aj mäkké a manažérske kompetencie. V tejto súvislosti nadobúda projektový manažment osobitnú dôležitosť. Zaradenie projektových metód do výučby aktuárstva môže zvýšiť pripravenosť absolventov na výzvy praxe a podporiť prepojenie medzi teóriou a reálnymi pracovnými situáciami (Kerzner, 2025).

Článok sa venuje významu projektového manažmentu v aktuárskom vzdelávaní a analyzuje možnosti jeho efektívnej integrácie do výučby. Pozornosť je venovaná nielen teoretickým východiskám, ale aj návrhu praktického modelu výučby a výskumným aspektom, ktoré môžu podporiť jeho implementáciu.

1 Teoretické východiská

Cieľom článku je preskúmať význam projektového manažmentu ako kľúčovej kompetencie v modernej výučbe aktuárstva a poukázať na prínosy integrácie projektového vyučovania do vysokoškolských programov. Článok sa usiluje identifikovať konkrétne prvky projektového riadenia, ktoré sú pre aktuársku profesiu najdôležitejšie, a tiež analyzovať spôsob, akým môže projektová výučba zlepšiť odborné aj mäkké zručnosti študentov.

Doplňujúcimi cieľmi článku sú:

- definovať špecifické kompetencie projektového manažmentu relevantné pre aktuárov,
- predstaviť model integrácie projektového riadenia do syllabov,
- analyzovať očakávané efekty projektového vyučovania na profesijnú pripravenosť študentov,
- podporiť diskusiu o potrebe modernizácie aktuárskeho vzdelávania v kontexte rastúcich požiadaviek trhu.

Projektový manažment predstavuje systematický proces plánovania, organizovania, riadenia a kontroly aktivít s cieľom zabezpečiť úspešné splnenie projektu. PMI (*angl. Project Management Institute*) definuje projekt ako časovo ohraničený proces s unikátnym výsledkom, pričom dôraz sa kladie na riadenie troch základných prvkov: rozsahu, času a nákladov (PMI, 2021 a Horniaková, 2024). Na druhej strane aktuárstvo je disciplína zaoberajúca sa kvantifikáciou rizík v oblasti financií, poisťovníctva a dôchodkových systémov. Aktuárska práca však nie je izolovaná od tímovej spolupráce či koordinovania odborných úloh. Medzinárodná aktuárska asociácia (IAA) zdôrazňuje význam komunikačných a organizačných zručností ako neoddeliteľnú súčasť kvalifikačného profilu aktuára (IAA, 2017). Prepojenie týchto dvoch oblastí je logické: aktuárske úlohy často vznikajú ako súčasť väčších projektov, napríklad implementácie nových

poistných produktov, modelov na výpočet technických rezerv alebo rôznych dátových analýz. Takéto projekty vyžadujú detailné plánovanie, koordináciu medzi IT, analytikmi, manažmentom a regulačnými orgánmi, a tým prirodzene spájajú aktuárske vedomosti s projektovým manažmentom.

1.1 Význam projektového riadenia pre aktuárov

Aktuári sa v praxi zapájajú do širokej škály projektov, ktoré presahujú rámec klasických výpočtov. Môže ísť o projekty zamerané na vývoj prediktívnych modelov, implementáciu regulácie Solventnosť II, výpočty podľa princípov štandardu IFRS 17, aktualizáciu tarifných štruktúr či zlepšenie procesov v analýze dát. Tieto projekty vyžadujú plánovanie krokov, komunikáciu výsledkov a riadenie rizík, čo sú kľúčové prvky projektového manažmentu. Pre študentov aktuárstva prináša projektová výučba tieto výhody:

- **zlepšenie porozumenia odborným konceptom** vďaka praktickým úlohám,
- **rozvoj mäkkých zručností**, ktoré sú na trhu práce vysoko hodnotené (napr. tímová spolupráca, prezentovanie výsledkov),
- **pripravenosť na komplexné úlohy**, ktoré budú riešiť v praxi,
- **väčšiu motiváciu a angažovanosť**, keďže projekty sú založené na reálnych prípadoch,
- **posilnenie schopnosti kritického a analytického myslenia**.

Zahraničné štúdie ukazujú, že projektová výučba vedie k lepším dlhodobým výsledkom študentov technických a matematických odborov (Prince & Felder, 2006). V prípade aktuárstva môže mať ešte väčší význam, keďže profesia je výrazne orientovaná na praktické riešenie problémov.

