



<http://jates.org>

Journal of Applied
Technical and Educational Sciences
jATES

ISSN 2560-5429



Under a double burden - analysing the professional and pedagogical identity of vocational teachers in an international context

Anetta, Bacsa-Bán*

*Teacher Training Center, University of Dunaujváros, Táncsics M. u. 1/A, 2400 Dunaujváros, Hungary,
bana@uniduna.hu

Abstract: *The aim of this study is to explore the dual professional and pedagogical identities of vocational teachers and to illustrate the challenges and implications of the co-existence of these two identities. The research has revealed that the continuous development of both professional and pedagogical competences is essential for vocational teachers, as both are crucial for a successful teaching career. The analysis compared examples from the international literature with the Hungarian situation and sought to identify how the development of the dual identity of subject teachers could be better supported in training programmes and in workplace practice. The research finds that maintaining dual identity is particularly important for VET teachers, who are often caught between their professional roles and their pedagogical expectations. Consciously developing a dual identity can help reduce the risk of career drop-out and increase teacher effectiveness. Based on a comparison of international examples and the Hungarian VET system, we make recommendations to support continuous professional development (CPD) for teachers, integrate practical training elements and help maintain a balance between professional and pedagogical roles.*

Keywords: *professional identity; teacher identity; vocational teachers;*

1. Introduction

VET has preserved the duality of the requirements of "professionalism" and "teacherhood", and the expectation of professional knowledge as a prerequisite for obtaining a teacher qualification and practising as a teacher (Benedek & Molnár, 2015). This is present at all levels of VET teacher education, as the whole training is aligned to the professional structure and follows the vocational education (Rádli, 2011). VET teachers have a professional qualification that can be used independently, and students acquire their teacher qualification in parallel or afterwards (Bacsa-Bán, 2021).

The aim of this paper is to review the international literature to demonstrate the presence of this dual identity and to explore how vocational teacher educators can support the development of

students' teacher identity in a way that maintains the link with the professional fields, i.e. supports their professional identity.

2. VET trainers

In European vocational education and training systems, trainers are not necessarily teachers, i.e. not all of them have a teacher training diploma or a teacher training qualification. Trainers are usually professionals who share their experience and knowledge in their own field with VET and/or adult learners. European vocational education and training systems tend to be more flexible in their approach to teacher qualifications. This is because professionals in industry and the professions often have practical knowledge and experience that is essential for teaching and learning a particular profession. For this reason, in many European countries, teaching posts in vocational education and training require primarily professional qualifications and experience and not necessarily a teaching qualification. Of course, there are countries and institutions where vocational trainers must have a pedagogical qualification. These institutions often emphasise the importance of pedagogical skills for trainers and ensure that trainers receive appropriate methodological training to teach and support learning (OECD, 2022).

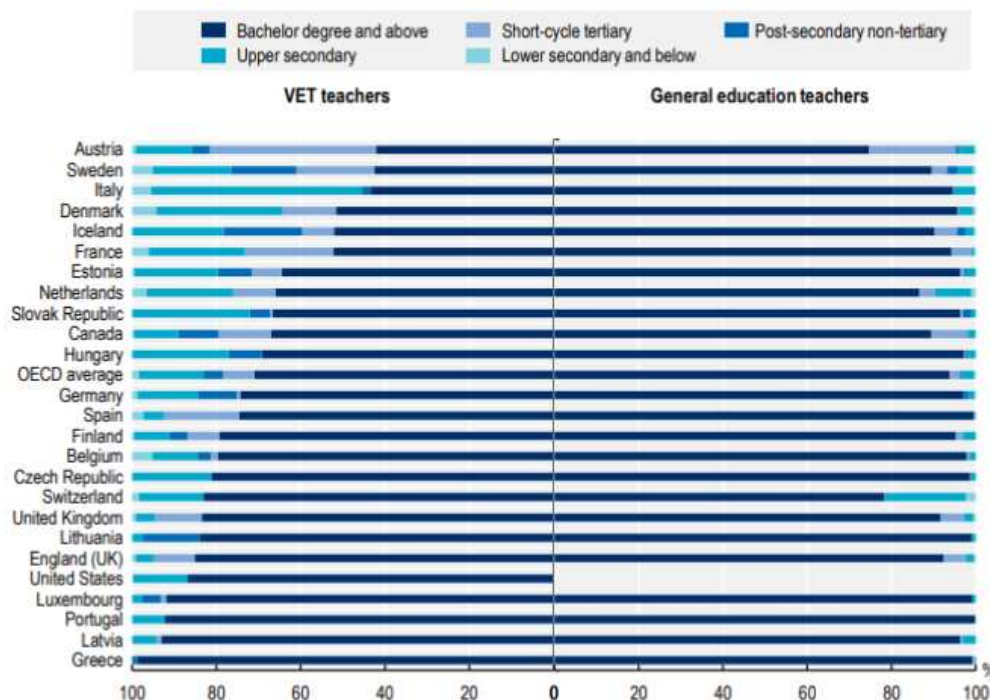


Figure 1. Distribution of vocational and general education teachers by highest level of education Source: OECD, 2022

