


Dunaújváros

A Dunaújvárosi Egyetem online folyóirata 2025. XIII. évfolyam II. szám

Műszaki-, Informatikai és Társadalomtudományok



Válogatás a Dunaújvárosi Egyetemen 2024-ben tartott Tudományos Hét *Informatikatudományi* szekció előadásaiból II.

Az írások szerzői:

BOGNÁR LÁSZLÓ

JOÓS ANTAL

MIHÁLOVICSNÉ KOLLÁR ANITA

MIZERÁK ESZTER ÁGNES

NAGY BÁLINT



Dunakavics

A Dunaújvárosi Egyetem online folyóirata 2025. XIII. évfolyam II. szám

Műszaki-, Informatikai és Társadalomtudományok

MEGJELENIK ÉVENTE 12 ALKALOMMAL

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

András István, Bacsa-Bán Anetta, Balázs László, Kovács-Bokor Éva,
Nagy Bálint, Németh István, Rajcsányi-Molnár Mónika.

Felelős szerkesztő: Németh István

Szerkesztetők: Falus Orsolya, Halmai Nóra, Kőkuti Tamás, Varga Anita

Tördelés: Duma Attila

Szerkesztőség és a kiadó címe: 2400 Dunaújváros, Táncsics M. u. 1/a.

Kiadja DUE Press, a Dunaújvárosi Egyetem kiadója

Felelős kiadó Dr. habil András István, rektor

<http://dunakavics.uniduna.hu/>

ISSN 2064-5007

Tartalom

LÁSZLÓ BOGNÁR-ANTAL JOÓS

The Impact of Allowing ChatGPT on Responses to Different Question Types in a Mid-Term Math Exam

5

BOGNÁR LÁSZLÓ

Így szoktuk elrontani az oktatási felméréseinket a résztvevők kiválasztásánál

15

MIHÁLOVICSNÉ KOLLÁR ANITA

*Észre vesszük a mesterséges intelligencia jelenlétét a mindennapjainkban?
- Empirikus kutatás az MI által generált tartalom felismerésére*

29

MIHALOVICSNÉ KOLLÁR ANITA

A hallgatói sikeresség támogatottsága szempontjából végzett tanulásvizsgálat az online környezetben

37

MIZERÁK ESZTER ÁGNES

A konfliktus, ami összeköt – Iskolai konfliktuskezelési kultúra és attitűd

47

NAGY BÁLINT

Biológiai ritmusok matematikai modelljeiről

59

Galéria (Sóti István fotói)

66



The Impact of Allowing ChatGPT on Responses to Different Question Types in a Mid-Term Math Exam

Abstract: This study investigates the impact of ChatGPT on student performance in mid-term math exams, focusing on differences in scores across various types of test questions. The findings reveal that students using ChatGPT exhibited significantly lower average scores compared to their non-GPT counterparts, with more erratic performance patterns. In particular, ChatGPT users struggled with complex mathematical operations, such as matrix inverses and vector multiplications. Both ChatGPT and Copilot displayed similar levels of consistency, occasionally providing incorrect or mixed answers, which may have contributed to the lower performance of GPT users. The study suggests that inadequate preparation and unfamiliarity with using GPT during exams could also have played a role in these results. These findings raise important questions about the integration of AI tools in education, particularly in subjects like mathematics, where precision is essential. Future research should explore optimal ways to integrate AI tools like ChatGPT into learning environments to enhance, rather than hinder, academic performance.

Keywords: ChatGPT; mathematics education; chatbot.

Absztrakt: Ez a tanulmány a ChatGPT hatását vizsgálja a diákok félévközi matematikavizsgán nyújtott teljesítményére, a különböző típusú tesztkérdések eredményei közötti különbségekre összpontosítva. Az eredmények azt mutatják, hogy a ChatGPT-t használó diákok jelentősen alacsonyabb átlagos pontszámokat értek el, mint a ChatGPT-t nem használó társaik, és a teljesítményük is kiszámíthatatlanabb volt. A ChatGPT-felhasználók különösen az összetett matematikai műveletekkel, például a mátrix inverzekkel és a vektorok szorzásaival küszködtek. Mind a ChatGPT, mind a Copilot hasonló következetességet mutatott, időnként helytelen vagy vegyes válaszokat adtak, ami hozzájárulhatott a GPT-felhasználók alacsonyabb teljesítményéhez.

* University of Dunaujváros,
Institute of Computer Engineering,
Department of Mathematics
Email: bognarl@uniduna.hu

** University of Dunaujváros,
Institute of Computer Engineering,
Department of Mathematics
Email: joosa@uniduna.hu

- [1] Gulwani, S.–Polozov, O.–Singh, R. (2017): Program Synthesis. *Foundations and Trends® in Programming Languages*, 4., (1–2.), pp. 1–119.
- [2] Miller, L. A. (1981): Natural Language Programming: Styles, Strategies, and Contrasts. *IBM Systems Journal*, 20., (2.), pp. 184–215.
- [3] Dohmke, T. (2022): *GitHub Copilot Is Generally Available to All Developers*. Retrieved from <https://github.blog/2022-06-21-github-copilot-is-generally-available-to-all-developers/>
- [4] OpenAI. (2022): *Introducing ChatGPT*. Retrieved from <https://openai.com/blog/chatgpt>
- [5] Hu, K. (2023): *ChatGPT Sets Record for Fastest-Growing User Base – Analyst Note*. *Reuters*. Retrieved from <https://www.reuters.com/technology/chatgpt-sets-record-fastest-growing-user-base-analyst-note-2023-02-01/>
- [6] Mehdi, Y. (2023): *Reinventing Search with a New AI-powered Microsoft Bing and Edge, Your Copilot for the Web*. Retrieved from <https://blogs.microsoft.com/blog/2023/02/07/reinventing-search-with-a-new-ai-powered-microsoft-bing-and-edge-your-copilot-for-the-web/>
- [7] Pichai, S. (2023): *An Important next Step on Our AI Journey*. Retrieved from <https://blog.google/technology/ai/bard-google-ai-search-updates/>
- [8] Buolamwini, J.–Gebru, T. (2018): Gender Shades: Intersectional Accuracy Disparities in Commercial Gender Classification. In: *Conference on Fairness, Accountability and Transparency*, pp. 77–91. PMLR.
- [9] Liang, P. P.–Wu, C.–Morency, L.–P.–Salakhutdinov, R. (2021): Towards understanding and mitigating social biases in language models. In: *International Conference on Machine Learning*, pp. 6565–6576. PMLR.
- [10] Bender, E. M.–Gebru, T.–McMillan-Major, A.–Shmitchell, S. (2021): On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?. In: *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, pp. 610–623.

A tanulmány szerint a nem megfelelő felkészülés és a GPT vizsgák során történő használatának ismeretlensége is szerepet játszhatott ezekben az eredményekben. Ezek az eredmények fontos kérdéseket vetnek fel a mesterséges intelligencia eszközeinek az oktatásba való integrálásával kapcsolatban, különösen az olyan tantárgyak esetében, mint a matematika, ahol a pontosság elengedhetetlen. A jövőbeni kutatásoknak fel kell tární, hogyan lehet a ChatGPT-hez hasonló AI-eszközöket optimálisan integrálni a tanulási környezetbe, hogy javítsák, ne pedig akadályozzák a tanulmányi teljesítményt.

Kulcsszavak: ChatGPT; matematikaoktatás; chatbot.

Introduction

Research areas such as neural networks, program synthesis [1], and natural language programming [2] have been evolving for decades. However, it was only in the past year that these technologies became widely available to the general public through prominent commercial launches. In June 2022, GitHub Copilot, an AI-powered code generation tool, was officially released following a year of private beta testing [3]; Shortly after, in November 2022, OpenAI launched the ChatGPT AI chatbot [4], which rapidly attracted an estimated 100 million users within two months, setting a record for the fastest app growth in history [5]: By early 2023, Microsoft and Google had integrated similar conversational AI into their search engines [6; 7]: The quick adoption of AI tools has sparked widespread debate about several concerns, including bias [8; 9], ethics [10],

misinformation [11], data privacy [12], and environmental impact [13]: Among these issues, educators have raised concerns about the role of AI in assisting students with homework and exams in various subjects [14]: In the field of computer science education, AI tools have been shown to be particularly effective for programming tasks [15]: This paper investigates the impact of ChatGPT on student performance in mathematics, with an emphasis on how scores vary across different types of exam questions. We designed an experiment to evaluate whether the use of ChatGPT during a mid-term exam affects student outcomes. Research Question: Is there a significant difference between the average scores of students who use ChatGPT and those who do not on different types of test questions?

Conditions of the experiment

The experiment was conducted with international students enrolled in Mathematics 1 and Engineering Mathematics 1 at the University of Dunaujváros, Hungary. For simplicity, we will refer to both subjects as Mathematics 1 throughout this paper. In Mathematics 1, students are required to take two tests within the Moodle Learning Management System during the semester, and their final grade is based on the combined scores from these two mid-term tests. This study focuses exclusively on the results from the first test.

In this test, each student was presented with 5 questions, each covering a distinct sub-topic. While the structure of the questions was consistent across all students, the parameters within each question were randomized by the Moodle system. A total of 140 students submitted valid tests, of which 22 students self-reported using ChatGPT during the exam. Therefore, across the 140 students, a total of 700 individual questions were answered (140 students \times 5 questions), with 110 of those questions (22 students \times 5 questions) being solved with the assistance of ChatGPT.

The learning material for this test covered fundamental topics in linear algebra, including an introduction to matrices, matrix operations, calculating determinants and inverses, operations with vectors such as scalar and vector

[11] Kreps, S.–McCain, R. M.–Brundage, M. (2022): All the News That's Fit to Fabricate: AI-generated Text as a Tool of Media Misinformation. *Journal of Experimental Political Science*, 9., (1), pp. 104–117.

[12] Butterick, M. (2022): *GitHub Copilot Investigation*. Joseph Saveri Law Firm & Matthew Butterick. Retrieved from <https://githubcopilotinvestigation.com/>

[13] Strubell, E.–Ganesh, A.–McCallum, A. (2019): *Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP*. arXiv preprint arXiv:1906.02243.

[14] Johnson, A. (2023): *ChatGPT In Schools: Here's Where It's Banned—And How It Could Potentially Help Students*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/ariannajohnson/2023/01/18/chatgpt-in-schools-heres-where-its-banned-and-how-it-could-potentially-help-students/>

[15] Lau, S.–Guo, J. P. (2023): From “Ban It Till We Understand It” to “Resistance is Futile”: How University Programming Instructors Plan to Adapt as More Students Use AI Code Generation and Explanation Tools such as ChatGPT and GitHub Copilot. In: *ACM Conference on International Computing Education Research (ICER)*.

multiplication, mixed multiplication, calculating angles between vectors, and operations with complex numbers in algebraic form such as addition, subtraction, multiplication, and division. Specifically, the test evaluated students on these core concepts:

- The first question (Q1) was on addition, subtraction, multiplication, transposition, determinant, adjoint and inverse calculus with matrices.
- The second question (Q2) was on addition and subtraction of vectors, multiplication by scalar, linear independence of vectors, base of vectors, rank of matrix, scalar multiplication of vectors and solution of linear system of equations.
- The third question (Q3) was about mixed product of vectors, scalar product of vectors, equation of a plane, equation of a line, length of a vector, product of vectors and closed angle of vectors.
- The fourth question (Q4) was taken from the same set as the first question.
- The fifth question (Q5) was taken from the topics: real and imaginary parts of complex numbers, sum of complex numbers, difference of complex numbers, multiplication of complex numbers and absolute value of complex numbers.

Students had 45 minutes to complete the test, with any unsubmitted tests automatically submitted at the end of this time. Immediately after submission, students were able to view their test results along with the correct answers. While the teaching was conducted face-to-face, the test itself was administered online. On the morning of the test, students were informed that they were permitted to use ChatGPT during the test. The test included a self-report question asking whether they had used ChatGPT. There were no penalties or incentives tied to the use of ChatGPT, and it had not been integrated into any of the prior mathematics lessons. Additionally, the problem-solving capabilities and limitations of ChatGPT had not been demonstrated in class. Students were allowed to use not only ChatGPT but also other similar AI tools.

Comparison of the goodness of GPTs

The students were free to use any learning aid they wished, but we specifically examined two, ChatGPT 3.5 and Copilot with Bing Chat. For all 110 questions that GPT users received, we asked the GPTs three times for the correct answer and categorized the goodness of the GPTs based on these answers.

If all three answers for a question were the same, then the GPT's answer to that question is called consistent, otherwise it is called inconsistent. If all three answers were the same and good, the GPT answer is called correct. If the answers are different, but there was a good answer among them, it is called mixed. If each answer was wrong (same or different), it is called incorrect.

Figure 1. presents a distribution of the correctness of GPT responses, with ChatGPT accounting for 50% and Bing Chat for the remaining 50%. The graph demonstrates that no statistically significant difference exists in the proportion of correct answers between ChatGPT 3.5 and Copilot with Bing Chat. ChatGPT 3.5 displays a slight edge in accuracy, but the difference is not substantial. The figure also reveals that there is no significant difference in the proportion of incorrect answers and mixed answers between the two programs. ChatGPT produces marginally fewer incorrect responses compared to Copilot with Bing Chat. The difference in mixed answers is negligible. The Mixed column indicates that approximately 13% of the time, the responding program is simply making random guesses.

Figure 1. The correctness of ChatGPT and Bing

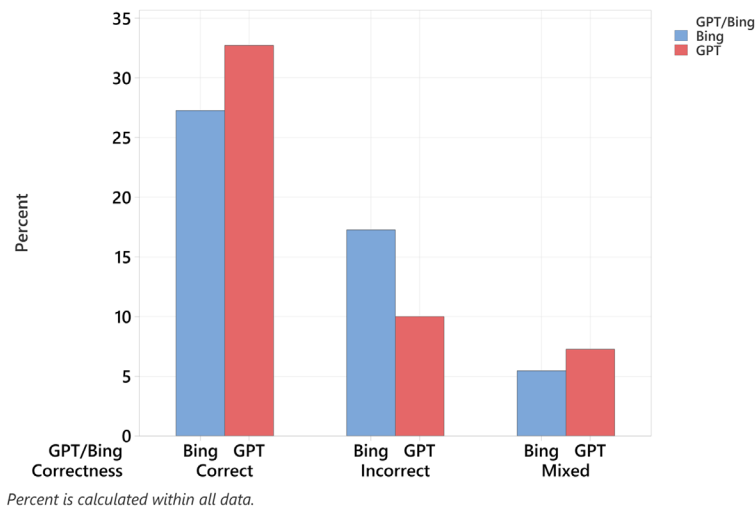


Figure 2. depicts the distribution of consistent and inconsistent answers for both GPT models, with ChatGPT and Bing Chat representing 50-50% of the data. From Figure 2., it's evident that the consistency and inconsistency properties are comparable for the two programs. The rate of inconsistent responses is less than 20% within both ChatGPT and Copilot with Bing Chat categories. The Inconsistent column signifies that nearly 18% of the time, the responding program is resorting to random guesses.

Figure 3. illustrates the percentage of correct, incorrect, and mixed responses in ChatGPT's answers for each question. It indicates that for ChatGPT, question Q2 (involving basic vector operations) was the easiest, but even for this question, the model resorted to guesswork almost 10% of the time. Question Q3 (encompassing various vector multiplications and 3-dimensional coordinate geometry

problems) proved to be the most challenging, with a percentage of correct answers falling below 30%. *Figure 4.* presents the percentage of correct, incorrect, and mixed responses in Copilot with Bing Chat’s answers for each question. The results are intriguing, as question Q5 (requiring basic operations on complex numbers) emerged as the easiest, with no mixed answers. Question Q3, once again, presented the most arduous task, with a percentage of correct answers plummeting below 10%.

Figure 2. The consistency of ChatGPT and Bing

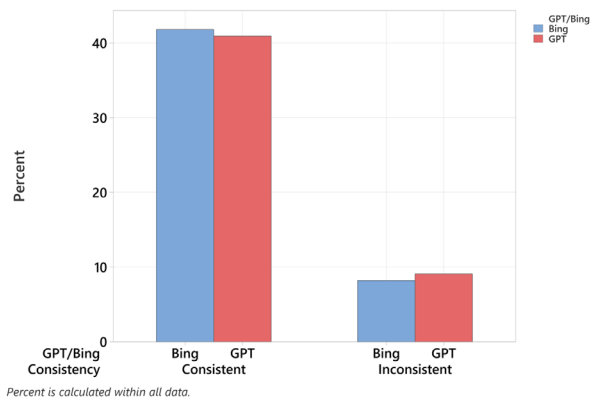
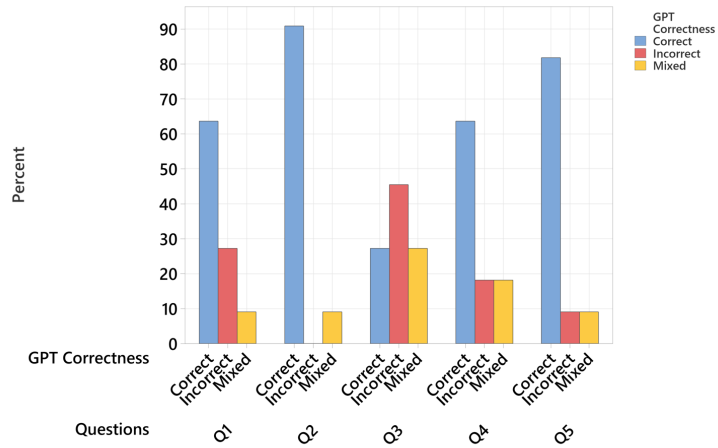


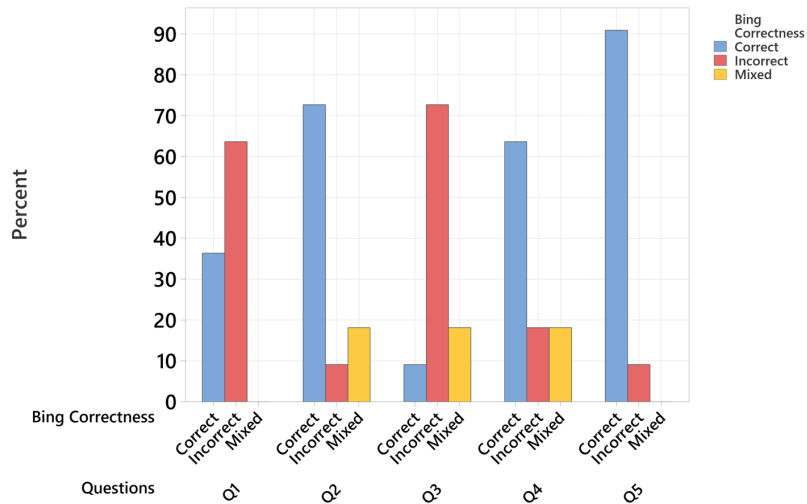
Figure 5. demonstrates the relative proportion of correct responses for each question across ChatGPT and Copilot with Bing Chat. In the case of question Q2, ChatGPT’s ratio of correct answers hovered around 91%. This implies that the ratio of incorrect answers for ChatGPT was approximately 9%. Similarly, for Copilot with Bing Chat, the ratio of correct answers neared 72%, while the ratio of incorrect answers approached 28%. Overall, questions Q2 and Q5 emerged as the most accurate, while Q3 (involving various vector multiplications and 3-dimensional coordinate geometry problems) consistently posed the greatest challenge for both models.