2 Návrh integrácie projektového riadenia do výučby aktuárstva

Jednou z možností je vytvorenie predmetu „Projektový manažment pre aktuárov“, ktorý by kombinoval teoretickú výučbu projektového riadenia s praktickými zadaniami. Predmet by mohol zahŕňať projektové zadania na:

- tvorba jednoduchých poistno-matematických modelov,
- analýza citlivosti parametrov v jednotlivých modeloch,
- vytvorenie aktuárskej správy s odporúčaniami pre manažment,
- prípadové štúdie z praxe poisťovní,
- tímový projekt s prezentáciou pred „odbornou komisiou“.

Hodnotenie projektu by mohlo zahŕňať:

- kvalitu technického riešenia,

- schopnosť tímovej spolupráce,
- prezentovanie výsledkov,
- zapracovanie spätnej väzby,
- reflexiu jednotlivých študentov na priebeh projektu.

Prepojenie s praxou

Priama spolupráca univerzít s poisťovňami alebo poradenskými firmami umožňuje vytvárať autentické projektové úlohy. Projektové vyučovanie sa v aktuárskom vzdelávaní osvedčuje najmä vtedy, keď študenti riešia reálne zadania z praxe v spolupráci s poisťovňami alebo finančnými inštitúciami, čo zvyšuje ich schopnosť aplikovať teoretické modely v profesionálnom kontexte. Výskum ukazuje, že pri projektových úlohách vytvorených spolu s priemyselnými partnermi sa výrazne posilňuje pripravenosť študentov na budúce povolanie, a to najmä v oblastiach hodnotenia rizika, práce s dátami a komunikácie výsledkov. Takto nastavený model univerzita–firma podporuje aj rozvoj kompetencií, ktoré sú kľúčové pre aktuársku profesiu (Badir et al., 2023; Naseer et al., 2025; Pan et al., 2023;).

2.1 Formy projektového vyučovania a ich vhodnosť pre aktuárstva

Aktuárstvo patrí medzi disciplíny, ktoré pracujú s komplexnými dátami, hodnotia riziko a vyžadujú schopnosť analyticky myslieť, samostatne riešiť problémy a efektívne komunikovať výsledky. Preto je dôležité zvoliť také formy projektového vyučovania, ktoré tieto kompetencie rozvíjajú čo najviac. Pre aktuárov je pritom zásadná autentickosť úloh, kontakt s praxou, tímová spolupráca a schopnosť modelovať reálne situácie. Jednotlivé formy projektového vyučovania sa však líšia mierou náročnosti, typom výstupov aj prínosom pre profesijný rozvoj študenta. Nasledujúca tabuľka poskytuje prehľad rôznych projektových metód a hodnotí ich vhodnosť pre aktuárske vzdelávanie. Umožňuje tak lepšie porozumieť tomu, ktoré formy podporujú rozvoj praktických zručností, kritického myslenia a profesionálnej pripravenosti potrebnej v aktuárskej praxi.

Najvhodnejšími formami projektového vyučovania pre aktuárstvo sú najmä tímové projekty, keďže aktuárska prax je prirodzene tímová a študenti si vďaka nim rozvíjajú mäkké zručnosti, ako je organizácia práce, komunikácia či prezentovanie výsledkov. Veľmi prínosné sú aj projekty realizované v spolupráci s firmami, ktoré študentom umožňujú pracovať s reálnymi dátami, modelmi a procesmi, a teda im poskytujú najautentickejšiu skúsenosť s profesiou. Simulácie a modelové situácie zas podporujú hlbšie pochopenie rizík, pravdepodobností a finančných mechanizmov, čo je pre aktuársku matematiku kľúčové. Capstone projekt predstavuje ideálnu formu integrácie aktuárskeho modelovania, projektového riadenia a mäkkých kompetencií, keďže spája všetky tieto prvky v

jednom komplexnom výstupe. V tabuľke 1 sú uvedené formy projektového vyučovania a ich vhodnosť pre výučbu aktuárskych vied.