As Figure 1 shows, there is a wide variation in the requirements for the qualifications of vocational teachers across countries, while for general education teachers there is not such a wide variation. However, in addition to qualifications, there are also differences in the competences expected (Table 1). These expectations may differ depending on the type of subject taught (vocational theory, practical or general education general knowledge teachers) and may also depend on the level of education (e.g. lower and higher vocational education), as shown in the figure below (Figure 2) (Cedefop, 2022).

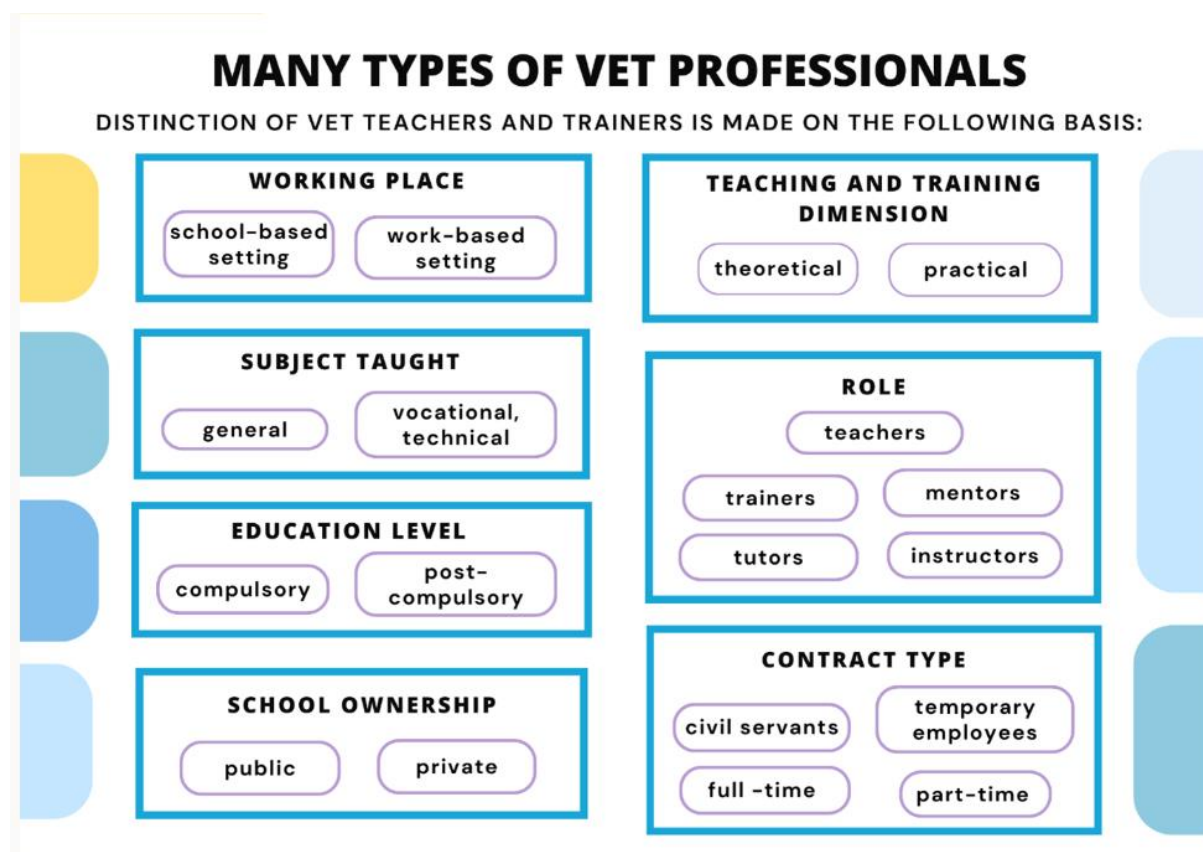


Figure 2. Types of professionals working in VET Source: Cedefop, 2022

Overall, then, European VET systems show diversity in terms of teacher qualifications, but there is a general tendency for a significant proportion of teachers to be primarily professionals, transferring their practical knowledge and experience to students.