Figure 3. The correctness of ChatGPT by question



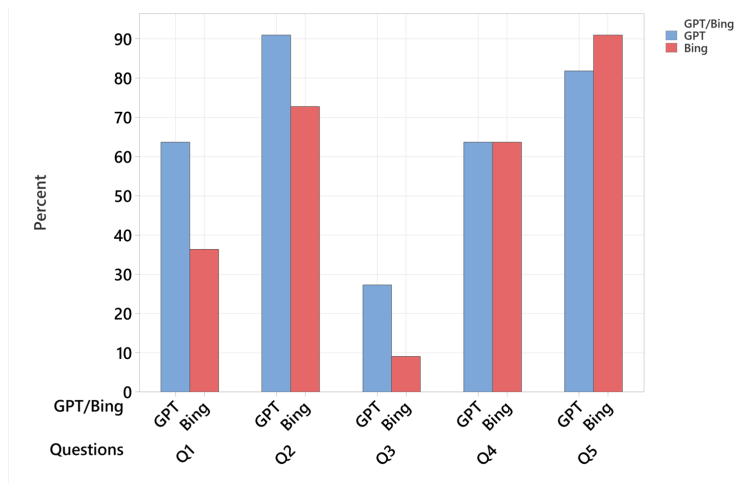
Percent is calculated within levels of Questions.

Figure 4. The correctness of Bing by question



Percent is calculated within levels of Questions.

Figure 5. The correctness of ChatGPT and Bing by question



Comparison the goodness of student outcomes with and without a chatbot

We now delve into a comparison of the correctness of the students' responses, considering the accuracy of GPT's responses.

Figure 6. illustrates the proportion of correct responses for ChatGPT, students not using GPT, and students using GPT for each question. The first three columns reveal that 63% of ChatGPT's responses were accurate, 92% of students not using GPT provided correct answers, and 46% of students using GPT correctly answered the first question. This implies that if students using GPT had solely relied on ChatGPT's responses, their performance on the first question would have improved.

Conversely, on the third question, ChatGPT's performance significantly trailed that of students using GPT.

ChatGPT's accuracy on the third question was a mere 28%, while students using GPT achieved a correct response rate of 46%. Hence, there were instances where students identified incorrect answers provided by GPT or at that question they did not use it.

Notably, students not using GPT demonstrated superior performance compared to ChatGPT for questions Q1, Q3, Q4, and Q5.

Figure 6. The correctness of ChatGPT, student without GPT and with GPT

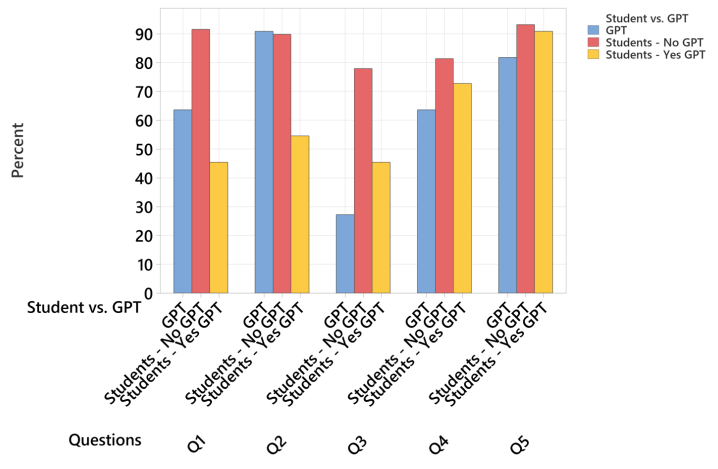


Figure 7. The correctness of Bing, student without Bing and with Bing

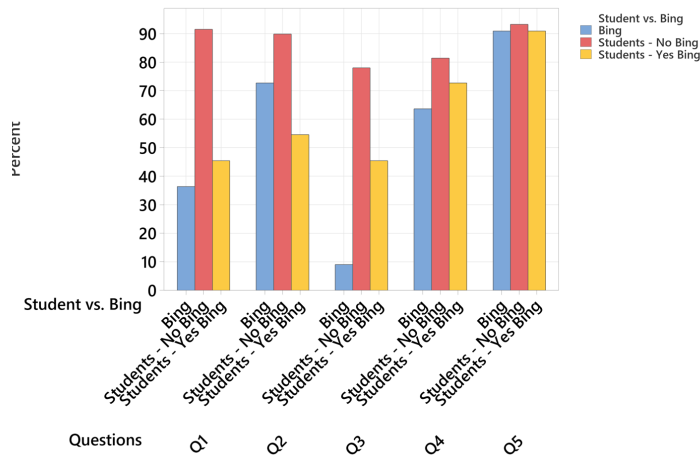


Figure 7. depicts the proportion of correct responses for Copilot with Bing Chat, students not using Bing, and students using it. It's worth noting that the performance of students not using Bing consistently surpassed those of using it.

Conclusions

This study investigating the use of ChatGPT in a mid-term math exam revealed several important findings, highlighting the complexities and challenges involved in integrating AI tools into educational environments.

GPT Consistency:

Both ChatGPT and Copilot with Bing Chat demonstrated comparable levels of correctness and consistency in their responses to the questions posed. The quality of responses from ChatGPT and Copilot did not show a significant difference, with both exhibiting occasional incorrect or mixed answers.

Question-Specific Performance:

Students using ChatGPT displayed more extreme variations in scores across different questions, especially compared to non-GPT users. Notably, questions related to complex mathematical operations, such as matrix inverses and vector multiplications, posed substantial challenges for ChatGPT users.

Implications and Further Questions:

The study prompts further exploration into the reasons behind the lower scores of ChatGPT users. Questions regarding students' study habits, the reliability of GPT-generated answers, and the impact of GPTs on learning outcomes merit deeper investigation.

The circumstances of the current experiment, in particular the fact that students were not prepared to use GPT in class, may have a significant impact on the findings. A further research task could be to compare different experimental set-ups.

The findings underscore the importance of carefully considering the integration of AI tools into educational practices, especially in disciplines like mathematics where precision is crucial.

In conclusion, while the introduction of AI tools like ChatGPT holds promise in educational contexts, this study emphasizes the need for a nuanced understanding of their impact, considering both the potential benefits and challenges associated with their implementation.

Future research should delve into refining AI tools for specific educational contexts and addressing the identified concerns to optimize their effectiveness.

Így szoktuk elrontani az oktatási felméréseinket a résztvevők kiválasztásánál

Összefoglalás: Ez a cikk az oktatási felmérések egyik legkritikusabb részére, a résztvevők kiválasztására összpontosít – vagyis arra, ahol igazán elrontjuk. Bemutatom, hogy van esélyünk arra, hogy már a leíró statisztikai elemzéseknél téves következtetésekre jussunk. A mintavétel során elkövetett hibák pedig gyakorlatilag garantálják, hogy az eredményeink téves következtetésekhez vezessenek. Végigvesszük a leggyakoribb hibákat, amelyeket hajlamosak vagyunk elkövetni, amikor reprezentatív mintát szeretnénk kapni. Nemcsak a hibákra próbálok rávilágítani, hanem még néhány jótanácsot is adok – azoknak, akik esetleg tényleg el akarnák kerülni ezeket a hibákat. Az irónia csupán azért van, mert bár sokszor tudjuk, mit is kellene tennünk, mégis újra és újra beleesünk ugyanabba a csapdába. **Kulcsszavak:** Oktatási felmérések; résztvevők kiválasztása; leíró statisztikai elemzések; mintavétel; reprezentativitás; téves következtetések; mintavételi hibák; statisztikai elemzések.

Abstract: This paper focuses on one of the most critical aspects of educational surveys: participant selection – where we truly excel at making mistakes. I will demonstrate how we can arrive at misleading conclusions even in basic descriptive statistical analyses. Errors made during sampling practically guarantee that our results will lead to incorrect interpretations. We will go through the most common mistakes we tend to make when aiming for a representative sample. Beyond highlighting these pitfalls, I will also offer a few practical tips – for those who might actually want to avoid them. The irony is intentional, as despite often knowing what we should do, we somehow manage to fall into the same traps over and over again.

Keywords: Educational surveys; participant selection; descriptive statistical analyses; sampling; representativeness; erroneous conclusions; sampling errors; statistical analyses.

* Dunaiújvárosi Egyetem, Informatikai Intézet, Matematika és Számítástudományi Tanszék
Email: bognarl@uniduna.hu

Bevezetés

Ha véletlenül nem rontottuk el a felmérésünket a kérdéseink megfogalmazásánál, azért még maradtak további lehetőségeink. A felmérésben résztvevők kiválasztása, vagy éppen „ki nem választása” még komoly eséllyel kecsegtet. Itt a hibák elkövetésének módja egy kicsit már összefolyik a statisztikai elemzésünk céljával, így külön szólok a csupán leíró jellegű elemzésekről, és aztán azokról, amelyek alapján szélesebb körű, általánosabb következtetéseket szeretnénk levonni.

Résztvevők a leíró jellegű elemzéseknél

A leíró statisztikai elemzések célja csupán az adatok alapvető tulajdonságainak összegzése és emészthető módon való bemutatása látványos ábrákkal, vagy sokatmondó összegző adatokkal. Kiemelten fontos, hogy pontosan dokumentáljuk, kiknek az adataira épül az elemzés. Bár nem végzünk mintavételt, alapvető, hogy világosan leírjuk a résztvevőket és az adatgyűjtési folyamatot. Az adatok kontextusba helyezése – például a válaszadók demográfiai jellemzőinek és a válaszadási arányok bemutatása – elengedhetetlen ahhoz, hogy a statisztikai eredmények helyesen értelmezhetőek legyenek. Fontos, hogy mely csoportok nem képviseltették magukat az adatokban.

MIRE NEM VALÓ A LEÍRÓ STATISZTIKAI ELEMZÉS?

Itt van néhány dolog, amire nem alkalmas a leíró statisztikai elemzés:

- *Általánosítások megfogalmazása, következtetések levonása a populációra:* A leíró statisztikák nem alkalmasak arra, hogy a minta adatai alapján következtetéseket vonjunk le egy nagyobb hallgatói sokaságra. Erre csak a következtető statisztika eszköztára, a becslélmélet, vagy a hipotézisvizsgálatok módszertana alkalmas.
- *Ok-okozati kapcsolatok feltárása:* A leíró statisztikák nem adnak információt az ok-okozati kapcsolatok megértéséhez. Csak a megfigyelt adatok mintázatát mutatják be, de nem mondják meg, mi okozza ezeket a mintázatokat.
- *Hipotézisek tesztelése:* A leíró statisztikai elemzések nem teszik lehetővé statisztikai hipotézisek tesztelését, például annak meghatározását, hogy egy adott mintázat az adatokban szignifikáns-e vagy véletlenszerű.

Összességében a leíró statisztika arra szolgál, hogy rendszerezetten és érthetően bemutassa az adatokat, de nem alkalmas mélyebb következtetések vagy általánosítások levonására.

HOGYAN KELL DOKUMENTÁLNI EGY LEÍRÓ ELEMZÉST?

– A célcsoport pontos meghatározása

Példa: „A felmérés a Dunaújvárosi Egyetem összes hallgatójára kiterjedt, beleértve az alapképzésben, mesterképzésben és doktori képzésben részt vevő diákokat.”

– Az adatgyűjtés módjának bemutatása

Példa: „Az adatok online kérdőíves felmérés formájában kerültek begyűjtésre az egyetem belső platformján keresztül, amelyet minden hallgató számára elérhetővé tettek.”

– A részvételi arány közlése

Példa: „A kérdőívet 800 hallgató töltötte ki a 2000-ból, ami 40%-os válaszadási arányt jelent.”

– Hiányzó csoportok vagy résztvevők megemlítése

Példa: „Az adatok nem tartalmazzák azokat a hallgatókat, akik nem használják rendszeresen az egyetem online platformját, illetve azokat, akik nem válaszoltak a kérdőívre.”

– Az adatgyűjtési időszak megadása

Példa: „Az adatgyűjtés 2024 szeptemberében zajlott, és három hétig tartott.”

– Demográfiai jellemzők

Példa: „A résztvevők 60%-a nő volt, 40%-a férfi, az életkoruk 18 és 25 év között volt.”

– Részvételi feltételek

Példa: „A kérdőív kitöltése teljesen önkéntes volt, és névtelenül történt.”

– Korlátok és torzítások

Példa: „Mivel a kérdőívet online formában osztották ki, a digitálisan kevésbé hozzáférő hallgatók részvétele alacsonyabb lehetett, ami torzíthatja az eredményeket.”

ÍGY SZOKTUK LEGGYAKRABBAN ELRONTANI A LEÍRÓ ELEMZÉSEINKET

Amikor grafikonok vagy számadatok tendenciáit látjuk, könnyen hajlamosak lehetünk túlzott általánosításokat levonni, még akkor is, ha csak leíró adatokat elemzünk, és nem áll rendelkezésünkre következtető statisztikai adat.

– *Túlzott általánosítás az adatok alapján*

Példa: „Csak leíró statisztikákra (pl. átlagok, gyakoriságok) alapozva túlzott következtetéseket vonunk le, anélkül, hogy a mintavétel miatti torzítást vagy a kis elemszámú minták miatti bizonytalanságot figyelembe vennénk.”

– *Tendenciák félreértelmezése*

Példa: „Az adatok grafikus megjelenítésekor (pl. oszlopdiagramok, vonaldiagramok) hajlamosak lehetünk az észlelt minták alapján ok-okozati következtetéseket levonni, anélkül, hogy tisztáznánk, csak leíró adatokat vizsgálunk.”

– *Megtévesztő vizuális megjelenítés*

Példa: „Olyan grafikonokat vagy diagramokat használunk, amelyek túlhangsúlyoznak apró különbségeket vagy véletlen ingadozásokat, így a valós tendenciáknál nagyobb jelentőséget tulajdonítunk nekik.”

– *Kisebb különbségek túlértékelése*

Példa: „Ha leíró statisztikákkal apró különbségeket látunk (pl. néhány tizedes eltérés az átlagok között), hajlamosak vagyunk ezeket fontosnak tekinteni, miközben ezek a különbségek lehetnek irrelevánsok vagy véletlenszerűek.”

– *A szélsőséges értékek félrevezető hatása*

Példa: „Szélsőséges értékek (outlierek) alapján hajlamosak vagyunk torz következtetéseket levonni, mivel ezek eltérítik az adatokat a valós tendenciáktól.”

Ezek a hibák mind ahhoz vezethetnek, hogy a leíró statisztikai elemzések alapján helytelen vagy túlzott következtetéseket vonunk le, amelyekre a rendelkezésre álló adatok nem adnak alapot.

A ROSSZ HÍREK

Mindenki arra törekszik, hogy olyan cikket írjon, amelyet széles körben olvasnak, és amelynek az eredményeit minél szélesebb körben, minél nagyobb hallgatói sokaságra lehet alkalmazni.

Azt minden kutató tudja, hogy ennek a záloga az úgynevezett reprezentatív minta. Ezért aztán mindenki igyekszik reprezentatív mintát venni – vagy legalább elhithetni, hogy amit használ, az tényleg reprezentatív. Nos, ez általában csak többé-kevésbé sikerül. Inkább kevésbé.

Az első rossz hír: Valójában olyan, hogy reprezentatív minta, nem létezik. Egy véletlenszerű minta soha nem fogja teljesen tükrözni a sokaság jellemzőit. Amit valójában használunk, az a reprezentatív mintavételi technika, csak pongyolán és röviden reprezentatív mintáról szoktunk beszélni. A reprezentatív mintavételi technika azt jelenti, hogy elméletben, ha végtelen sokszor vennénk mintát, akkor a különböző minták statisztikai mutatói (átlag, szórás, eloszlás stb.) az ismeretlen sokasági jellemző körül ingadoznának, szóródnának, nem valami más érték körül. Úgy is szoktuk mondani, hogy az ilyen mintákból „torzítatlan” becsléseket tudunk végezni.

De nekünk a valóságban csak egy mintánk van, így soha nem lehetünk teljesen biztosak abban, hogy amit ebből a mintából látunk, az a teljes sokaságra is igaz. Ennek a bizonytalanságnak a mértékét ugyan szoktuk számszerűsíteni, de ennek az értelmezése is megér egy külön misét.

Az egyetlen, elméletileg is torzítatlan becslést eredményező mintavételi technika az úgynevezett *egyszerű véletlen mintavétel*. Ez a kalapból véletlenszerű kihúzás, vagy ennek modern változata a véletlenszám-generátoros kiválasztás.

Minden más technika, *a rétegzett mintavétel, a klaszteres mintavétel, a szisztematikus mintavétel stb.* már elméletileg sem biztos, hogy torzítatlan eredményt ad. Például gondoljunk a rétegzett mintavételre, ahol a sokaságot rétegekre osztjuk (nők, férfiak, alapképzésesek, mesterképzésesek stb.), és azokból veszünk véletlen mintát. Mivel a rétegek számának, jellegzetességeinek meghatározása egy szubjektív elem, tőlünk függ, torzított eredményt adhat.