Tabuľka 1: Analýzy foriem projektového vyučovania pre výučbu aktuárskych vied

Forma projektového vyučovania	Stručná charakteristika	Výhody	Vhodnosť pre výučbu aktuárstva
Tímové projektové úlohy	Malé tímy riešia komplexné úlohy počas semestra.	Rozvoj tímovej práce, komunikácie, rozdelenia rolí; simuluje pracovné prostredie.	Veľmi vhodné
Prípadové štúdie (case studies)	Analýza realistických alebo historických problémov z praxe.	Prepojenie teórie s praxou, kritické myslenie.	Vysoká vhodnosť
Projekty v spolupráci s firmou	Reálne zadania od poisťovní, bánk alebo konzultantov.	Najautentickejšie učenie, motivácia, networking.	Ideálna forma
Simulácie a modelové situácie	Simulácia poisťných systémov, rizík alebo trhových scenárov.	Bezpečné experimentovanie, interaktivita.	Veľmi vhodné
Projektový seminár	Študenti si sami definujú projekt a pripravujú dokumentáciu.	Rozvoj samostatnosti a formulácie problému.	Vhodné
Výskumné mini-projekty	Malé analytické úlohy spojené so štatistikou alebo dátami.	Podpora analytického myslenia, práca s dátami.	Vysoká vhodnosť
Capstone projekt	Komplexný koncoročný projekt s interdisciplinárnym presahom.	Konsolidácia zručností, profesionálny výstup.	Mimoriadne vhodné
Projektová laboratórna výučba	Workshopy, cvičenia a krátke projekty.	Striedanie aktivít, technická prax.	Stredná vhodnosť
Agilné projektové riadenie (SCRUM, Kanban)	Iteratívne riadenie projektu s rýchlou spätnou väzbou.	Flexibilita, vhodné pre dátové projekty.	Veľmi vhodné

Zdroj: vlastné spracovanie

Medzi formy s vysokou vhodnosťou patria prípadové štúdie, ktoré dopĺňajú teoretické poznatky o praktický kontext a učia študentov rozhodovať sa na základe komplexných informácií. Rovnako dôležité sú aj výskumné mini-

projekty, ktoré sú obzvlášť cenné pre dátovo orientované oblasti aktuárstva, napríklad pre prediktívne modelovanie či štatistickú analýzu.

Formou so strednou vhodnosťou sú projektové laboratória, ktoré síce umožňujú rozvoj technických zručností a praktické precvičenie metód, no menej podporujú tvorbu komplexných projektov, ktoré vyžadujú rozsiahlejšie plánovanie a koordináciu. Projektové formy vyučovania predstavujú efektívny spôsob, ako posilniť kompetencie, ktoré sú v aktuárskej praxi kľúčové: analytické myslenie, práca s dátami, interpretácia výsledkov, riešenie komplexných problémov a schopnosť fungovať v tíme či v interakcii s odborníkmi z praxe. Z porovnania jednotlivých metód je zrejmé, že najväčší prínos majú formy, ktoré simulujú reálne pracovné situácie, napríklad projekty v spolupráci s firmou, simulácie rizikových scenárov či capstone projekty. Tieto formy umožňujú študentom zažiť autentickú prácu aktuára: od modelovania poistno-matematických procesov až po prezentáciu odporúčaní pre manažment. Menej komplexné metódy ako semináre alebo laboratórna projektová výučba síce podporujú technické zručnosti, ale neponúkajú takú hĺbku a prepojenosť. Naopak, výskumné miniprojekty či prípadové štúdie sú vhodným mostom medzi teóriou a praxou a zároveň posilňujú pochopenie pojmov a metodík v kontexte skutočných problémov.

Celkovo možno konštatovať, že kombinácia viacerých projektových foriem vytvára harmonický model prípravy aktuára, ktorý je schopný flexibilne reagovať na požiadavky dynamického poistného a finančného prostredia.

Na záver uvádzame, ako jednotlivé formy projektového vyučovania prirodzene zapadajú do kľúčových oblastí aktuárstva s uvedením praktického prepojenia s konkrétnymi témami z jednotlivých oblastí aktuárskych vied:

1. Teória rizika a modelovanie poistných udalostí

- **Simulácie a modelové situácie** umožňujú študentom pracovať s náhodnými procesmi, tvoriť simulované portfóliá a analyzovať dopad extrémnych udalostí.
- **Case studies** založené na historických poistných katastrofách vedú k rozvoju kritického myslenia pri hodnotení rizikových modelov.

2. Životné a neživotné poistenie

- **Projekty v spolupráci s firmou** (poisťovne, konzultačné spoločnosti) sú ideálne pre úlohy ako výpočet poistného, rezerv, škodových trojuholníkov či analýzu portfólia.
- **Capstone projekty** umožňujú riešenie komplexných úloh typu vývoj tarifikácie alebo optimalizácia poistných produktov.

3. Finančná matematika a oceňovanie záväzkov

- **Tímové projektové úlohy** môžu simulovať investičné rozhodovanie, ALM stratégie či hodnotenie rizika zmeny úrokových mier.
- **Výskumné miniprojekty** sú vhodné pre porovnávanie oceňovacích metód alebo testovanie stability modelov.