3. The concept and role of dual identity

The issue of teacher identity is receiving increasing attention in the field of education, whether it is teacher education or teacher training (Korthagen et al., 2001; Sachs, 2005; Freese, 2006; Beauchamp & Thomas, 2009). The identity of teacher candidates is formed through their progression in their studies (Beauchamp & Thomas, 2009). It is important to note that teacher

identity is closely intertwined with teacher education. Whether they are early career or experienced teachers, identity is what defines and guides professional activity as a "resource that people use to explain, justify, and interpret themselves in relation to others and in relation to the world in general" (MacLure, 1993: 311). It follows that a deeper understanding of teacher identity can also contribute to the development of teacher education programmes (Beauchamp & Thomas, 2009). The literature on identity emphasises that identity is dynamic and changes over time, in which individual factors such as emotions (Rodgers & Scott, 2008) and external factors such as work and life experience play a role (Sachs, 2005; Rodgers & Scott, 2008).

Identity is thus a constantly evolving, dynamic phenomenon (Beauchamp & Thomas, 2009). Although the constructs of self, self-concept, self-esteem, self-confidence and identity are often used in educational research, little empirical research has addressed these concepts due to the difficulties of measuring the self (Burke & Tully, 1977).

The literature on dual identity shows that most teacher candidates enter teacher education having been a recognised professional in their previous career, and many maintain this throughout their training, even making it a priority. As vocational teacher educators, we see this statement borne out by our own training over the past decades. The reason for this, as Robson et al (2004) argue, is that their previous (professional) experience gives them the credibility they need for their new role as educators. However, this continued identity with their previous profession may prevent them from later considering themselves as 'real' teachers. It is this distance from the career that training should primarily change, and the success of the whole career socialisation process can be seen in this. This is even more necessary as other studies (Orr & Simmons, 2010) have shown that some vocational teachers enter the teaching profession almost by accident. Others choose the field as a way out of their current employment, i.e. because of a disincentive, and overall, it is not the attractiveness of the career that prevails, but rather its potential as a second career that is the attractive aspect.

Thus, vocational teacher identity can be seen as a blend of professional identity and teacher identity (Robson et al., 2004; Fejes & Köpsen 2014). Therefore, professional educators need to be competent in both teacher identity and professional identity. Vocational teachers need to have a professional identity to be competent in terms of their professional knowledge and skills, but they also need to be familiar with prevailing norms, traditions, ways of relating, i.e. they need to have sociocultural knowledge about the practice of the profession. According to Berner (2010), vocational educators perform so-called boundary work (see earlier Robson et al., 2004: 'gatekeepers') as they figuratively bring the practice of work into the practice of education.

Vocational trainers tell stories and give examples to students of how to communicate and what to do in their practices and work. It is therefore necessary for vocational educators to have an up-to-date and modern professional identity that meets the professional knowledge and skills needs of the present, as well as the values and attitudes of the future.

In Hungary, there is little research on this topic (Füzy, 2012), and hardly any analysis of teachers working in VET (Bükki & Fehérvári, 2021). The attachment of VET teachers in Hungary is questionable, whether they tend to lean towards subject or pedagogical fields. Vocational teacher education tries to resolve this dilemma by emphasizing the preservation of students' identity and strengthening the connection with everyday life not only through theoretical knowledge but also through corporate practices (Bacsa-Bán, 2021). Smith and Yasukawa (2017) recognize the importance of a "good vocational teacher" being proficient in both teaching skills and professional and industrial experience.

The formation of professional identity is a dynamic process in which students are active participants rather than passive bystanders (Beijaard et al., 2004; Schepens et al., 2009). As part of this process, they need to answer the question "Who am I?" while also answering "What kind of teacher do I want to become?". This suggests that an important part of teacher identity development is proper self-reflection.

This issue is particularly relevant in the field of teacher education, where the dual identity of students, i.e. the combination of their existing professional identity and the teacher identity they will develop during their training, is of particular importance. In doing so, it is important that professional belonging is maintained, and that the identity of the teacher educator is developed together during the training (Bacsa-Bán, 2021). On the other hand, the development of the professional identity of prospective teacher educators can be effective in terms of their commitment to and motivation for the career. In other words, the aim of teacher education programmes is not only to impart the necessary pedagogical knowledge and to develop and shape competences, but it is the joint (formation) and development of a differentiated professional and pedagogical identity that is essential during the training period. In this context, the above-mentioned research on professional identity research also argues that in the future, the professional and pedagogical identity formation and shaping of teacher education/teacher training will require greater awareness on the part of teacher trainers, with the aim that training itself will contribute to reducing the drop-out rate of teachers entering the profession, as well as to the effectiveness of teacher training.