A második rossz hír: az oktatási kutatásokban gyakran nemcsak a minta nem lesz reprezentatív, de még a mintavételi technikát sem tudjuk tökéletesen reprezentatívvá tenni.

Ennek a megértéséhez tisztázzunk egy alapvetést: Egy minta csak arra sokaságra vonatkozóan „reprezentatív”, amelyből őt reprezentatív mintavételi technikával vettük.

Ez talán kicsit fából vaskarikának tűnik, de talán az alábbi példák jól szemléltetik, mit jelent ez a mi gyakorlatunkban, és hogyan rontjuk el gyakran a reprezentativitást, és próbáljuk az eredményeinket olyan sokaságra általánosítani, amelyre vonatkozóan ezt talán nem is lenne szabad.

PÉLDÁK

1. Példa: Tanárképzős hallgatók. Összegyűjtjük az önként válaszolók adatait

Képzeld el, hogy kiküldünk egy kérdőívet a Dunaújvárosi Egyetem tanárképző szakos hallgatóinak, és a hallgatóknak körülbelül a fele önként válaszolt erre. Az a kérdés, hogy milyen hallgatói sokaságra is általánosíthatjuk nyugodt szívvel az eredményeinket?

– *A tényleges statisztikai sokaság: A Dunaújvárosi Egyetem tanárképzős hallgatói közül az önként válaszolók csoportja*

Alapvetően az eredmények csak azokra a hallgatókra vonatkoztathatók, akik önként kitöltötték a kérdőívet. Ez egyáltalán nem biztos, hogy a teljes tanárképzős hallgatói populációt reprezentálja, mivel az önként válaszolók különbözhetnek azoktól, akik nem válaszoltak (pl. érdeklődésük, motivációjuk vagy időbeosztásuk miatt). Az eredmények tehát csak az önként válaszolók csoportjára lehetnek biztosan érvényesek.

– *Általánosítás a Dunaújvárosi Egyetem összes tanárképzős hallgatójára*

Az eredmények elméletileg akkor lennének általánosíthatók a Dunaújvárosi Egyetem összes tanárképzős hallgatójára, ha biztosak lennének abban, hogy az önként válaszolók nem különböznek lényegesen a nem válaszolóktól. Ez a gyakorlatban ritkán igaz, mert a válaszadási hajlandóságot befolyásolhatja számos tényező, például a hallgatók tanulmányi eredményei, érdeklődése vagy a felmérés iránti motivációja. Így tehát az eredmények csak korlátozottan általánosíthatók a teljes tanárképzős hallgatói populációra.

– *Általánosítás a Dunaújvárosi Egyetem összes hallgatójára*

Az általánosítás még nehezebb, ha az egész egyetem hallgatói körére szeretnénk kiterjeszteni az eredményeket. A tanárképzős hallgatók egy speciális csoportot alkotnak, akik tanulmányaik során eltérő tapasztalatokkal és érdeklődési körrel rendelkezhetnek, mint például a műszaki vagy informatikai hallgatók. Az eredmények általánosítása az egyetem más szakos hallgatóira nem ajánlott, mivel a különböző szakterületek hallgatói valószínűleg eltérő tapasztalatokat, véleményeket és motivációkat hoznak.

– *Általánosítás más egyetemek tanárképzős hallgatóira*

Ha arra szeretnénk következtetni, hogy a Dunaújvárosi Egyetem tanárképzős hallgatóira vonatkozó eredmények általánosíthatók más egyetemek tanárképzős hallgatóira is, akkor óvatosnak kell lennünk. Az egyetemek közötti különbségek – például az oktatási módszerek, a hallgatói kör jellemzői, vagy az intézmények által nyújtott támogatás – jelentősen befolyásolhatják a válaszokat.

Ezért a megállapítások más egyetemeken tanárképzős hallgatóira való általánosítása korlátozott, és alaposabb vizsgálatot igényel.

– *Általánosítás a nappali és levelező tagozatos hallgatókra*

Ha a válaszadók között mind nappali, mind levelező tagozatos hallgatók szerepelnek, akkor az eredmények általánosítása ezen csoportokra külön elemzést igényelne. A nappali tagozatos hallgatók tapasztalatai, időbeosztása és tanulási környezete jelentősen eltérhet a levelező tagozatosokétól, akik gyakran munka mellett tanulnak. Ha a két csoport különböző tapasztalatokkal rendelkezik, akkor a vegyes hallgatói minta eredményeinek általánosítása mindkét tagozatra megalapozatlan lehet. Külön elemzés szükséges annak megértéséhez, hogy az eredmények mennyire különböznek a két tagozat között.

– *Összefoglalva*

Az eredmények biztosan csak az önként válaszolókra vonatkoztathatók, és még a Dunaújvárosi Egyetem teljes tanárképzős hallgatói populációjára való általánosítás is kérdéses lehet. Az eredmények más egyetemeken hallgatóira, vagy más szakokra történő általánosítása pedig még nagyobb fenntartásokkal kezelendő, mivel a tanulmányi környezetek és tapasztalatok jelentősen eltérhetnek.

2. Példa: További körökben is összegyűjtjük az önként válaszolók adatait

Ha egy hónap múlva újból kiküldjük a kérdőívet, és feltételezzük, hogy senki nem válaszolhat kétszer, akkor az újabb adatgyűjtés növeli a válaszadók számát, de ez nem oldja meg automatikusan a reprezentativitás kérdését. Azok, akik az első körben nem válaszoltak, valószínűleg más okok miatt nem tettek így, például érdektelenségből vagy időhiányból, és elképzelhető, hogy az új válaszadók sem lesznek teljesen reprezentatívak az összes hallgatóra nézve.

Az ilyen helyzetben az eredmények továbbra is csak azokra a hallgatókra lesznek érvényesek, akik az első vagy második körben válaszoltak. Bár a válaszadók száma növekszik, nem biztos, hogy a válaszolók jobban tükrözik a teljes hallgatói populációt. A nem válaszolókat (akik sem az első, sem a második körben nem válaszoltak) továbbra sem képviselik a válaszok, és emiatt a mintánk nem garantálja, hogy az egész tanárképzős populációra vonatkozóan következtetéseket vonhatnánk le.

Így tehát az újbóli kiküldés növeli ugyan a válaszadási arányt, de az eredmények továbbra is csak a válaszadók körére vonatkoztathatók, nem pedig az egész hallgatói populációra.

3. Példa: Kötelezővé tesszük a kérdőív kitöltését

A kérdőív kitöltésének kötelezővé tétele nem feltétlenül javítja a reprezentativitást, és sok esetben akár tovább is torzíthatja az eredményeket. A kötelező kitöltés ugyanis különböző hallgatói reakciókat vált ki, és ezek az ellenérzések megjelenhetnek a válaszokban. Íme néhány fontos szempont, amelyet figyelembe kell venni ebben az esetben:

– Kényszer hatására torzuló válaszok

Amikor a kitöltést kötelezővé tesszük, sok hallgató nem azért tölti ki a kérdőívet, mert valódi érdeklődést mutat a téma iránt, vagy hiteles választ szeretne adni. Sokuk számára ez egy adminisztratív teher lesz, amit minél hamarabb le akarnak tudni. Ez különösen akkor jelent problémát, ha a kérdőív témája számukra nem releváns, vagy ha az intézményes elvárásokat túlzónak érzik.

Ennek eredményeképp az eredmények torzulhatnak, mivel:

- Gyorsan, átgondolatlanul tölthetik ki a kérdőívet.
- Egyesek cinikus vagy semleges, esetenként minden kérdésre teljesen azonos válaszokat adhatnak a kötelezettség miatti frusztrációjuk kifejezéseként.
- Mivel az elégedetlenség általában negatívan befolyásolja a kérdésekre adott válaszokat, ez szisztematikus torzítást eredményezhet az eredményekben.
- Reprezentativitási illúzió.

Bár elméletben a kötelezővé tett kitöltés biztosítja, hogy mindenki válaszoljon, ez nem jelenti azt, hogy az eredmények reprezentatívak lesznek a hallgatói populáció tényleges véleményeire nézve. A kényszer hatására adott válaszok nem tükrözik hitelesen a hallgatói álláspontokat, így az adatokból levont következtetések félrevezetőek lehetnek.

4. Példa: Ösztönzőket használunk a kitöltési arány növelésére

Az ösztönzők, mint például a kedvezmények vagy a plusz pontok, motiválhatják a hallgatókat a kérdőív kitöltésére. Azok a hallgatók is válaszolhatnak, akik egyébként nem érdekeltek a felmérés témájában, vagy nem szánának időt a kitöltésre. Ezáltal több válaszadónk lehet, ami elméletben közelebb visz a teljes sokaság reprezentálásához.

Azonban ennek is vannak potenciális hatásai az eredmények megbízhatóságára és reprezentativitására.

– *Motivációs torzítás*

- Azok a hallgatók, akik a kedvezményért vagy a plusz pontokért töltenek ki egy kérdőívet, nem feltétlenül azért válaszolnak, mert érdeklik őket a kérdések vagy valódi véleményt akarnak megosztani.
- Gyorsan és átgondolatlanul válaszolhatnak, csökkentve a válaszok minőségét.
- Azok, akik egyébként nem töltötték volna ki a kérdőívet, esetleg teljesen más módon gondolkodnak a kérdőív tárgyáról, mint azok, akik valódi érdeklődéssel válaszoltak volna.
- Az ösztönzők elfedhetik, hogy valójában ki érdeklődik a kérdések iránt, és ki tölti ki a kérdőívet pusztán a jutalomért. Így az eredményekben nem feltétlenül tükröződik a tényleges érdeklődés vagy vélemény a felmérés témájával kapcsolatban.

Az ilyen típusú ösztönzésekkel gyűjtött adatok alapján levont következtetéseket óvatosan kell kezelni, mert ezek nem mindig tükrözik a hallgatók valódi véleményét vagy tapasztalatait.

5. Példa: Válaszok az egyetem széles hallgatói rétegeiből

A többféle szakról, évfolyamról, tagozatról stb. vegyesen érkező válaszok lehetőséget adnak a „jobb” reprezentativitás felé. Azonban, ha egy csoporthoz aránytalanul több válasz érkezik, mint másokból, az eredmények továbbra sem lesznek reprezentatívak az egyetem összes hallgatójára nézve.

Akkor mégis hogyan vegyünk mintát?

Az igazán reprezentatív mintavétel, bármennyire is kívánatos, a gyakorlatban szinte lehetetlen, mindig kompromisszumokkal jár. Minden mintavételi technika hordoz magában bizonyos fokú nem-representativitási kockázatot, és soha nem lehetünk biztosak abban, hogy a minta tökéletesen tükrözi a célpopulációt. A különböző mintavételi technikák más-más típusú torzításokkal járnak, ezért fontos tudatosan mérlegelni, melyik módszer milyen kockázatot hordoz.

Felvállalva a szubjektivitás kockázatát, az alábbiakban sorba rendezem a példákban említett technikákat a legnagyobb nem-representativitási kockázattól a legkevésbé kockázatosig, és néhány óvatos tanácsot is adok az alkalmazásukhoz.

MELYIK A LEGKOCKÁZATOSABB?

– **Csak egy bizonyos réteg (például szak, évfolyam, tantárgy stb.) adataiból általánosítani (legnagyobb kockázat)**

Ez a legnagyobb nem-reprezentativitási kockázattal jár, mivel az általánosítás alapja egy szűk, homogén csoport. Ha például csak egyetlen szakról vagy évfolyamról gyűjtünk adatokat, akkor az eredmények nem tükrözik az egyetem többi hallgatójának véleményét, akik jelentősen különbözhetnek e csoporttól. Az ilyen típusú minta nem képes figyelembe venni a hallgatói sokaság változatosságát, és a következtetések torzítottak lesznek.

Miért rosszabb, mint a többi?

Egyetlen rétegből (pl. csak egy szak vagy évfolyam) érkező adatok nem mutatják meg az egyetemi populáció sokszínűségét, és a minta túlzottan homogén. Az eredmények kizárólag az adott csoport sajátosságait tükrözik, így rendkívül korlátozott a reprezentativitás.

Tanács: Ha ilyen mintavételre van lehetőség, akkor nagyon körültekintően kell eljárni az általánosításnál. Világosan kommunikálni kell, hogy az eredmények csak az adott csoport véleményére vonatkoznak, és nem alkalmazhatók más csoportokra vagy az egész hallgatói populációra.

– **Csak az önkéntes válaszadókból általánosítani**

Az önkéntes válaszadók általában azok közül kerülnek ki, akik érdekeltek vagy motiváltabbak a kérdőív témájában. Ez a torzítás akkor is fennáll, ha több különböző szakból érkeznek válaszok, mivel az aktívabb vagy érdeklődőbb hallgatók válaszolnak. Az önkéntes válaszadás tehát egy szűrt csoportot eredményez, és nem garantálja, hogy a teljes populáció véleménye megjelenik a válaszokban.

Miért jobb, mint az előző?

Bár az önkéntes válaszadók csoportja torzított lehet, mégis több szak vagy évfolyam bevonható, mint amikor csak egyetlen rétegre koncentrálunk. Az önkéntes válaszadás még mindig jobb, mint a szűk, homogén mintavétel, mivel legalább többféle csoport képviseltetheti magát a válaszokban.

Tanács: Ilyen helyzetben célszerű minél több szakból és évfolyamból adatokat gyűjteni, hogy legalább részlegesen csökkentsük a torzítást. Fontos felhívni a figyelmet arra, hogy az önkéntes válaszadók különbözhetnek a nem válaszolóktól, és ennek megfelelően érdemes az eredmények általánosítását óvatosan kezelni.

– A kötelezővé tett kitöltésre válaszolók válaszaiból általánosítani

A kötelező kitöltés magasabb válaszadási arányt biztosít, ami szélesebb mintát eredményezhet.

Miért jobb, mint az előző?

A kötelező kitöltés kiküszöböli az önkéntességéből fakadó válaszadási torzítást, mivel mindenkitől érkeznek válaszok, nem csak a motivált hallgatóktól. Így a válaszadók szélesebb köre képviselteti magát, még ha a válaszok minősége néha gyengébb is lehet a kényszer miatt.

Tanács: Ha a kérdőív kitöltése kötelező, különösen figyelni kell arra, hogy a válaszadók kényelmesen érezzék magukat, és ne érezzék túlságosan terhesnek a folyamatot. Érdemes hangsúlyozni a kérdőív célját, és ösztönözni az őszinte válaszokat, minimalizálva a frusztrációt vagy a sietséget.

– Valamilyen ösztönzők bevetése utáni válaszokból általánosítani

Az ösztönzők (pl. jutalmak, plusz pontok) használata növelheti a válaszadási arányt anélkül, hogy a kötelezővé tétellel járó frusztrációt okoznának. A válaszadók szélesebb rétegeit vonhatjuk be, mivel az ösztönzők olyan hallgatókat is motiválhatnak, akik egyébként nem válaszoltak volna.

Miért jobb, mint a kötelező kitöltés?

Az ösztönzők segítik a válaszadást anélkül, hogy a kényszer hatására adott felületes válaszokkal kellene számolnunk. Bár a válaszok minősége itt sem mindig tökéletes, az önkéntesség és a motiváció keveréke nagyobb eséllyel eredményez jobb minőségű adatokat, mint a kötelező kitöltés.

Tanács: Fontos az ösztönzőket úgy beállítani, hogy a hallgatók ne érezzék úgy, hogy pusztán a jutalomért válaszolnak. Az ösztönzők mellett érdemes hangsúlyozni a kérdőív célját és fontosságát is, hogy a válaszadók valóban őszintén válaszoljanak.

– Az egész hallgatói sokaságból érkező önkéntes válaszokból általánosítani (legkisebb kockázat)

Az önkéntes válaszok gyűjtése az egyetem teljes hallgatói sokaságából a legkisebb kockázatú módszer, feltéve, hogy a válaszok különböző szakokról, évfolyamokról és tagozatokról érkeznek. Ez a minta a legszélesebb rétegeket fedi le, így jobban tükrözi a teljes hallgatói populációt, bár továbbra is fennáll az önkéntes válaszadás torzításának lehetősége.

Miért jobb, mint az előzőek?

Az önkéntes válaszadás ellenére a teljes hallgatói sokaságból származó válaszok biztosítják a legszélesebb lefedettséget, így a különböző hallgatói csoportok is képviselve lesznek.

Bár még mindig nem teljesen torzításmentes, a különböző szakterületek és évfolyamok bevonása révén az eredmények jobban általánosíthatók a teljes hallgatói populációra.

Tanács: Annak érdekében, hogy az önkéntes válaszadás torzítását tovább csökkentsük, itt is érdemes lehet ösztönzők használata.

TANÁCSOK A NEM-REPRESENTATIVITÁS KEZELÉSÉRE

– A nem válaszolók elemzése

Törekedjünk arra, hogy a nem válaszolók is beazonosíthatók legyenek (pl. a válaszadók Neptun-kódját is kérdezzük, így utólag kiszűrhetők a nem válaszolók), és az ő jellegzetességeiket össze tudjuk hasonlítani a válaszadókéval.

A nem válaszolók elemzése segíthet feltárni, hogy a válaszolók mennyiben különböznek azoktól, akik nem válaszoltak. Ha adatokat gyűjtünk a nem válaszolókról (pl. életkor, évfolyam, tanulmányi eredmények stb.), jobban megérthetjük, hogy a válaszok mennyire reprezentálják a teljes hallgatói populációt. Ez segíthet abban, hogy finomítsuk a következtetéseket, és jobban megalapozott általánosításokat tegyünk.

– Rétegzett mintavétel a beérkezett válaszokból vagy a válaszok súlyozása

Az önkéntes válaszadáson alapuló felmérések esetében a nem-representativitás kockázatát csökkenthetjük, ha rétegzett mintavételt alkalmazunk a beérkezett válaszokból. A hallgatókat különböző szempontok alapján (pl. évfolyam, szak, tagozat) csoportokra bonthatjuk, és minden csoportból arányosan veszünk mintát. Ez biztosítja, hogy minden csoport képviselve legyen a felmérésben, és az eredmények jobban tükrözzék a teljes hallgatói populáció jellemzőit. Hasonló, talán egy kicsit jobb módszer, amikor nem mintát veszünk a beérkezett válaszokból, hiszen így csökkentjük a válaszolók számát, hanem az egyes rétegek populációbeli arányai szerint súlyozzuk a válaszokat.