4. Stochastické modelovanie a dátová analytika

- **Agilné projektové riadenie (SCRUM, Kanban)** je ideálne pre dátové a modelovacie úlohy, kde sa pracuje iteratívne a s rýchlou spätnou väzbou.
- **Projektová laboratórna výučba** podporuje výučbu programovania v R alebo v Pythone, prácu so štandardnými aktuárskymi knižnicami a s reálnymi datasetmi.

5. Regulácia Solventnosť II a Enterprise Risk Management

- **Case studies a projekty v spolupráci s firmami** umožňujú analyzovať výpočty SCR/MCR, ORSA proces alebo hodnotenie kapitálových požiadaviek.
- **Simulácie** podporujú pochopenie testov analýzy citlivosti na vstupné parametre.

6. Komunikácia výsledkov a profesionálne zručnosti

- **Projektový seminár** rozvíja schopnosť samostatne formulovať problém, viesť dokumentáciu projektu a prezentovať výsledky.
- **Capstone projekt** vedie k profesionálnemu výstupu porovnateľnému s prácou aktuára.

Záver

Integrácia projektového riadenia do aktuárskeho vzdelávania má výrazný potenciál zlepšiť kompetencie a pripravenosť absolventov na pracovné prostredie. Projektové metódy sú však náročné na čas, personálne kapacity a odborné vedenie. Výzvou môže byť aj zabezpečenie spolupráce s praxou a náročnosť hodnotenia projektov. Napriek tomu skúsenosti z iných technických odborov ukazujú, že projektové vyučovanie prináša dlhodobé výhody, najmä pri rozvoji profesionálnych kompetencií (Biggs & Tang, 2003).

Projektový manažment predstavuje významnú kompetenciu, ktorá môže výrazne obohatiť výučbu aktuárstva. Zaradenie projektových metód do syllabov umožňuje študentom prepojiť teoretické vedomosti so skutočnými výzvami praxe. Výsledkom je vyššia pripravenosť absolventov na komplexné úlohy, ktoré aktuárska profesia dnes vyžaduje. Univerzity by preto mali zvážiť systematické posilnenie projektovej výučby a aktívnu spoluprácu s praxou.

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantovej úlohy ESG A-25-103/3020-17 Zlepšovanie znalostí a zručností študentov v oblasti projektového manažmentu s využitím metodiky IPMA.

Literatúra

- [1] Badir, A., O'Neill, R., Kinzli, K.-D., Komisar, S., & Kim, J.-Y. (2023). Fostering Project-Based Learning through Industry Engagement in Capstone Design Projects. *Education Sciences*, 13(4), 361. <https://doi.org/10.3390/educsci13040361>
- [2] Biggs, J., & Tang, C. (2003). *Teaching for quality learning*. Buckingham: Society for.
- [3] International Actuarial Association (IAA). (2017). *International Actuarial Association Education Guidelines*. IAA Publications.
- [4] Horniaková, V. (2024). University Education and Project Management: A Focus on IPMA Methodology. *TIEES 2024: Trends and Innovations in E-business, Education, and Security: 12th International Scientific Web-conference of Scientists and PhD Students or Candidates*, 111-116.
- [5] Kerzner, H. (2025). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons.
- [6] Kerzner, H., Zeitoun, A., & Vargas, R. V. (2022). *Project management next generation: The pillars for organizational excellence*. John Wiley & Sons.
- [7] Low, A. A., & Teh, J. K. L. (2022). PROJECT-BASED LEARNING IN A FINAL-YEAR ACTUARIAL COURSE. EMERGING FROM CRISIS: REFINING QUALITY ASSURANCE TOWARDS STABILITY IN HIGHER EDUCATION, 9(10), 89.
- [8] Naseer, F., et al. (2025). *Project-based learning framework integrating industry collaboration to enhance student future readiness*. Scientific Reports.
- [9] Pan, G., Seow, P.-S., Shankararaman, V., & Koh, K. (2023). *University-Industry Collaboration in Project-Based Learning: Perspective and Motivation of Industry Partners*. *International Journal of Education*.
- [10] PMI – Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.)*. Project Management Institute.
- [11] Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138.

Partneri

IPMA®
SLOVAKIA

international
project
management
association

Komora
Projektových
Manažerov

PM
Project
Management
Institute
Slovakia

PosAm

Z
ZURICH®

itSMF Slovensko

DXC
TECHNOLOGY

TIIML SAKATEMIA®
Prague

Swiss Re

O₂

vox sapiens

Konferenciu finančne podporili

Swiss Re

PosAm

Z
ZURICH®

Miesto konania: Fakulta hospodárskej informatiky

Ekonomická univerzita v Bratislave

Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Bratislava

Vydavateľstvo: EKONÓM

ISBN: 978-80-225-5287-5 (online)