4. The potential of dual identity, following international examples

It can be concluded that the work of VET teachers, VET educators and VET teachers is based on dual professionalism, and that they are expected to maintain this dual identity, i.e. they are expected to keep both their pedagogical and professional competences up to date (Andersson & Köpsén, 2015; Fejes & Köpsén, 2014; Köpsén & Andersson, 2017; Virkkula & Nissila, 2014). As Lloyd and Payne (2012:2) put it in their research: 'VET teachers are faced with a "dual" competence requirement, which requires them to be up to date in the craft they teach, while also continuously developing the pedagogical skills needed to transfer knowledge'. In most countries, this dual focus is already a general guideline for entry into teacher education or in-service teacher training.

The duality in the professionalism of VET teachers varies across countries in their descriptions of VET and VET teacher education (Cedefop, 2009; Parsons et al., 2009). The aims of VET, the expectations of VET teachers and the forms of teacher employment vary, and there is no uniform way of organising VET (Billett, 2011). At international level, 'vocational teacher' is not a clearly defined profession (see Figure 2 and for more details Cedefop, 2022; Misra, 2011; Parsons et al., 2009). In vocational education and training, there are various positions available for vocational trainers, such as teachers, vocational technical instructors and instructors or trainers. Many of these trainers are employed on a part-time or hourly basis. In addition, they differ from general knowledge teachers in both their recruitment routes, i.e. application and recruitment, and qualification requirements, in most cases, as vocational teachers are expected to have both work experience and qualifications related to the subject taught (Andersson et al, 2013; Fejes & Köpsén, 2014; Gleeson & James, 2007; Grollmann, 2008; Lloyd & Payne, 2012). And new entrants to the system usually acquire their formal teaching qualifications through part-time in-service training (Bound, 2011; Lucas & Unwin, 2009; Parsons et al., 2009). Accordingly, it is not always possible to distinguish between policies, strategies and requirements that are designed to maintain or develop both professional and teaching competences. There are different models of professional development requirements and organisation for vocational teachers. In addition, very little research information is available on the continuing professional development (CPD) of VET teachers, with some studies citing a very weak culture of continuous professional development among VET teachers in Europe (Parsons et al., 2009). Nevertheless, it can be argued that both the subject-specific and pedagogical competences of VET teachers play a significant role in achieving good quality VET.

The following examples from a few countries illustrate these differences.

Germany

In Germany, the training of vocational teachers places a strong emphasis on professional disciplinary preparation and the combined acquisition of a teaching qualification (der Lander, 2018). The structure of the training is aligned with the vocational training and prepares students for qualifications in several subjects, allowing them to acquire a professional qualification that can be used independently and subsequently or in parallel to obtain a teaching qualification. The German system places great emphasis on combining professional experience with pedagogical skills, ensuring a balance between practical and theoretical knowledge.

China

In China, the training of professional educators also takes an integrated approach, with a focus on the combined development of professional and pedagogical skills (Andersson & Köpsén, 2015; 2019). The education system is highly centralised, ensuring uniform training requirements and standards across the country. The concept of 'dual qualified teachers' means that teachers must have both theoretical and practical teaching skills. They must spend at least one month a year in an industrial environment to keep their professional knowledge up to date.

United Kingdom

In the United Kingdom, training for vocational teachers is often part-time, allowing for the possibility to work and train at the same time. UK professional educators place a strong emphasis on continuing professional development (CPD) and CPD opportunities related to teaching are widely available. The system is flexible, allowing practitioners to gain teaching experience without first undergoing formal teacher training (Lloyd and Payne 2012).

Norway

In Norway, vocational teachers have permanent and full-time contracts, which limits the availability of substitute teachers. Despite this, Norwegian vocational teachers are given greater opportunities to participate in CPD programmes to develop their pedagogical competences. The Norwegian system emphasises continuous professional development and lifelong learning (Lloyd and Payne 2012).

Finland

In Finland, special attention is paid to the integration of practical and theoretical education in the training of vocational teachers (Frisk, 2014; Opetushallitus, 2014). The education system

supports teachers' continuous professional development and provides them with a range of CPD opportunities. Vocational teachers must have a master's degree and a pedagogical qualification related to the subjects taught. The Finnish system emphasises the importance of practical experience in education (Eerola, 2007).