– Az általánosítás korlátainak tudatosítása

Minden felmérésnél elengedhetetlen, hogy világosan dokumentáljuk az általánosítás korlátait. Ha a válaszok nem reprezentatívak a teljes hallgatói populációra nézve, ezt egyértelműen jelezni kell az elemzés során. Például, ha a válaszadók túlnyomó része elsőéves vagy nappali tagozatos, az eredmények általánosítása a végzős vagy levelező tagozatos hallgatókra nem lehet megalapozott. Ez az információ fontos az eredmények értelmezéséhez és az azokból levont következtetések pontosságához.

– *Eredmények szegmentált elemzése*

Ez talán a legfontosabb. Az eredmények szegmentálása lehetőséget ad arra, hogy részletesebb képet kapjunk az egyes csoportok véleményéről, anélkül, hogy az egész hallgatói populációra általánosítsuk. Az eredmények szegmentálása (pl. évfolyamok, szakok, tagozatok alapján) különböző hallgatói csoportok sajátos tapasztalatait és véleményét tükrözheti. Például vizsgálhatjuk, hogy a nappali és levelező tagozatos hallgatók válaszai mennyiben különböznek, vagy milyen különbségek vannak az elsőévesek és a végzősök között. Ezzel elkerülhetjük a téves általánosításokat.

Összegzés

Az önkéntes válaszadási rendszer nem garantálja a reprezentativitást, de a fent említett módszerek segíthetnek csökkenteni a nem-reprezentativitás kockázatát. Fontos hangsúlyozni, hogy az eredmények általánosítása a teljes hallgatói populációra, vagy más intézmények hallgatóira mindig óvatosságot igényel, és alaposabb elemzést, szegmentált vizsgálatot igényelhet.

Konklúzió

Az oktatási kutatásokban gyakran a felmérésekben rejlő legnagyobb kihívás a reprezentatív adatok gyűjtése. Bár a kutatók törekednek arra, hogy a kutatásaik eredményei széles körben alkalmazhatók legyenek, fontos felismerni, hogy a „reprezentatív minta” eszméje többnyire elméleti fogalom marad. Valójában a mintavételi technikák mindegyike bizonyos mértékben hordozza a nem-reprezentativitás kockázatát, legyen szó önkéntes válaszokról, kötelező kitöltésről vagy ösztönzők használatáról.

A legnagyobb kockázatot a túlzott általánosítás jelenti, különösen akkor, ha szűkebb rétegből, például egyetlen szak vagy tantárgy hallgatóitól gyűjtjük az adatokat, vagy ha csak az önkéntes válaszadók adataira támaszkodunk. Bár a kötelező kitöltés és az ösztönzők használata növelheti a válaszadási arányt, ezek a módszerek sem garantálják a torzítatlan eredményeket, mivel mindkettő sajátos torzító hatásokkal bír. Ahhoz, hogy a nem-reprezentativitás kockázatát csökkentjük, fontos az adatgyűjtés tudatos tervezése, például a válaszadók jellegzetességeinek dokumentálása. Emellett az eredmények szegmentált elemzése, a különböző hallgatói csoportok sajátos válaszainak megértése elengedhetetlen ahhoz, hogy elkerüljük a téves általánosításokat. Végül, a kutatási eredmények publikálásakor mindig hangsúlyozni kell az általánosítás korlátait, és világosan kommunikálni, hogy a felmérés eredményei mely csoportokra vonatkoznak.

Irodalom

- Babbie, E. (2010): *A társadalomtudományi kutatás gyakorlata*. Budapest: Balassi Kiadó.
- Creswell, J. W. (2014): *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. London–New York: SAGE Publications.
- Field, A. (2017): *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). London: SAGE Publications.
- Fowler, F. J. (2014): *Survey research methods*. London: SAGE Publications.
- Hunyadi L–Vita L. (2008): *Statisztika közgazdászoknak*. Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
- Klinger A. (2020): *Statisztikai becslések megbízhatósága az oktatáskutatásban*. Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.
- Székelyi M.–Barna I. (2008): *Túlélőkészlet az SPSS-hez: Többváltozós elemzési technikákról társadalomkutatók számára*. Budapest: Typotex Kiadó.
- Tóth, M. (2017): *Kutatási módszerek és technikák az oktatásban*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.



Észrevesszük a mesterséges intelligencia jelenlétét a mindennapjainkban?

– Empirikus kutatás az MI által generált tartalom felismerésére

Összefoglalás: A mesterséges intelligencia (MI) térnyerése a mindennapokban számos területen megfigyelhető, beleértve az online tartalmak generálását, az ügyfélszolgálati interakciókat és a digitális médiafogyasztást. Az írás azt vizsgálja, hogy az emberek milyen mértékben képesek felismerni az MI által generált tartalmakat a hétköznapi élet különböző szinterein. Az empirikus kutatás során kérdőív segítségével kísérletet tettünk annak felderítésére, hogy a résztvevők észreveszik-e a mesterséges intelligencia által létrehozott szövegek jellemzőit. Az eredmények azt mutatják, hogy az emberek időnként nehezen tudják megkülönböztetni az MI-tartalmakat az emberi alkotásoktól, bár bizonyos mintázatok, nyelvi sajátosságok felismerése alapján néhanyan képesek többé-kevésbé pontos azonosításra. A kutatás rávilágít az MI jelenlétének észlelésével kapcsolatos kihívásokra és annak lehetséges társadalmi, etikai vonatkozásaira.

Kulcsszavak: MI-generált szöveg, generációk közötti különbség, szövegfelismerés.

Abstract: The rise of artificial intelligence (AI) in everyday life can be observed in many areas, including online content generation, customer service interactions and digital media consumption. This presentation will explore the extent to which people are able to recognise AI-generated content in different settings of everyday life. In the empirical research, a questionnaire was used to test whether participants perceive the characteristics of AI-generated texts. The results show that people sometimes have difficulty distinguishing AI content from human-generated content, although some are able to identify it more or less accurately by recognising certain patterns and linguistic features. The research highlights the challenges of detecting the presence of AI and its possible social and ethical implications.

Keywords: AI generated text, generational difference, text recognition

* Dunaújvárosi Egyetem, Informatikai Intézet, Szoftverfejlesztési és Alkalmazási Tanszék, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Neveléstudományi Doktori Iskola

E-mail: mkollar@uniduna.hu

[1] Sarzaeim, P.–Doshi, A. M.–Mahmoud, A. M. (2023): *A Framework for Detecting AI-Generated Text in Research Publications*. Istanbul: 11th International Conference on Advanced Technologies (ICAT'23), pp. 121–127.

Bevezetés

A mesterséges intelligencia (MI) az életünk minden területén egyre hangsúlyosabb szerepet tölt be. Az MI által generált tartalmak, legyenek azok szövegek, képek vagy egyéb média-tartalmak, ma már a közösségi média posztjaitól kezdve a híroldalakon megjelenő cikkekig számos helyen található meg. Az MI-technológiák fejlesztése lehetővé tette, hogy a tartalmak sokszor emberi kéz által alkotottnak tűnjenek, amely új kérdéseket vet fel a felismerhetőség és az etikai vonatkozások kapcsán. Ez a tanulmány azzal foglalkozik, hogy mennyire képesek az emberek felismerni az MI által készített tartalmakat és milyen tényezők segítik, illetve nehezítik ezt a felismerést.

A mesterséges intelligencia alkalmazása a tartalomkészítésben egy új korszakot nyitott meg, ahol a számítógépes algoritmusok segítségével létrehozott szövegek, képek és videók egyre kifinomultabbak és nehezebben megkülönböztethetők az emberi alkotásoktól. Az MI általi tartalomgenerálás történeti áttekintése mellett érdemes megvizsgálni azokat a kutatásokat, amelyek a tartalom felismerhetőségével foglalkoznak. Ide tartoznak például az olyan tanulmányok, amelyek a GPT-szerű nyelvi modellek, a deep-fake-technológia és egyéb MI-eszközök alkalmazásának hatását vizsgálják a tartalom eredetiségének érzékelésére.

Az ezzel foglalkozó kutatások például az alábbi kérdésekre keresik a válaszokat:

- Mennyire képesek az emberek felismerni az MI által generált tartalmakat különböző típusú médiumokban (szöveg, kép, videó)?
- Milyen tényezők befolyásolják a felismerés képességét? (pl. nyelvi sajátosságok, vizuális mintázatok)?
- Vannak-e olyan demográfiai vagy egyéb jellemzők, amelyek hatással vannak az MI-tartalmak felismerésére?
- Mennyire tartják az emberek fontosnak, hogy felismerjék az MI által generált tartalmakat, és milyen etikai kérdéseket vet fel a tartalmak MI-jellegének felismerhetősége?

Elméleti háttér, témához kapcsolódó információk

A mesterséges intelligencia (MI) által generált tartalmak felismerhetőségének problémája kiemelt figyelmet kapott az MI-technológiák rohamos fejlődésével. Az ilyen tartalmak, mint például szövegek, képek és videók, jelentős társadalmi és tudományos kihívásokat vetnek fel, különösen azok hitelességének és eredetiségének meghatározásában. [1]

Az MI által generált szövegek felismerésére különféle gépi tanulási modelleket használnak, amelyek a nyelvi és stilisztikai jellemzők elemzésére építenek. Ezen modellek, például a BERT- és CNN-alapú megközelítések, a szöveg szintaktikai és szemantikai mintázatait elemzik, hogy az MI-eredetet meghatározzák. [2]

Sajnos azonban az újabb detektálási technikák, például a vízjelzés és az outlier detection, gyakran alulmaradnak a szövegek újrafogalmazása vagy módosítása esetén. [3]

Az MI-tartalmak felismerhetőségével kapcsolatos kihívások nem csupán technológiai, hanem etikai kérdéseket is érintenek. A tartalmak torzítása, félretájékoztatás és a szerzői jogok megsértése mind olyan problémák, amelyek az MI által generált tartalmak széles körű használatából erednek. [4]

A különböző demográfiai csoportok eltérően reagálnak az MI által generált tartalmakra. Egyes kutatások azt sugallják, hogy az idősebb generációk kevésbé érzékenyek az MI-tartalmak stilisztikai és nyelvtani sajátosságaira, míg a fiatalabb generációk nagyobb magabiztossággal észlelik ezeket az eltéréseket valószínűleg a digitális technológiákkal való nagyobb tapasztalatuk miatt. Azonban a tapasztalati tudás és a kontextuális feldolgozás néhány esetben előnyt jelenthet az idősebb generációk számára, különösen, ha a szöveg specifikus ismereteket igényel. [5] [6] [7]

A kutatáshoz kapcsolódó célok és módszertan áttekintése

Célkitűzés:

Kutatásom célja annak vizsgálata, hogy a különböző generációk milyen mértékben ismerik fel az emberi és mesterséges intelligencia által készített tartalmakat. A kísérlettel az alábbi kérdésekre kerestem a választ:

- Milyen különbség mutatkozik az MI és az ember által létrehozott szöveges állomány felismerési képességében generációként?
- Mennyire magabiztosak a kísérlet során adott válaszokban a csoportok?
- Milyen okok miatt döntöttek a válaszadók a választásuk mellett?

[2] Vora et. al. (2023): „A Multimodal Approach for Detecting AI Generated Content using BERT and CNN”. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 1. kötet 11., (1.), pp. 691–701.

[3] Krishna et. al. (2023): „Paraphrasing evades detectors of AI-generated text, but retrieval is an effective defense,” 37th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2023), pp. 27469–27500.

[4] Kraus, S.–Kanbach, D. K.–Krysta, P. M.–Steinhoff, M. M.–Tomini, N. (2022): Facebook and the creation of the metaverse: radical business model innovation or incremental transformation? *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 28., (9.), pp. 52–77.

[5] Chakraborty et al. (2024): „Position: On the Possibilities of AI-Generated Text Detection,” 41st International Conference on Machine Learning.

[6] Alamleh, H.–AlQahtani, A. A.–ElSaid, A. (2023): „Distinguishing Human-Written and ChatGPT-Generated Text Using Machine Learning,” *Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*. Charlottesville, pp. 154–158.

[7] Alam et al. (2020): „AI-Fairness Towards Activity Recognition of Older Adults,” *MobiQuitous 2020 – 17th EAI International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services*.

Alkalmazott kutatási módszer:

A kísérletet 2024. májusa és októbere között végeztem. 1 db ember által és 4 db ChatGPT segítségével létrehozott általános témájú hirdetésről kellett a válaszadóknak eldönteni, hogy ki készítette, majd megadni, mennyire biztosak a döntésükben, valamint megjelölni a döntés okát. A válaszokat Google űrlap segítségével, önkitöltős módszerrel gyűjtöttem be.

Bár a kérdőív kérdései ezen kívül még egyéb területet is érintettek, de kutatásom jelen fázisában csak a két hirdetéssel kapcsolatos eredmény elemzésére térek ki. Az első esetben egy MI-által létrehozott szöveget olvashattak, a második esetben pedig ember által írt szöveget láttak.

Eredmények értékelése, következtetések

A kiválasztott kérdések az alapstatisztikai és a mesterséges intelligenciával kapcsolatos kérdéscsoportból kerültek ki.

ALAPSTATISZTIKAI KÉRDÉSCSOPORT

A vizsgálatba összesen 171 főt vontam be, akiket 4 csoportra (generációra) osztottam fel:

- Baby boomerek (1946–1964)
- X-generáció (1965–1979)
- Y-generáció (1980–1994)
- Z-generáció (1995–2010)

Mind a 4 generációból a válaszadás szempontjából első 15–15 fő került kiválasztásra és vizsgálatra, hogy a reprezentativitás ne okozzon problémát (így kiszűrhetők a különböző csoportok digitális írástudásban megjelenő különbségei). Tehát az összesen 60 fő – ebből 15 fő férfi (25%) és 45 fő nő (75%) – válaszainak elemzése történt meg.

A kiválasztottak nagyjából fele (55%) egyetemi/főiskolai, 42% középfokú/technikus/felsőfokú OKJ-s, és csak 3% alacsonyfokú végzettségű.

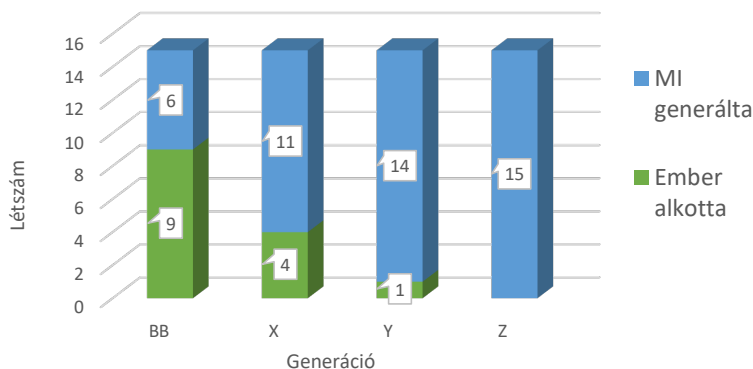
MESTERSÉGES INTELLIGENCIÁVAL KAPCSOLATOS KÉRDÉSCSOPORT

Ebben a kérdéscsoportban arra voltam kíváncsi, hogy a mintahirdetésekről a válaszadók felismerik-e, hogy ember, vagy az MI készítette-e, válaszaikban mennyire biztosak a válaszadók és mi volt a döntés oka.

Bár összességében 5 mintahirdetést kaptak, de jelenlegi elemzésembe csak az 1. és a 2. hirdetést vontam be (az elsőt a mesterséges intelligencia, a másodikat a szerző írta).

A válaszadók nem tudták, hogy a kapott mintafeladatok között mennyi MI-által generált került elhelyezésre, így ez sem befolyásolhatta a döntésüket.

1. ábra. Az első mintahirdetésre adott válaszok az ember vs. MI kérdésre

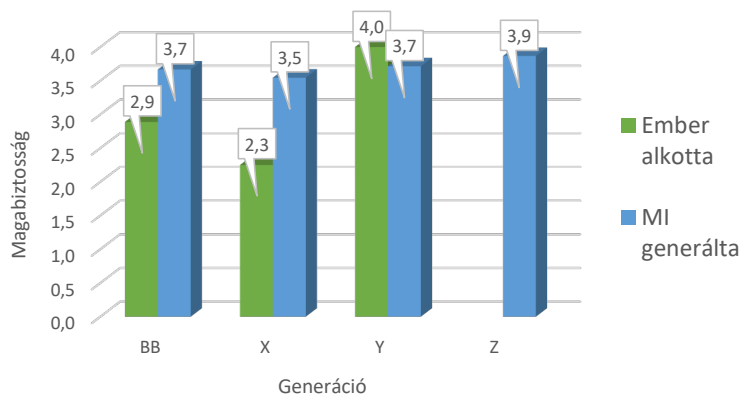


Forrás: Saját ábra.

Az 1. mintahirdetés esetében igen jól látható, ahogy haladunk visszafelé életkorban, úgy egyre inkább felismerték, hogy nem ember által fogalmazott szöveggel találkoztak (ez jól látható az 1. ábrán). Ebben a tanulmányban nem kerül ismertetésre a többi feladat, de azoknál nem teljes mértékben igaz ez a megállapítás, azonban általánosságban többnyire kijelenthető, hogy szignifikáns a kapcsolat az életkor és a MI által generált tartalom felismerése között.

A 2. ábrán látható, hogy az ötfokozatú Likert-skálán általánosságban kb. közepesnél egy kicsit jobban voltak magabiztosak a válaszukban a válaszadók. Azok, akik a helyes választ adták, inkább érezték biztosnak azt, mint akik helytelenül válaszoltak. Ennél a feladtnál szembe tűnő, hogy a hibásan választók közül az Y-generáció tagjai a többi korcsoporttól eltérően egy kicsit jobban bíztak a válaszuk helyességében (még a jól választóknál is nagyobb mértékben).

2. ábra. Az első mintahirdetésre milyen magabiztossággal válaszoltak a különböző generációk

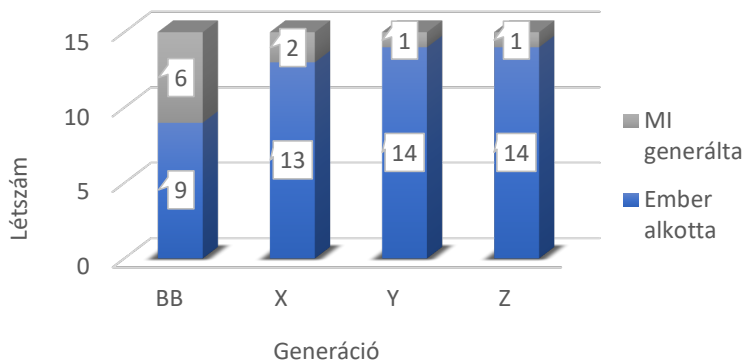


Forrás: Saját ábra.

Ahogy az első mintahirdetésre, úgy a másodikra is többségében eltalálták a választ a megkérdezettek. Ebben az esetben is a fiatalabb generációk inkább adtak helyes válaszokat, mint az idősebbek (ez a különbség jól látható a 3. ábrán is).

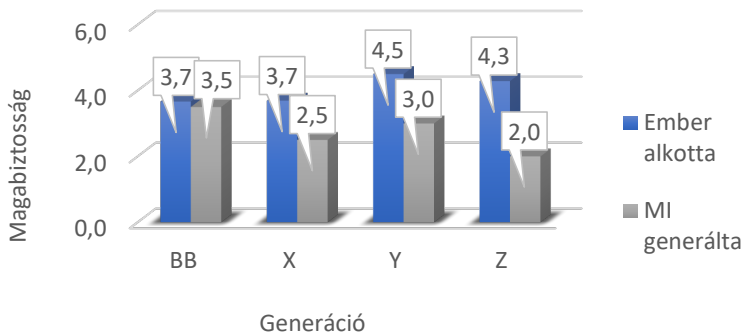
A 4. ábrán is látható, hogy a második mintahirdetés esetében is hasonló a helyzet az elsőhöz: akik a rossz választ adták, jóval kevésbé voltak magabiztosak, mint a másik válasz esetében. Itt is a legbiztosabbak az Y-generáció tagjai voltak, a 4,5-ös átlagos érték is ezt mutatja. Az 5 mintakérdés esetében ennél a feladatnál jött ki legmagasabbra a magabiztosság, ebben az esetben átlagosan 3,9-re értékelték a válaszadók a magabiztosságukat az ötfokozatú skálán, a többi hirdetésnél 3,4–3,6 közötti értékeket kaptunk.

3. ábra. A második mintahirdetésre adott válaszok az ember vs. MI kérdésre



Forrás: Saját ábra.

4. ábra. A második mintahirdetésre milyen magabiztossággal válaszoltak a különböző generációk



Forrás: Saját ábra.

Mindkét esetben a döntés indokaként a szokásos okok (nyelvezet, stílus, helyesírás, természetesség) mellett megadhattak egyéb, szabad szöveges válaszokat is.

Itt megmutatkozott, hogy mennyire különbözően gondolkodtak a válaszadók, milyen nyelvi elemeket kerestek a szövegekben. Például az alábbi válaszok érkeztek:

- „Ember fia nem tudja, mi az a pasztell.”
- „Generálhatta ember is, de a tagolása, a megfogalmazása mindenképpen gyanús.”
- „Pamutból farmer?”
- „Az árképzés is gyanús, emberek ritkán használják ezt a módszert sima hirdetésnél.”
- „Ez egy intelligensebb ember hirdetése. Ő tagol, de nem úgy, mint a fentiek. Az 500Ft-ra kerekítés is emberre vall.” (– ebben az esetben rossz volt a válasz és az ötfokozatú skálán négyes magabiztosságú volt a válaszadó).

Összefoglalás

A tanulmányom központi kérdése az volt, hogy az emberek képesek-e felismerni a mesterséges intelligencia (MI) által generált tartalmakat a mindennapokban. Az empirikus kutatás kérdőíves módszerrel vizsgálta, hogy a különböző generációk hogyan teljesítenek az emberi és MI által készített szövegek megkülönböztetésében.

A kutatásba bevont résztvevők 4 generációba kerültek besorolásra és öt mintahirdetés képezte a kísérlet alapját, amely ember, illetve mesterséges intelligencia által létrehozott szöveges állomány volt. A válaszok elemzése során figyelembe vettem a magabiztossági szinteket és a döntések mögötti indokokat is.

Az eredmények elemzése során az alábbi következtetésekre jutottam:

- Az idősebb generációk (Baby Boomerek és X-generáció) kevésbé pontosan ismerték fel az MI-által generált szövegeket, míg a fiatalabb generációk (Y és Z) jobb teljesítményt nyújtottak, vagyis az MI-által generált tartalmak felismerése generációs különbségeket mutatott.
- Az Y-generáció tagjai a legnagyobb magabiztossággal válaszoltak, még akkor is, ha a válaszuk helytelen volt.
- A válaszadók döntéseiben a nyelvi stílus, helyesírás és tagolás játszották a legnagyobb szerepet.

Kijelenthető, hogy az MI által generált szövegek egyre nehezebben megkülönböztethetők az emberi tartalmaktól, ami fontos társadalmi és etikai kérdéseket vet fel.

A hallgatói sikeresség támogatottsága szempontjából végzett tanulásvizsgálat az online környezetben

Összefoglalás: A tanulási folyamat vizsgálata olyan változatos kutatási eredményeket szolgáltat, amelyeknek birtokában mind közelebb kerülhetünk az egyén tanulási folyamatának támogatásához ahhoz az állapothoz, amikor a célul kitűzött egyéni sikeresség, mint ideális kimenet maximálisan megvalósulhat. Az élet-hosszig tartó tanulás korában az erőteljes technológiai fejlődéssel történő szoros összefonódás arra sarkallja az oktatási folyamat résztvevőit, hogy a változatos és kínáló lehetőségek közül igyekezzenek mindig az adott időben, a mindenkori elérendő cél sikeres teljesítéséhez a leghatékosabb tanulási körülményeket választani. Kutatásunk ezen fázisában a tanulási terek aspektusából megközelítve vizsgáltunk a hallgatóink körében, arra fókuszálva, hogy a technológiai támogatottság az online tanulási környezetben mennyire van aktívan jelen és megvalósul-e a modern technológiák elérhetőségének kihasználása a tanulási folyamat során úgy, hogy az egyben az egyén sikerességéhez is hozzájárul.

Kulcsszavak: Hallgatói sikeresség, tanulásvizsgálat, online környezet.

Abstract: The study of the learning process provides a diverse range of research findings that can help us to move closer to a state in which the individual's learning process is supported to the point where the individual's success as an ideal outcome can be maximised. In the age of lifelong learning, the close interconnection with the powerful technological development encourages the participants in the educational process to choose the most optimal learning conditions for the successful fulfilment of the respective goals to be achieved at any given time from the variety of options and opportunities offered. In this phase of my research, we approached our students from the perspective of learning spaces, focusing on the extent to which technological support is actively present in the online learning environment and whether the availability of modern technologies is being exploited in the learning process in a way that also contributes to the success of the individual.

Keywords: Student success, learning assessment, online learning environment.

* Dunaújvárosi Egyetem, Informatikai Intézet, Szoftverfejlesztési és Alkalmazási Tanszék, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Neveléstudományi Doktori Iskola

E-mail: mkollar@uniduna.hu

[1] Kovács I. (2011): *Az elektronikus tanulásról a 21. század első éveiben*. Budapest: Magánkiadás.

[2] Komenczi B. (2009): *Elektronikus tanulási környezetek*. Budapest: Gondolat.

[3] Fazekas G.–Kocsis G.–Balla Z. (2014): *Elektronikus oktatási környezet*. Debrecen: Debreceni Egyetem.

[4] Ősz R.: Mobil generáció az oktatásban. *Kutatási füzetek – A szakmai tanár képzés szolgálatában*. Tisztelgő kötet, pp. 131–139.

[5] Ollé J. (2018): Oktatás-szervezés: a tevékenységközpontú digitális tananyag strukturális és módszertani sajátosságai. *Iskolakultúra és környezetpedagógia*, pp. 59–69.

[6] Schwieger, D.–Ladwig, C. (2018): Reaching and Retaining the next generation: adapting to the expectations of Gen Z in the classroom. *Information Systems Education Journal*, 1., (3.), pp. 45–54.

Bevezetés

Az élethosszig tartó tanulás korában az erőteljes technológiai fejlődéssel történő szoros összefonódás arra sarkallja az oktatási folyamat résztvevőit, hogy a változatos és kínálkozó lehetőségek közül igyekezzenek mindig az adott időben, a mindenkori elérendő cél sikeres teljesítéséhez a legoptimálisabb tanulási körülményeket választani. A változás azonban nem csak hatás, hanem egy hatás által kiváltott válasz is egyben, azaz lehetőségek is adódnak, amelyek újabb igényeket fogalmaznak meg a társadalom tagjaiban. A technológiai fejlődés korában alapvető igénynek tekinthető az innovatív eszközök és módszerek széles körű, társadalomszintű alkalmazása a lehetőségekhez mérten az összes lehetséges területen, így az oktatásban is. Az oktatás szükségyszerűen élen kell járjon az innovatív megoldások alkalmazásában, hiszen a megváltott igényekhez alkalmazkodva tudja csak támogatni az egyéni sikerességet a tanulási folyamatban.

Elméleti háttér, témához kapcsolódó információk

Az e-learning megoldások – amelyek napjainkban már széles körben elterjedtek a hagyományos képzés mellett, azt hatékonyan támogatva – tényleges és mindennapi gyakorlati alkalmazása megteremtette az oktatásban érintettek számára a tér- és időbeli függetlenséget. [1] [2] [3] Az e-learning-oktatás néhány ilyen tulajdonság: rugalmasság, függetlenség, önállóság, sokféleség, esélyegyenlőség, kapcsolódás stb. [2] [3]

A tanulói sikeresség elérésének érdekében a tágabb értelemben vett tanulási környezetet szükséges formálni, amely ötvözi az individuális, a közösségi, a személyre szabott, a társas, a kreatív, az interaktív, az elmélyülő, az együttműködő jelleggel bíró tényezők rendszerét alkalmazkodva a tanulók életkori sajátosságaihoz, generációs jellemzőikhez és egyéni igényeikhez. [4] [5] A közelmúltban számos tanulmány foglalkozott a hasonló hatások által befolyásolt embercsoportok közös jellemzőinek vizsgálatával, így fogalmazódott meg a nem kimondottan születési alapon besorolt generációk vizsgálatával. [6] Minden generáció különböző jellemzőkkel bír, köszönhetően az adott kor, korszak társadalmi, gazdasági, technológiai és egyéb hatásainak, amelybe beleszülettek.

A felsőoktatásban jelenleg túlnyomó többségben a Z-generáció képviselteti magát, azonban jelentős számban részt vesznek képzéseken a korábbi generáció képviselői is. Számos tudományos kutatás szerint a Z-generáció olyan tanulói társadalmat képez, amelynek tagjai technológiailag rendkívül elkötelezettek. Életük jelentős részét a virtuális térben élik, nem ismerik az internet nélküli létet, állandó igényük az információhoz jutás. [4] [6]

A tananyagfeldolgozási folyamat során a rövidebb egységekre bontott, audiovizuális, multimédia elemekkel gazdagított, interaktivitásra lehetőséget nyújtó online lehetőségeket preferálják. [7] Egy olyan környezetben, amelynek a tér- és időfüggetlensége az egyént a hagyományostól eltérő módon nagyobb önállóságra készíteti.

A kutatás céljának meghatározása és az alkalmazott módszer áttekintése

CÉLKITŰZÉS

Kutatásom célja annak vizsgálata, hogy a két csoport milyen eszközöket és forrásokat használ a tanulmányaik során, melyek azok, amelyek a hallgatói sikeresség elérése érdekében számukra leginkább célravezető és az elmúlt öt évben tanulás, illetve eszközhasználat során történt-e változás.

Az alábbi kérdésekre kerestem válaszokat:

– *Milyen eszközökkel rendelkeznek?*

– *Elsősorban milyen jellegű állományokat használnak a tanulásuk segítésére? (2019-es kérdőívben), illetve milyen gyakorisággal használják a különböző állományokat a tanulásuk során? (2024-es felmérésben)*

ALKALMAZOTT KUTATÁSI MÓDSZER

Módszeremnek empirikus kutatást, kérdőívet választottam. Google-úrlap segítségével 2019 nyarán és 2024 májusában több területet érintő felmérést végeztem a Dunaújvárosi Egyetem magyar nyelvű hallgatói körében. A kérdések egy része megegyezett a két mintavételezéskor. A válaszok begyűjtésére önkitöltős módszert alkalmaztam, így a kérdezőbiztosi torzítást is elkerülhettük.

[4] Ősz R.: Mobil generáció az oktatásban. *Kutatási füzetek – A szakmai tanár képzés szolgálatában*. Tisztelgő kötet, pp. 131–139.

[6] Schwieger, D.–Ladwig, C. (2018): Reaching and Retaining the next generation: adapting to the expectations of Gen Z in the classroom. *Information Systems Education Journal*, 1., (3.), pp. 45–54.

[7] Loveland, E. (2017): Instant generation. *Journal of College Admission*, Alexandria: VA.

2019-ben 58 fő válaszolt, nappalis és levelező tagozatos hallgatók, műszaki, gazdaság-, társadalomtudományi, informatikai, valamint pedagógiai képzési területről. Véletlenszerű mintavételezés történt, a kiválasztás során a szerző által oktatott tantárgyak (Informatika, Internettechnológia, Informatikai projektvezetés és gyakorlat, valamint a Vállalatirányítási rendszerek) hallgatói között történt a felmérés, a korlátozott lehetőségek miatt, amely jellemzően az idő és a vizsgálati alanyok csoportja.

2024-ben 68 válasz érkezett, szintén mindkét tagozatról, de csak az alapképzésben (BSc) az informatikus és gazdaságinformatikus, valamint mesterképzésben (MA) a mérnöktanár-mérnökinformatikus hallgatók körében folyt a vizsgálat, amely az Informatika projekt 1. nevű tantárgyat felvettekre koncentrált, ahol szinte teljes kitöltöttséget értünk el. Ugyan a kérdőívek a most ismertettnél jóval több területet érintettek, de a kutatás jelenlegi fázisában csak három kérdés eredményei kerülnek bemutatásra, a többi még további vizsgálat tárgyát fogja képezni a jövőben.

EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE, KÖVETKEZTETÉSEK

Az űrlapos kikérdezés struktúrájában elsőként az Alapstatisztika került meghatározása, majd az Eszközhasználati kérdéscsoportban két területre fókuszáltan vizsgálódom.

ALAPSTATISZTIKAI KÉRDÉSCSOPORT

2019 nyarán négy tantárgy hallgatói közül véletlen mintavételezéssel 58 embert (19 fő nappalis és 39 fő levelezős hallgatót, 41 férfit és 17 nőt) kérdeztem meg. A válaszadók átlagos életkora: $30,36 \pm 1,17$ év. 2024-ben a felmérést a Dunaújvárosi Egyetem Informatikai projekt 1. nappali (27 hallgató) és levelező (41 hallgató) hallgatói körében végeztem. Átlagéletkor: $28,34 \pm 1,08$ év. A kérdőívet 59 férfi és 9 nő töltötte ki. Tekintettel arra, hogy az informatikai területen a férfiak erősen felülreprezentáltak, ezért ez a dominancia nem meglepő.

ESZKÖZHASZNÁLATI KÉRDÉSCSOPORT

Ebben a kérdéscsoportban e tanulmányban 2 területtel kapcsolatban készült vizsgálat:

- arra voltam kíváncsi, hogy a hallgatók milyen IKT-eszközökkel rendelkeznek,
- valamint megkérdeztem, hogy elsősorban milyen jellegű állományokat használnak a tanulásuk során.

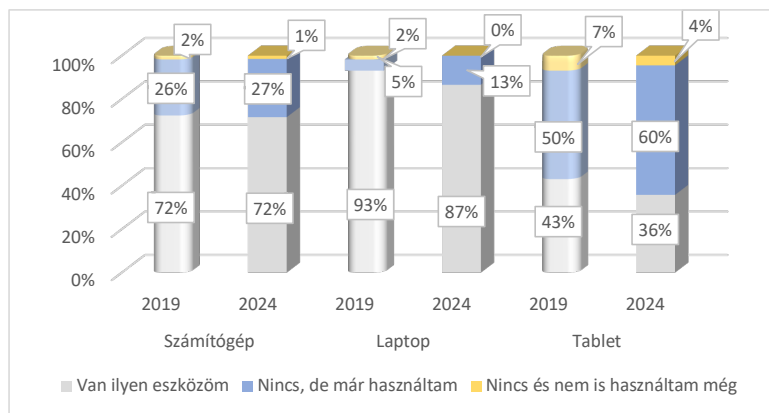
A második kérdésnél a két kérdőívben történt módosítás, mert úgy ítélt meg, hogy nem csak a legjellemzőbb információforrást kell vizsgálni, hanem más forrásokat is, továbbá fontos annak ismerete, hogy azokat a tanulásuk során milyen gyakorisággal használják. Ezért ebben a kérdésben a két időszak válaszai csak önmagukban vizsgálhatók, idősoros elemzésre nem alkalmasak.

K1.: Milyen eszközökkel rendelkezik az alábbiak közül?

A felsorolásban a hallgatóknak azt kellett megjelölni, hogy számítógéppel, lappal, tablettel, hagyományos mobiltelefonnal, okostelefonnal, okosórával, konzollal, VR-szemüveggel, drónnal, illetve egyéb eszközökkel rendelkeznek-e, vagy sem. Három válaszlehetőséget adtam:

- van ilyen eszközöm,
- nincs, de már használtam,
- nincs és nem is használtam még.

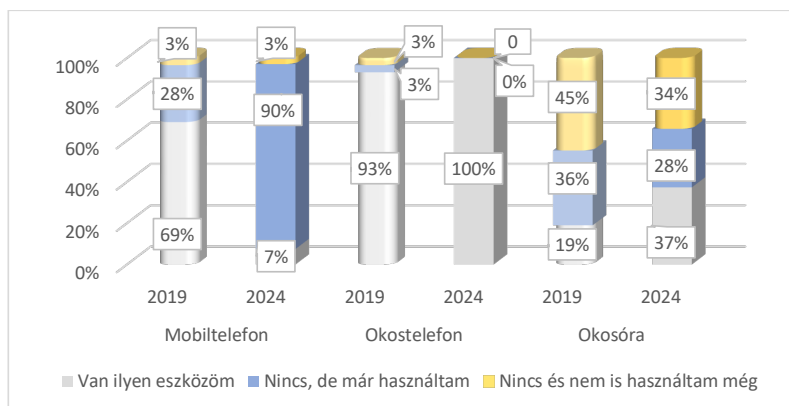
1. ábra. Számítógép- laptop- és tablettelátottság 2019-ben és 2024-ben



Számítógépek

A beérkezett válaszokból kiderült, hogy a hallgatók számítógép-ellátottságában szinte nincs változás, ezt a 2019-es és 2024-es eredményeket egymás mellett mutató 1. ábra jól szemlélteti. Kimondható, hogy mindenki rendelkezik vele (a nemleges választ adók mindkét vizsgált évben birtokoltak laptopot). Tekintettel arra, hogy az elmúlt időszakban online, illetve hibrid oktatási formában folytak az órák, ez számukra szükséges munkaeszköz, tehát a várt eredményt hozta. A lappal rendelkezők részaránya némileg csökkent a vizsgált időszakban.

2. ábra. Mobiltelefon-, okostelefon- és okosóra-ellátottság 2019-ben és 2024-ben

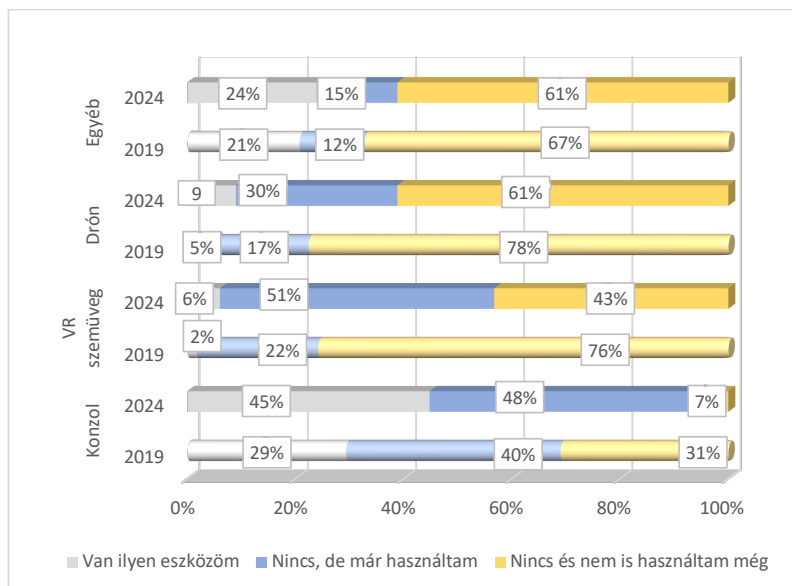


Kommunikációs és okoseszközök

A legnagyobb változás az elmúlt 5 évben a hagyományos, még nem okos telefonok körében történt: részarányuk 69-ről 7%-ra esett vissza. Ez a csökkenés a „nincs, de már használtam” kategóriában jelentkezik növekményként, itt 2024-re a válaszadók 90%-a jelenik meg, vagyis szinte mindenki használt már hagyományos, még nem okos telefont, de már alig van ilyen a vizsgált csoportban. Ezzel szemben okostelefonja mindenkinek van, amivel 5 évvel ezelőtt még a hallgatók 7%-a nem rendelkezett. (2. ábra)

Az elmúlt 5 évben az okosórával rendelkezők részaránya is megnövekedett, míg 2019-ben még csak a válaszadók 19%-a rendelkezett vele, addig 2024-re már 37%-uknak van ilyen eszköze.

3. ábra. Konzol, VR-szemüveg, drón és egyéb eszközzellátottság
2019-ben és 2024-ben



Egyéb innovatív eszközök

Az számítógépek, mobil- és kommunikációs-eszközök, valamint az okoseszközök mellett arra is kíváncsi voltam, hogy vajon milyen más egyéb innovatív eszköz használata iránti igény jelenik meg megkérdezettek körében. A 3. ábra jól szemlélteti a konzolok növekvő részarányát, amely 29-ről 45%-ra emelkedett. Szintén emelkedést mutat a VR-szemüveg használata.

A beérkezett válaszok kiértékelése után összességében az mondható el az egyéb innovatív eszközök használatáról, hogy a saját eszköz birtoklása kismértékben ugyan, ám mégis emelkedést mutat. Az otthonokban való megjelenése tükrözi a technológiai fejlődés társadalomra gyakorolt hatását.

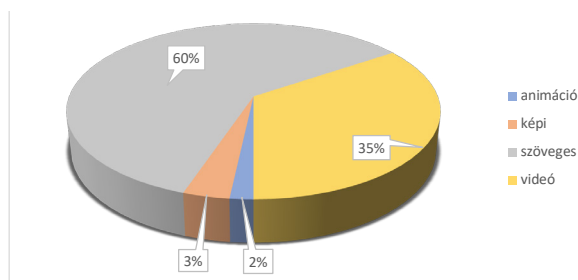
Az oktatásban azonban jelenleg ezek az eszközök még nincsenek olyan jelentős mértékben integrálva, mint például a számítógépek. Az egyéb innovatív eszközök kérdéskörre kapott eredményeket összevetve a számítógépek és okostelefonok drasztikus és a teljes lefedettséget megközelítő értékeivel, a modern technológia aspektusából vizsgálódva kijelenthető, hogy az online tanulási környezethez való hozzáférést

biztosító számítógépek és az azonnali választ és a mindig elérhető kapcsolatot biztosító okostelefonok napjainkra már beépültek a vizsgált sokaság mindennapi életébe, amelynek az oktatás egy jelentős részét képezi. A konzolok, drónok és VR-szemüveg, továbbá az egyéb eszközök jelenléte viszont előre jelzi a lehetséges fejlődési és egyben alkalmazkodási irányt, amelyet az innováció az oktatásra gyakorol, ugyanis a birtoklási kategóriánál nagyobb mértékű emelkedés figyelhető meg a használati kategóriában.

Feltételezhetően árnyaltabb következtetések is levonhatók lettek volna, ha az egyéb eszközöknél azt is kérem, hogy nevezzék meg, hogy pontosan milyen készülékre gondoltak, hiszen az okostelevisziók is alkalmasak információkeresésre, tanulásra.

K2.: Milyen jellegű állományokat keres a tanulás segítéséhez? (Több válasz esetén a legjellemzőbbet válassza!) / Egy 5 fokozatú skálán jelölje meg, hogy a tanulás segítéséhez milyen gyakorisággal használja az alábbi állományokat? (1-soha, 5-mindig)!

4. ábra. A tanulás során leginkább jellemző információforrás megoszlása 2019-ben



Ennél a kérdésnél a pontosabb eredmények érdekében módosítottam 2024-ben, hogy ne csak a legjellemzőbb állományt tudjam vizsgálni, hanem a többit is, sőt a használat gyakoriságát is elemezni tudjam. Emiatt a két felmérés eredményét nem lehet összevetni, önmagukban értékeltem.

Az első vizsgálatkor csak a tanulásukra legjellemzőbb információs állományt kellett kiválasztani a válaszadóknak. A 4. ábrán látható, hogy 2019-ben elsősorban a szöveges állományokat jelölték meg fő információs állományként (60%), de már a válaszadók 35%-a szívesebben használt videókat tanulmányai során.

A 2024-es felmérés során egy ötfokozatú Likert-skálán kellett megjelölni, hogy melyik állománytípust milyen gyakorisággal használnak a válaszadók, így nem csak egy, hanem mindegyik típus használati gyakoriságát vizsgálhatjuk. Az itt kapott válaszokat átlagoltam és ezek alapján lehetett következtetéseket levonni.

A 1. táblázatban egyértelműen látszik, hogy 2024-ben is leggyakrabban a szöveges állományokat használják tanulmányaik során a hallgatók (a 4,5-ös érték nagyon gyakorit jelent, szinte alig érkezett hármasnál kisebb válasz), de videók is nagyon fontos információszerzési források (4,1), továbbá a képek használata is elterjedt (3,9).

1. táblázat. Tanulás során használt állománytípus gyakorisága ötfokozatú Likert-skálán 2024-ben

Állománytípusok	Gyakoriság
szöveges	4,5
képi	3,9
hang	3,0
videó	4,1
animáció	2,5
egyéb	2,0

Összefoglalás

Kutatásközi beszámolómban az eszközbirtoklás és eszközhasználatra vonatkozó részkutatás által feltárt eredmények egybevágnak a Z-generációval kapcsolatos kutatások által megfogalmazott jellemzőkkel. A mérések között eltelt idő és a mért eredmények együttesen rámutatnak arra, hogy a technológiai változásokat folyamatosan követi a társadalom és egyre mélyebben épül be használatuk a mindennapi életbe.

A mai hallgatók már a modern technológia segítségével magabiztosan fordulnak az elektronikus források felé, információkezelés-kompetenciájuk együtt fejlődik az eszközhasználati kompetenciájukkal, tudatosan használják a modern kor innovatív eszközeit.

Az állandóan elérhető online környezet, a digitális eszközök fejlett használata, valamint a forráskritikus gondolkodás erőteljesen hozzájárul a hallgatói sikeresség megvalósulásához.



A konfliktus, ami összeköt *– Iskolai konfliktuskezelési kultúra és attitűd*

Összefoglalás: Az elmúlt években számos megváltozott életkörülmény jelentett kihívást a serdülő korosztály számára és a többletterhelés következményeit kifejezetten megérezték a tanulók. Az iskolában és a családokban is számtalan vitás helyzetet kell megélniük. Ezért egyre határozottabb az igény a tudatos konfliktuskezelési módszerek ismeretére és alkalmazására.

A téma aktualitása, hogy a nevelési, oktatási intézményeknek kiemelt szerepet kell vállalniuk a vitás helyzetek kezelési módjainak bemutatásában.

A tanulmány célja a DUE Bánki Donát Technikumba érkező 9. osztályos diákok konfliktushoz való viszonyulásának, konfliktuskezelési kultúrájának és a konfliktusra adott reakciójának feltérképezése. A munka arra keresi a választ, hogy a fiatalok milyen tudással rendelkeznek a konfliktus természetéről és dinamikájáról az intézménybe érkezéskor, továbbá, hogy a korosztály tudása, hozzáállása a témához fejleszthető-e.

A kutatás módszertana egyrészt a kvantitatív kutatási módszer, a kérdőíves felmérés, ami széleskörű mintavételre adott lehetőséget, másrészt a kvalitatív kutatási módszer, a megfigyelés, mely során látható és megtapasztalható volt az alanyok tényleges viselkedése a konfliktushelyzetben. A 2024 szeptemberében lezajlott adatgyűjtés a Technikumban 94 fő 9. osztályos tanulót helyezett fókuszba.

Az eredmények alapján bemutatásra kerül a konfliktus meglétén túl a tanulók konfliktuskezelési kultúrája és az iskolai szituációkban keletkező lehetséges összetűzések. A kutatáson alapuló tanulmány fontos következtetése, hogy a tanulók találkoznak a konfliktussal az iskolai életben és nem feltétlen találnak megoldást vitás ügyeikben, továbbá igénylik a szakszerű támogatást ezen helyzetekben és nyitottak a békés vitarendezés elsajátítására.

Összegzésként a munka eredménye hasznosítható a szakképző intézmények számára, hogy jobban megértsék diákjaik konfliktuskezelési szokásait, és

* Dunaújvárosi Egyetem, Bánki
Donát Technikum
E-mail: mizerake@bankisuli.hu

olyan programokat fejlesszenek ki, amelyek támogatják a hatékonyabb vitarendezést, javítva ezzel a tanulói közösségek légkörét és a diákok érzelmi fejlődését.

Javaslatként az eredmények alapján, hogy a jövőben kerüljön kialakításra egy oktatásspecifikus konfliktuskezelési intervenció az iskolákban.

Kulcsszavak: Konfliktuskezelés, iskolai konfliktus, iskolai nevelés, békés vitarendezés.

Abstract: In recent years, adolescents have been challenged by a number of changing life circumstances and the consequences of this extra workload have been felt by students. They also have to deal with numerous disputes at school and in their families. There is therefore a growing need to know and apply conscious conflict management methods.

The topicality of the subject is that educational institutions must play a prominent role in demonstrating how to deal with disputes.

The aim of the study is to explore the attitudes towards conflict, conflict management culture and reaction to conflict of 9th grade students at DUE Bánki Donát Technical School. The work seeks to answer the question of the young people's knowledge of the nature and dynamics of conflict at the time of their arrival at the institution, and whether their knowledge and attitudes towards the subject can be developed.

The research methodology was based on the one hand on the quantitative research method, the questionnaire survey, which allowed for a broad sampling, and on the other hand on the qualitative research method, the observation, which allowed for the actual behaviour of the subjects in the conflict situation to be seen and experienced. The data collection, which took place in September 2024, focused on 94 9th grade students at the Technical School.

Based on the results, the study describes the students' conflict management culture and the possible conflicts that may arise in school situations, in addition to the existence of conflict. An important conclusion of this research-based study is that students encounter conflict in school life and do not necessarily find solutions to their disputes, and that they need professional support in these situations and are open to learning peaceful dispute resolution.

In conclusion, the results of this work can be used by vocational training institutions to better understand their students' conflict management habits and to develop programmes that support more effective dispute resolution, thus improving the climate of learning communities and the emotional development of students.

Recommendation based on the results to develop an education-specific conflict management intervention in schools in the future.

Keywords: Conflict management, school conflict, school education, peaceful dispute resolution.

Bevezetés

A konfliktus egyidős az emberiséggel. Az intézményesített oktatás, az iskola megjelenésével nem túlzás azt állítani, hogy az iskola és a konfliktus összekapcsolódott. A két tényezővel még biztosan lehet számolni a következő évtizedekben. Ezért a téma vizsgálata aktuális. Ugyanakkor a konfliktus kérdését sokan és sokféleképpen kutatták már, talán avittnak is érezzük. Akkor mégis mi az, amiben még hiátus érezhető a magyarországi kutatásokban: ez az alternatív vitarendezés, az iskolai mediáció megléte, szükségessége. Az iskolai konfliktusok békés úton való rendezésének feldolgozottsága a hazai szakirodalomban teszi izgalmassá és tudományos kihívássá a tanulók konfliktuskezelési attitűdjének és kultúrájának vizsgálatát. Így jelen tanulmány és az ahhoz kapcsolódó kutatás tárgyát képezi, melynek eredménye egy apró törekvés a békés iskolai környezet kialakítására.

Az elmúlt években számos megváltozott életkörülmény jelentett kihívást a serdülő korosztály számára és a többletterhelés következményeit kifejezetten megérezték a tanulók. Az iskolában és a családokban is számtalan vitás helyzetet kell megélniük. Ezért egyre határozottabb az igény a tudatos konfliktuskezelési módszerek ismeretére és alkalmazására. A téma aktualitása, hogy a nevelési, oktatási intézményeknek kiemelt szerepet kell vállalniuk a vitás helyzetek kezelési módjainak bemutatásában és a tanulóknak a kompetenciájuk fejlesztésében.

A tanulmány egy neveléstudományi kutatási munka, amelynek fókuszába a konfliktuskezelés helyeződik. Célja a DUE Bánki Donát Technikumba érkező 9. osztályos diákok konfliktushoz való viszonyulásának, konfliktuskezelési kultúrájának és a konfliktusra adott reakciójának feltérképezése. A munka arra keresi a választ, hogy a fiatalok milyen tudással rendelkeznek a konfliktus természetéről és dinamikájáról az intézménybe érkezéskor, továbbá, hogy a korosztály tudása, hozzáállása a témához fejleszthető-e.

[1] Kertész Tibor (2010): *Mediáció a gyakorlatban I.* Partners füzetek, pp. 18–19.

[2] Szilágyi Ildikó (2008): *A konfliktus fogalma.*

[3] Szekszárdi Júlia: (1995): *Utak és módok. Pedagógiai kézikönyv a konfliktuskezelésről.* Budapest: Iskolafejlesztési alapítvány–Magyar Encore, pp. 7–9.

Elméleti háttér

„A bátorság minden más erény előtt áll, mert ez az összes többi erény előfeltétele”

Arisztotelész

A konfliktus a hétköznapi ember számára mindig valami rosszat, újabb problémát jelent, amit meg kell oldania. Így bátorság kell ahhoz, hogy a konfliktust ne negatív, elkerülendő helyzetnek érzékeljük, hanem valami pozitív lehetőséget lássunk benne. [1] A konfliktus kifejezés a latin *confligere*, fegyveres harc, összeütközés szóból származik. Mára azonban módosult a jelentése, és elsősorban akkor használjuk, ha eltérő vélemények, nézetek, érdekek állnak egymással szemben. [2] A konfliktus olyan egyének vagy társadalmi csoportok közötti ütközés, amely mögött igények, szándékok, vágyak, törekvések, érdekek, szükségletek, nézetek, vélemények, értékek szembenállása húzódik meg. [3] Harcra, összeütközésre akkor kerül sor, amikor a felek viselkedése akadályozza egyikük, vagy másikuk igényeinek érvényesítését, vagy értékrendjük különböző.

Konfliktusmentes közösség nincs, hiszen a célok, eszmék különböznek, más az érdekek, minden embernek saját elképzelése van. A konfliktust a legtöbb ember igyekszik elkerülni, de teljes mértékben sem a magánéletben, sem az iskolában nem kerülhető el, hiszen ott különböző felfogású emberek vannak együtt, más a természetük, a gondolkodásmódjuk, a feladatok megoldásával kapcsolatos elképzelésük, az otthonról hozott értékrendjük. Amikor az emberi kapcsolatokban konfliktusok alakulnak ki, indulatok keletkeznek, ezért a legtöbb emberre a konfliktus ijesztően hat, vagy szorongást vált ki.

Alapvetően két tényező befolyásolja az emberek közötti konfliktusok kialakulását:

1. A konfliktushelyzetben érintett emberek céljai közötti függőségi viszony.
2. Az érintettek cselekvéseinek típusai [1].

Cseh–Szombathy alapján a konfliktus a megjelenés helye szerint lehet nyílt, külső, interperszonális konfliktus, mely heves interakcióban nyilvánulhat meg vita és veszedelmes formájában, továbbá rejtett belső, intrapszichikus konfliktus, mely az emberben játszódik le és a személy sebezhetőbbé és érzékenyebbé válik. Morton Deutsch a konfliktusok következményei szerint konstruktív, építő, hasznos, a kapcsolatot megerősítő és destruktív, romboló, káros, tisztességtelen versenyhelyzetet előidéző csoportot különített el.

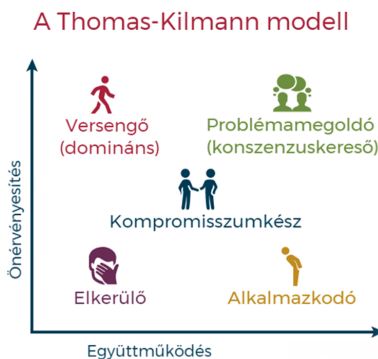
Jelen tanulmány az előbbieken említett konfliktuscsoportokat iskolai környezetben vizsgálja, ami egy három szereplős szituáció (tanár-diák-szülő). A kutatás fókuszába a tanulók helyeződnek, akik az intézményben egy osztály tagjaként jelennek meg. Egy csoporton belül pedig törvényszerűen hatnak csoportdinamikai folyamatok: kialakul a gyerekek közti hierarchia, sorrendiség, és ez konfliktusokkal járhat. Ez a folyamat rendkívül jelentős, hozzájárulhat a szociális képességeik fejlődéséhez. Az iskola egyfajta „kényszerképződmény” a diák számára. Ritkán választhat szabadon, esetleges, kivel kerül egy osztályba. Ahány gyerek, annyi külön világ, családi háttér, tapasztalat, személyiség, érdekltség, stílus. Ilyen közegben természetes, hogy eltérő érdekek, értékek kerülnek középpontba, és mindennaposak lehetnek a konfliktusok a tanulók között. Gyakran fordul elő közöttük a rivalizálás. Ez olyan esetekben alakul ki, ha több erős egyéniség is jelen van a közösségben. [4] A diákok között a konfliktusnak számtalan formája ismeretes. Ez megnyilvánulhat a két fél közti egyenrangú ellentétként, nyílt vagy rejtett agresszióként, de előfordulhat csoportok között vagy egyéneken belül is. A konfliktus, az összeütközés önmagában nem rossz és nem jó, hanem egyszerűen szükségszerű, az iskolai közeg sajátossága. Az ember megküzdési képességét erősíti, fejleszti az, hogy hogyan jön ki egy-egy konfliktusból. Ezért érdemes a tudatosítás, az önismeret és az önirányítás. A diákok között ma gyakran előforduló konfliktusfajtát a szakirodalom bullying/mobbing elnevezéssel illeti. Valójában az iskolai terrorizálásról, megfélemlítésről van szó. Pontos magyar megfelelője egyelőre nincs a kifejezésnek, a szakirodalomban ezért számos olyan elnevezéssel találkozhatunk, amelyek megpróbálják visszaadni a szó jelentését: megfélemlítés, terrorizálás, zsarnokoskodás, erőszakoskodás, kegyetlenkedés, megalázás, zaklatás, „szívatas”, gyötetés, basáskodás. [5] A bullying kategóriájába azok az esetek tartoznak, amikor egy gyereket a kortársai folyamatosan csúfolnak, terrorizálnak, kiközösítenek, tehát a diákok esetében a verbális agresszió a leggyakoribb konfliktusfajta. A diákközösségekben gyakori a kiközösítés is, sőt a nézeteltérés a tettelegességig is fajulhat. Leggyakrabban a bántalmazás elszenvedője az elkerülő viselkedésmódot alkalmazza, tehát igyekszik kerülni azokat a diáktársakat, akik bántják, hogy ne eszkalálódjon tovább a konfliktus.

A konfliktusok kezelésében való jártasság nagy szerepet játszik az iskola életében. A vitás ügyek kezelésében való viselkedési stratégiák a Thomas–Kilmann modell alapján az alábbiak szerint azonosíthatóak:

[4] Fehér Péter–Hornya Judit (2010): Netgeneráció 2010: Digitális bennszülöttek. In: *Oktatás plusz 2010*. Budapest: HVG Online Zrt. Szakmai kiadvány, pp. 114–118.

[5] Hajdú Gábor–Sáska Géza (2011): Bántalmazás a középiskolában. *Iskolakultúra*, pp. 6–7.

1. ábra. Thomas–Kilmann modell



Forrás: <https://forbes.hu/legyel-jobb/ne-orditsd-le-a-fejet-konfliktuskezesi-strategiak-a-munkahelyen/>
(Letöltés ideje: 2024. 11. 15.)

A modell az önérvényesítés és az együttműködés dimenziója mentén értékeli a konfliktust és a konstruktív vita eléréséhez a problémamegoldó magatartás alkalmazása vezet, vagyis a konfliktusban levő személy kiáll önmaga gondolatáért, mindeközben tiszteli mások érzéseit is. Az iskolai konfliktuskezelés során először is észlelni kell, hogy konfliktus van a csoportban, a diákok között. Azonosítani kell, hogy kik a résztvevői, milyen szakaszban van. Mérlegelni kell a hatását, jelentőségét, a megoldási lehetőségeket kell számba venni. Tartósan hatékony konfliktuskezelés akkor lehetséges, amennyiben a felek megértik, hogy céljaik, szükségleteik teljesülése egymástól függ, ez a függés pozitív irányú, és a kialakított együttműködés hatékony.

Kutatási eredmények az intézményi mérés tapasztalatai alapján

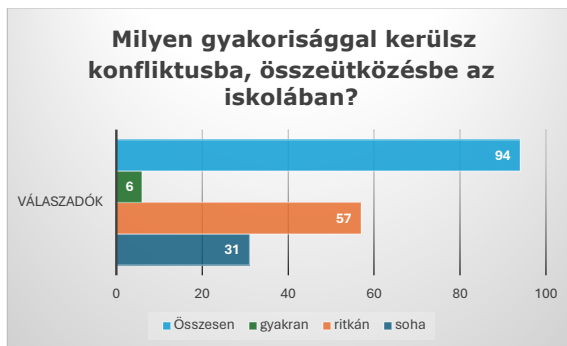
A kutatás annak az átfogó stratégiai célnak a támogatására született, hogy a jövőben egy iskola vezetői célkitűzése között egyértelműen megfogalmazódjon az alternatív vitarendezés ismerete és alkalmazása, az érdekalapú tárgyalás és a resztoratív technikák bevezetése az intézmény nevelési gyakorlatába, ami széleskörű szakmai támogatással megvalósítható a jövőben.

A kutatás relevanciája, hogy a vizsgálatból készült tanulmány detektálja a Technikumban tanuló diákok konfliktuskezelési kultúráját, valamint azt, hogy milyen attitűddel rendelkeznek a konfliktusok kapcsán,

hiszen az oktatási intézményekben gyakoriak a különböző nézeteltérések, és ezek kezelésének módja nagyban befolyásolhatja a tanulói közösség működését és a tanulók személyes fejlődését.

A kutatás során a mintavétel 94 fő válaszadó volt, akik a DUE Bánki Donát Technikumba frissen beiratkozott kilencedik osztályos tanulók voltak a 2024–25-ös tanévre. Az intézmény specifikumából adódóan a minta nemi megoszlás tekintetében 66 fiút és 28 lányt érintett. Az adatgyűjtés a DUE Bánki Donát Technikumban zajlott 2024. augusztustól október végéig. A vizsgálat egyrészt kvantitatív kutatási módszerrel, online kérdőíves felméréssel történt, ami széleskörű mintavételre adott lehetőséget, másrészt kvalitatív kutatási módszerrel, a megfigyeléssel, ami lehetőséget adott az alanyok tényleges viselkedésének rögzítésére a konfliktushelyzetben, ezzel egyidőben 5 fős tanulócsoportokban fókuszcsoportos interjú segítségével zajlott a rögzítés a diákok konfliktusainak menetéről, megéléséről, a megoldási lehetőségekről és reflexióikról. A megkérdezett alanyok közül 63 fő úgy nyilatkozott, hogy valamilyen módon találkozott a konfliktussal az iskolában és közülük 30% ezt a vitás helyzetet nem tudta megoldani, sőt hosszabb ideig nehezítette az életét az iskolában. Ez bizonyítja, hogy a pedagógiai gyakorlatban előforduló konfliktusok száma napjainkban nemcsak megnőtt, hanem tartalmuk is változatosabb lett. Kiemelt feladata ma az október, nevelő munkának, hogy a gyermeket lépésről lépésre meg kell tanítani arra, hogy képes legyen a kooperációra, ismerje önmagát, a szükségleteit és fokról fokra el kell juttatni őt a magáért és másokért való felelősség vállalására.

2. ábra. Milyen gyakorisággal kerülsz konfliktusba az iskolában?



Forrás: Saját szerkesztés.

A tanulók által megélt konfliktusok típusa jellemzően interperszonális, vagyis külső és személyek közötti vita, amely helyzetet megélik 42% -a diáktársával került összetűzésbe és mindössze 5%-uk nyilatkozott a tanárával megélt vitás helyzetről. Az összeütközés érdek- és értékkülönbségből adódik az iskolai környezetben. Ígéretes, hogy a fiatalok 78%-a a mindennapi életben úgy ítéli meg, hogy az iskolai szituáció résztvevői (tanár és diák) kölcsönös tisztelettel fordulnak egymás felé, ami biztos alapot nyújt a konfliktuskezeléshez.

3. ábra. Az iskolában a tanárok és diákok kölcsönösen tisztelik egymást.



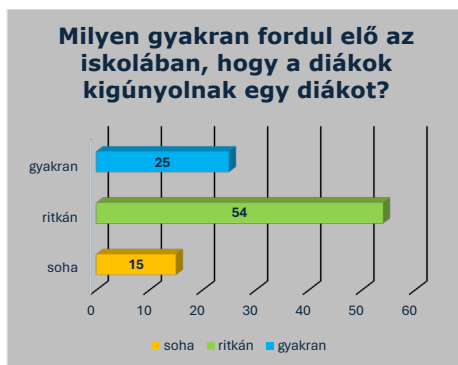
Forrás: Saját szerkesztés.

A konfliktus kimenetele szerint a tanulók megélése mind a konstruktív, mind a destruktív konfliktusról beszámol. Destruktív konfliktusaik során diáktársukkal nem értenek egyet, mert különböző az otthoni környezet, a szokások, rendszerint nincs objektív nézőpont, és nem tud megállapodás létrejönni köztük. Ugyanakkor biztató, hogy konstruktív konfliktusban is volt részük, mely előremutató, építő volt és kreatív energiát szabadított fel a fiatalokban. Ez bizonyítja, hogy meg lehet és meg kell tanítani a diákokat a resztoratív kérdések alkalmazására, ezáltal a destruktív konfliktust konstruktívvá alakítani. A személyes, fókuszcsopotos interjú során a tanulók fel tudták korábbi ismereteik alapján idézni ezeket a kérdéseket: mi történt, kit érintett, hogyan érintette és mit kell tenni, hogy a dolgok rendbe jöjjenek.

Az adatok alapján bizonyíthatóan békés az iskolai környezet, annak ellenére, hogy nézeteltérésekkel terhelt a diákok intézményi élete, emiatt elengedhetetlen, hogy a diákokat az intézmény támogassa, ezért komoly kooperációval működik együtt az iskolapszichológus az ifjúságvédelmi felelőssel és a mentálhigiénés

szakemberrel és a állatterápiás gyógypedagógus szakemberrel. A problémák, nehézségek széles skálán mozognak: családi és társas kapcsolatban felmerült konfliktusok továbbá az iskolai teljesítmény és tanulási nehézségekből eredő szorongás, feszült állapot. Nehezítő tényező, hogy a sajátos nevelési igényű (SNI) és beilleszkedési, magatartási nehézségekkel (BTMN) küzdő tanulók száma egyre gyarapodik. A DUE Bánki Donát Technikumban (DUE BDT) a diákok 11,68 %-a rendelkezik SNI vagy BTMN-es besorolással.

4. ábra. Milyen gyakran fordul elő az iskolában, hogy a diákok kigúnyolnak egy diákot?



Forrás: Saját szerkesztés.

Az elfogadó intézményi rendszerszemlélet a szakemberek munkája mellett érzékenyítő programokkal is támogatja a tanulókat, melynek köszönhető, hogy 84 fő nyilatkozott arról, hogy jól érzi magát az iskolában. A diákok mindössze 26%-a vallott arról, hogy a szakirodalom által mobbingnek nevezett szituációval találkozott. Ugyanakkor számolni kell ebben a témában a látenciával, hiszen az a tanuló, aki elszenvedője a korábban említett zaklatásnak, vagy elkerülőként végignézője volt, az szégyenérzete miatt nem fog nyilatkozni. Ezért itt további fókuszcsoportos interjúval van lehetőség a specifikus kutatásra.

A Thomas–Kilmann modellt felhasználva a kérdőívek segítségével beazonosításra kerültek a tanulók konfliktuskezelési szokásai is. A fiatalok többsége problémamegoldó és kompromisszumkereső stratégiát alkalmaz, ugyanakkor 22 fő versengőnek vallja magát. Kihívás és megoldandó feladat, a második szocializációs térben, az iskolában, a versengő startégiát asszertívvá fordítani, hogy a résztvevő felek mindketten győztesnek érezzék magukat. Ígéretes, hogy a tanulók próbálják megoldani a vitás helyzetet beszélgetéssel és gyakrabban kommunikálnak nyíltan, mint elkerülnek, ugyanakkor 54 fő válaszádo konfliktusban igyekszik, de nem mindig képes higgadtan kezelni a szituációt.

Bízató azonban, hogy a megkérdezettek fele konfliktusos helyzetben igyekszik beleélni magát a másik helyzetébe, hiszen a sikeres konfliktuskezeléshez elengedhetetlenül szükséges az empátia, az önismeret és az önérvényesítés. A válaszadók 62%-a fontosnak tartja a kapcsolat helyreállítását a vitás helyzetet követően, ám nem mindig sikerül neki. Az alanyok válaszaiból megállapítható, hogy igény van és szükséges az alternatív vitarendezés az iskolai környezetben.

5. ábra. Ha lenne olyan diák az iskolában, aki ért ahhoz, hogyan lehet a konfliktusokat megoldani, akkor Te vagy társaidd fordulnátok-e hozzá segítségért?



Forrás: Saját szerkesztés.

Mindössze 16 fő megkérdezett nyilatkozott úgy, hogy nem halott konfliktuskezelési technikákról, a többiek osztályfőnöki óra keretében tájékozódtak az alternatív vitarendezésről. 41% fontosnak tartja, hogy ismerjen olyan technikákat, amelyekkel erőszakmentesen lehet megoldani konfliktusokat. A tanulók bizonyíthatóan nyitottak a békés vitarendezés elsajátítására és a konfliktuskezelési kompetenciájuk fejlesztésére. Az alanyok 42%-a igényli a kortárs mediáció megismerését és meglétét az iskolában, amely még „gyermekcipőben” jár a Technikumban, ám egy innovatív, egyedülálló és előre vivő fejlesztésként megvalósítható.

A kutatás összegzése, javaslattétel

A kutatáson alapuló tanulmány fontos következtetése, hogy a tanulók találkoznak a konfliktussal az iskolai életben és nem feltétlen találnak megoldást vitás ügyekben, továbbá igénylik a szakszerű támogatást ezen helyzetekben és nyitottak a békés vitarendezés elsajátítására. A munka eredménye hasznosítható a szakképző intézmények számára, hogy jobban megértsék diákjaik konfliktuskezelési szokásait, és olyan programokat fejlesszenek ki, amelyek támogatják a hatékonyabb vitarendezést, javítva ezzel a tanulói közösségek légkörét és a diákok érzelmi fejlődését.

Javaslattétel az eredmények alapján, hogy a jövőben kerüljön kialakításra egy oktatáspecifikus konfliktuskezelési intervenció az iskolákban, melynek keretében meghatározott intézkedési terv szerint működik a technikumban önismereti csoport, kortárs mediátor képzés és kortárssegítő csoport szakköri keretek között. Mindezt kiegészítve legyen lehetősége a tanulónak a feszültséget oldó sportfoglalkozáson részt venni. Kiemelt feladata az intézménynek a tanulók felkészítése saját problémáik, kudarcaik, konfliktusaik feldolgozására. Az innovatív szemléletmódot intézményesítése szükséges a tanár, a diák és a szülő bevonásával.

A kutatás üzenete

Az empátiánál, a viselkedésük megértésénél többet nem igen adhatunk a tanulóinknak. Ha a diák azt tapasztalja, hogy érdekel minket a belső világa, a szándékai, érzései, akkor meg fog maradni közöttünk a kapcsolat, amire biztosan építhetünk a legnehezebb pillanatokban is!



Biológiai ritmusok matematikai modelljeiről

Összefoglalás: A biológiai ritmusok tudománya egyre nagyobb figyelmet kap az egészségügy, a munkahelyi teljesítmény, az úrkutatás, a sport és a táplálkozás területén. A cirkadián ritmus, az élőlények belső órájának alapja, központi szerepet játszik az alvászavarok kezelésében, krónikus betegségek, mint a szívbetegségek és cukorbetegség kialakulásában, valamint a gyógyszer-adagolás optimalizálásában. A növények esetében a cirkadián ritmus befolyásolja a fotoszintézist, tápanyagfelvételt és virágzást, hozzájárulva a mezőgazdasági termelés és betegségek kezelésének hatékonyságához. A genetikai kutatások, különösen az *Arabidopsis thaliana* és a *Neurospora crassa* modelleken, feltárták a belső óra molekuláris alapjait. A matematikai modellek, mint a Goodwin- és Tyson-modellek, valamint a Michaelis–Menten-kinetika, kvantitatív módon írják le a cirkadián ritmus mechanizmusait, segítve a növekedés, fejlődés és betegségek előrejelzését. A sztochasztikus modellezés lehetővé teszi a biológiai zaj és véletlenszerűségek figyelembevételét, tovább finomítva a ritmus előrejelzését különböző környezeti feltételek között.

Kulcsszavak: Napciklus-modellek, matematikai modellezés, determinisztikus modellek.

Abstract: The science of biological rhythms is receiving increasing attention in the fields of healthcare, workplace performance, space research, sports, and nutrition. The circadian rhythm, the foundation of living organisms' internal clocks, plays a central role in the treatment of sleep disorders, the development of chronic diseases such as heart disease and diabetes, and the optimization of drug administration. In plants, the circadian rhythm influences photosynthesis, nutrient uptake, and flowering, contributing to the efficiency of agricultural production and disease management. Genetic research, particularly using models like *Arabidopsis thaliana* and *Neurospora crassa*, has uncovered the molecular foundations of the internal clock.

* Dunaújvárosi Egyetem, Informatikai Intézet
Budapesti Gazdasági Egyetem, Alkalmazott Kvantitatív Módszerek Tanszék,
Óbudai Egyetem, Elektrofizikai Intézet, Természettudományi Tanszék
E-mail: nagy.balint@uniduna.hu

Mathematical models, such as the Goodwin and Tyson models, along with Michaelis-Menten kinetics, describe the mechanisms of circadian rhythms quantitatively, aiding in the prediction of growth, development, and diseases. Stochastic modeling allows for the consideration of biological noise and randomness, further refining rhythm predictions under various environmental conditions.

Keywords: Circadian rhythm models, mathematical modeling, deterministic models.

Bevezetés

A kronobiológia, vagyis a biológiai ritmusok tudománya napjainkban egyre inkább a figyelem középpontjába kerül. Az élőlények belső órájának működését vizsgálva számos olyan összefüggés figyelhető meg, amelyet a mindennapi élet több területén alkalmazhatunk.

A kronobiológia az egészségügyben különösen nagy jelentőséggel bír. Segít megérteni és kezelni az alvászavarokat, de az általa vizsgált cirkadián ritmus és ennek zavara számos krónikus betegség, például a szívbetegségek, a cukorbetegség és a rák kialakulásában is szerepet játszik. Ezen túlmenően a gyógyszeradagolás optimalizálásában is fontos szerepet játszik, hiszen a gyógyszerek hatékonysága és mellékhatásai az adagolás időpontjától is függhetnek. A munkahelyi teljesítmény szempontjából is kiemelkedő a kronobiológia jelentősége. Az egyéni biológiai ritmusok figyelembevételével hatékonyabb munkabeosztások állíthatók össze, amelyek növelik a produktivitást és csökkentik a stresszt. A váltóműszakok tervezésében is segít, hogy a munkavállalók egészsége kevésbé legyen kitéve terhelésnek. Az úrhajósok számára a kronobiológia különösen fontos, hiszen az űrben az állandóan változó fényviszonyok megzavarhatják a cirkadián ritmust.

A kronobiológia segítségével olyan mesterséges fényrendszerek fejleszthetők, amelyek segítenek fenntartani a normális alvás-ébrenlét ciklust. A sportteljesítmény és a táplálkozás területén is számos alkalmazási lehetőséget kínál a kronobiológia. Az edzés időpontjának és az étkezési ütemtervnek a biológiai ritmusokhoz igazításával optimalizálhatjuk a teljesítményt és elősegíthetjük az egészséges testsúly fenntartását.

A biológiai ritmusok legegyszerűbben a növények élettani folyamataiban vizsgálhatóak. A dolgozat további részében csak bizonyos növényeket vizsgálunk.

A növények napi ciklusa, vagyis a cirkadián ritmus a növények belső órájának is az egyik legfontosabb vonása. Ez a belső biológiai óra 24 órás periódus szerint változik, amely így szinkronban van a Föld forgásával, valamint a sötét és napfényes órák váltakozásával. Ez a ritmus befolyásolja a növények különböző élettani folyamatait, beleértve a fotoszintézist, a tápanyagfelvételt, a sejtosztódást és bizonyos esetekben a virágzást. A növények napi ciklusának tanulmányozása nemcsak azért fontos, mert segít megérteni a növények alkalmazkodóképességét a környezeti változásokhoz, hanem hozzájárulhat a mezőgazdasági termelés optimalizálásához és a növényi betegségek kezeléséhez is.

A növények cirkadián ritmusának jelentősége

A növények napi ciklusa központi szerepet játszik abban, hogy a növények képesek legyenek hatékonyan reagálni a környezetükben bekövetkező változásokra. A cirkadián ritmus lehetővé teszi a növények számára, hogy alkalmazkodjanak a napi fény-sötétség váltakozásaihoz, és ennek megfelelően időzítsék a fotoszintézist és más élettani folyamatokat. Ez a belső időzítés különösen fontos a növények túlélése és szaporodása szempontjából.

Megfigyelhető, hogy a fotoszintézis csúcshintenzitása gyakran reggelre és délelőttre időzített, amikor a napfény intenzitása növekszik. Ezzel szemben a sötét periódusokban a növények a növekedést és a tápanyagok átcsoportosítását helyezik előtérbe. Az ilyen napi ritmusok segítenek maximalizálni a fotoszintézis hatékonyságát és minimalizálni a vízvesztéséget.

A növények napi ciklusának tanulmányozása az elmúlt évtizedekben egyre nagyobb figyelmet kapott. Az ilyen kutatások egyik úttörője a Nobel-díjas Seymour Benzer, aki az 1970-es években kezdett el foglalkozni a cirkadián ritmus genetikai alapjaival. Bár Benzer főként a *Drosophila melanogaster* nevű muslicával dolgozott, kutatásai alapvetően befolyásolták a növények cirkadián ritmusának későbbi vizsgálatát is. [1]

A növények cirkadián ritmusának molekuláris mechanizmusait először az *Arabidopsis thaliana* segítségével vizsgálták részletesebben. [2] Az *Arabidopsis* kutatások révén azonosították azokat a géneket, amelyek a növények belső órájának működéséért felelősek.

Az ilyen gének például a „CIRCADIAN CLOCK ASSOCIATED 1” (CCA1) és a „LATE ELONGATED HYPOCOTYL” (LHY), amelyek mutációi jelentősen megváltoztatják a napi ritmust, így megvilágítva a cirkadián ritmus genetikai alapjait.

A növények napi ciklusát nemcsak genetikai módszerekkel, hanem fiziológiai és biokémiai technikákkal is vizsgálták. A növények fényérzékelő molekuláinak (például a fitokrómok és kriptokrómok) tanulmányozása fontos szerepet játszott abban, hogy megértsük, miként érzékelik a növények a napfény változásait, és hogyan alkalmazkodnak ezekhez a változásokhoz.

A *Neurospora crassa* nevű fonalas gomba kiemelkedő modellorganizmusként szolgál a cirkadián ritmus kutatásában. Napi ciklusának számos egyedi jellemzője van, amelyek tudományos vizsgálatok szempontjából különösen érdekessé teszik.

[1] Konopka, R. J.–Benzer, S. (1971): Clock mutants of *Drosophila melanogaster*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 68., (9.), pp. 2112–2116.

[2] Barak, S.–Tobin, E. M.–Green, R. M.–Andronis, C.–Sugano, S. (2000): All in good time: the *Arabidopsis* circadian clock. *Trends in plant science*, 5., (12.), pp. 517–522.

[3] Dunlap, J. C.–Loros, J. J. (2004): The *Neurospora* circadian system. *Journal of biological rhythms*, 19., (5.), pp. 414–424.

A *Neurospora crassa* [3] cirkadián ritmusának molekuláris alapjait részletesen tanulmányozták. A ritmus egyik legfontosabb eleme a „FREQUENCY” (FRQ) fehérje, amely központi szerepet játszik a belső órában. Az FRQ fehérje a „WHITE COLLAR-1” (WC-1) és „WHITE COLLAR-2” (WC-2) transzkripciósfaktorokkal együttműködve szabályozza a gének expresszióját a cirkadián ciklus során.

A FRQ-WC képződését gyakran egy negatív visszacsatolási hurokkal modellezzük, amely meghatározza a 24 órás periódust. A FRQ fehérje szintje idővel növekszik, majd eléri egy csúcspontot, amely után a fehérje lebomlik, és a ciklus újra kezdődik. A *Neurospora* cirkadián órája rendkívül érzékeny a környezeti jelekre, különösen a fényre és a hőmérsékletre. A WC-1 és WC-2 fehérjék funkciója a fény érzékelése, és ezek a fehérjék elengedhetetlenek a gomba fotoreceptor rendszerének működéséhez. A fény hatására a WC-1/WC-2 komplex aktiválja a FRQ génképződését, amely a belső óra beállításához szükséges. A napfény rövid fénypulzusok formájában képes fáziseltolást előidézni a cirkadián ciklusban.

A *Neurospora* esetében különböző sejtekben létezhetnek úgynevezett perifériás órák, amelyek képesek szinkronizálni a központi órával. Ez a szinkronizáció biztosítja, hogy a különböző szövetek és funkciók időben összehangolódnak. Például a konídiumképzés mellett a metabolikus folyamatok, mint az enzimaktivitás is követi a cirkadián ritmust. A *Neurospora crassa* cirkadián ritmusának egyik különleges jellegzetessége a hőmérsékleti kompenzáció. Ez azt jelenti, hogy a cirkadián ritmus periódusa viszonylag állandó marad széles hőmérséklet-tartományban, ami a belső óra stabilitásának fontos jellemzője. A hőmérséklet jelentős változásai nem befolyásolják jelentősen a napi ciklus időtartamát, ami adaptív előnyt jelent a gomba számára a változó környezeti feltételek között.

A *Neurospora crassa* különösen hasznos volt a cirkadián ritmus genetikai alapjainak tanulmányozásában, mivel számos olyan mutációt azonosítottak, amelyek megváltoztatják a cirkadián ritmus jellemzőit. Például az FRQ gén mutációi jelentős mértékben befolyásolják a periódus hosszát, néhány mutáns esetében a ritmus teljesen megszűnik, vagy drasztikusan megváltozik.

A növények napi ciklusának matematikai modellezése

A növények cirkadián ritmusának pontos megértéséhez és előrejelzéséhez elengedhetetlen eszköz a matematikai modellezés. A modellezés segítségével kvantitatív módon

leírhatjuk a cirkadián ritmus belső mechanizmusait, valamint azok kölcsönhatását a környezeti tényezőkkel, mint a fény és hőmérséklet. Egy tipikus matematikai modell a cirkadián ritmust leíró differenciálegyenletek halmazából áll, amelyek a különböző molekuláris komponensek koncentrációját és azok időbeli változásait írják le. Ezek az egyenletek figyelembe veszik a gének és fehérjék közötti visszacsatolási hurkokat, amelyek a cirkadián óra stabilitását és időzítését biztosítják.

Az egyik legismertebb matematikai modell, amelyet a cirkadián ritmus leírására használnak, a Goodwin-modell.

A Goodwin-modellt [4] az 1960-as években alkották meg, s először általános cirkadián ritmusok leírására alkalmazták, később adaptálták a *Neurospora crassa* esetére is. A Goodwin-modell egy negatív visszacsatolási hurkot ír le, ahol egy gén terméke (pl. a FRQ-fehérje) gátolja saját termelődését, amit egy nemlineáris differenciálegyenlet-rendszer segítségével jellemezhetünk. A modell három fő lépésből áll. A transzkripció során az FRQ-gén átíródik mRNS-re, a transláció során az mRNS-ből fehérje (FRQ) keletkezik, végül a visszacsatolási lépésben az FRQ-fehérje gátolja saját génjének expresszióját.

A Goodwin-modell segítségével sikerült megmagyarázni a cirkadián ritmus számos alapvető tulajdonságát, azonban a *Neurospora crassa* esetében a modell nem teljes mértékben tükrözi a valós molekuláris mechanizmusokat, mert a belső óra komplexitása miatt további tényezők is szerepet játszanak.

A Tyson-modell [5] a Goodwin-modell egy továbbfejlesztett változata, amely részletesebb leírást ad a cirkadián ritmus molekuláris hálózatáról. A modellben szerepelnek a FRQ-fehérje különböző állapotai (pl. foszforilált és nem foszforilált formák), valamint a FRQ, WC-1, és WC-2 közötti kölcsönhatások.

A Tyson-modell segít megérteni, hogyan jön létre a 24 órás periódus és milyen módon képes a rendszer stabilan fenntartani ezt az ütemet.

A Tyson-modell a következő lépésekből áll:

1. *Génexpresszió*: A FRQ mRNS szintézise a WC-1/WC-2 komplex hatására.
2. *FRQ Fehérje Szekvenciális Foszforilációja*: A FRQ-fehérje foszforilációs állapotainak változása idővel, amely befolyásolja a fehérje stabilitását és aktivitását.
3. *Visszacsatolás*: A foszforilált FRQ-fehérje gátolja a FRQ-gén expresszióját, ami egy önálló oszcillációs rendszert eredményez.

Egy másik modell, a Michaelis–Menten-kinetika [6] gyakran alkalmazott a biokémiai reakciók leírására, így a cirkadián ritmus modellezésére is.

[4] Gonze, D.–Abou-Jaoudé, W. (2013): The Goodwin function: behind the Hill function. *PLoS one*, 8., (8).

[5] Borisuk, M. T.–Tyson, J. J. (1998): Bifurcation analysis of a model of mitotic control in frog eggs. *Journal of theoretical biology*, 195., (1.), pp. 69–85.

[6] Cornish-Bowden, A. (2015): One hundred years of Michaelis–Menten kinetics. *Perspectives in Science*, 4., pp. 3–9.

[7] Gonze, D.–Halloy, J.–Goldbeter, A. (2002): Deterministic versus stochastic models for circadian rhythms. *Journal of biological physics*, 28., pp. 637–653.

Például a Leloup és Goldbeter által javasolt modell magában foglalja a FRQ-fehérje szintézisét, lebontását és a visszacsatolási mechanizmust Michaelis–Menten típusú kinetikával. Ez a modell figyelembe veszi a FRQ-fehérje foszforilációját, ami kritikus a cirkadián ritmus szabályozásában. A modell bemeneti változói közé tartozik a fény intenzitása és a hőmérséklet, míg a kimeneti változók a FRQ-fehérje koncentrációja és a cirkadián ciklus periódusa.

Ezzel a megközelítéssel pontosabban megjósolható, hogyan változik a belső óra válasza a különböző környezeti hatásokra.

Az utóbbi években a cirkadián ritmus modellezésére alkalmazott módszerek között egyre fontosabb szerepet kap a sztochasztikus modellezés is. Ez a technika lehetővé teszi, hogy figyelembe vegyünk a biológiai rendszerekben jelen lévő bizonytalanságokat és véletlenszerűségeket, ami különösen fontos a kis gén- és fehérjemennyiségekkel rendelkező rendszerek, például a növények belső órájának tanulmányozásakor.

A modellezés gyakorlati alkalmazásai

A cirkadián ritmus matematikai modelljei számos gyakorlati alkalmazással rendelkeznek. Ezek közé tartozik például a növények növekedési és fejlődési mintázatainak előrejelzése különböző környezeti feltételek mellett. Az ilyen modellek segítségével optimalizálni lehet a mezőgazdasági termelést, például a vetés és betakarítás időzítését, valamint a növények fény- és hőmérsékleti igényeinek jobb kielégítését.

Egy másik fontos alkalmazási terület a növényi betegségek megelőzése és kezelése. A circadian ritmus zavarai gyakran összefüggnek a növényi stresszállapotokkal és betegségekkel. A ritmus pontos megértésével és szabályozásával csökkenteni lehet ezeknek a betegségeknek a kockázatát.

A determinisztikus modellek (mint a Goodwin- és a Tyson-modell) jól működnek, amikor nagy populációk és stabil környezetek esetén modellezik a cirkadián ritmust. Azonban a valós biológiai rendszerekben gyakran előfordulnak véletlenszerű események, különösen olyan sejtekben, ahol az mRNS és a fehérjék koncentrációja alacsony.

A sztochasztikus modellek, mint például a Gonze-féle modell [7], figyelembe veszik a biológiai zajt és a véletlenszerűséget, amely a génexpresszióban és a molekuláris interakciókban jelentkezik.

Fenti modellek jó kiindulást nyújtanak állatok, akár az emlősök vagy az ember biológiai órájának matematikai modellezéséhez, bár az utóbbi esetekben alkalmazott modellek esetén az ismeretlenek száma gyakran 50 feletti.

Hasonlóan a korábban tárgyalt esetekhez, természetesen az emberi napi ciklus is alkalmazkodik a 24 órás fény-, és hőmérsékleti viszonyokhoz. Ez a belső biológiai óra szabályozza az alvás-ébrenlét ciklusát, a testhőmérsékletet, a hormontermelést és számos egyéb fiziológiai folyamatot. A cirkadián ritmus nagyrészt a fény és a sötétség váltakozásához igazodik, és jelentős hatással van a mentális funkciókra, például a koncentrációra, a memóriára és a problémamegoldó képességre.

A kognitív teljesítmény nappal általában ingadozik. Reggel, közvetlenül ébredés után a test még „felkészül” a napra, és a mentális teljesítmény alacsonyabb lehet. A késő reggeli órákra, amikor a kortizolszint és a testhőmérséklet magasabb, a kognitív funkciók javulnak. A legtöbb ember számára a csúcsteljesítmény ebéd előtt vagy kora délután jelentkezik. Délután, ahogy a fáradtság és az alvási nyomás nő, a koncentráció és az éberség csökkenhet.

Az esti órákban a melatonin hormon termelése fokozódik, ami elősegíti az alvásra való felkészülést, és a kognitív teljesítmény ismét visszaesik. Az egyéni különbségek, például a „bagoly” vagy „pacsirta” kronotípus, szintén befolyásolhatják a kognitív csúcsideőszakokat.

Összegzés

A növények napi ciklusának tanulmányozása kiemelten fontos a növénytudományban, hiszen lehetőséget nyújt a növényi élettani folyamatok mélyebb megértésére és a mezőgazdasági gyakorlatok optimalizálására. A cirkadián ritmus genetikai alapjainak feltárása és a fényérzékelés mechanizmusainak megértése alapvetően befolyásolja a növényekre vonatkozó biológiai és ökológiai kutatásokat. A növények cirkadián ritmusának matematikai modellezése pedig kulcsfontosságú eszköz a jelenség kvantitatív leírásában és gyakorlati alkalmazásában. Az ilyen modellek nemcsak az alap kutatásban, hanem a mezőgazdasági és környezetvédelmi gyakorlatban is nélkülözhetetlenek.

Galéria

Sóti István fotói

