Sweden

In Sweden, national CPD initiatives for vocational teachers are regularly organised to update and expand teachers' professional knowledge (Fejes & Köpsén, 2014). These programmes contribute to the continuous improvement of the quality of professional education. A balance between pedagogical and professional skills is a fundamental requirement and the system is flexible, allowing for continuous professional development and the integration of work-based learning (Fejes & Köpsén, 2014).

Australia

In Australia, the training of professional educators pays particular attention to the acquisition of practical experience and work-based learning (Kemmis & Green, 2013). The Australian system supports professional development through industry-specific training and programs to develop pedagogical skills (Clayton et al, 2013). Australian teachers are required to have a bachelor's degree and a teaching qualification related to the subjects taught (Wheelahan & Moodie, 2010). National CPD programs are widely available and support teachers' continuous professional development.

4.1. Comparison of training and qualification requirements

Across all EU countries, plus Norway and Iceland, a teacher qualification is a requirement in most of them, obtained either through master's, bachelor's or supplementary teacher training, which is not always an additional qualification or diploma, but merely a certificate to complement existing qualifications (Cedefop, 2022). However, for those teaching professional theoretical and theory-intensive practical subjects, a diploma (most often at master's level) and an appropriate pedagogical qualification related to the subjects taught are generally compulsory. While vocational teachers teaching practical subjects may have a university degree or a higher education qualification. In twelve EU countries, professional experience is either a requirement (Germany, Greece, France, Croatia, Italy, Lithuania, Malta, Austria, Poland, Slovenia and Finland) or an advantage (Cyprus), especially for teaching practical subjects. In six EU countries, VET teachers are required to take a qualification/certification examination

and an entrance examination/test (e.g. Germany, Greece, Spain, France, Malta, Slovenia). Greece is the only country that considers social aspects in addition to higher education qualifications and teaching experience. Social criteria are reflected in the recruitment of teachers, as "equal opportunities" points in the recruitment process, which can be awarded for: having two or more children, disability, the child's disability, etc. In addition to these, there are country-specific additional elements, for example in the Czech Republic trainees and/or professionals can only obtain an educational qualification if they are already working in schools on a part-time basis. Deviations from the general principles governing the teaching requirements for vocational education and training are also possible in Finland. In Estonia and Italy, VET teachers must also have B2 level foreign language skills. In Italy, a probationary/traineeship period of one year has been introduced for VET teachers after obtaining their teacher qualification. In Latvia, pedagogical competences can be acquired through in-service training, while in Portugal the professionalisation of teachers is based on post-graduate training and includes a post-graduate teaching certificate.

Table 1. Qualification/competence requirements by country

Qualification/competence requirement	Countries
Academic requirements (bachelor's or master's degree, subject field and pedagogical competences)	All EU+
Work experience	AT, CY, DE, EL, FI, FR, HR, IT, LT, MT, PL, SI
State examination/selection test/collective agreement	DE, EL, ES, FR, MT, SI
Foreign language	EE, IT
Practitioners/professionals teaching in schools	CZ, IT
Flexibility (exceptions)	CZ, FI
Social criteria	EL
Probation	IT
CPD	LV
Subsequent supervised practice	PT

In Germany and Finland, the training requirements for vocational teachers are closely aligned with vocational education, while in Hungary the training structure is more theoretical. In Germany, teachers are prepared for qualifications in several subject areas (der Lander, 2018), while in Finland, the aim is to integrate practical and theoretical training (Frisk, 2014; Opetushallitus, 2014). In Australia, similar requirements are placed on vocational flexible framework (Clayton et al, 2013). In Hungary, the acquisition of professional and pedagogical qualifications is also important, but the integration of practical training elements needs to be improved.

4.2. Presence of continuous professional development (CPD)

The fact that vocational teachers, like other teachers, are expected to be knowledgeable in the subject they teach also means that they have a professional identity related to their subject. However, changes in the world of work and the modernisation of vocational education and training are placing new demands on the competences of vocational teachers (Parsons et al., 2009). VET teachers need to have a current professional identity, which includes the knowledge and skills needed to practise their profession in a way that meets current expectations. One way to maintain a high-quality professional identity is for trainers to remain connected to their field. In this way, the professional subject taught becomes an active participant in professional development activities through contact with the community of practitioners, and thus a useful and beneficial source of development. However, the aims and circumstances of vocational education and training differ from country to country. Thus, it is likely that the needs for dual competence differ among vocational teachers and the conditions for their continuing professional development, i.e. their current possession of a professional identity, also differ (Fejes & Köpsén, 2014).

The work of a vocational teacher is based on two main competences: a competence related to teaching, i.e. pedagogical competence, and a competence related to a specific profession, i.e. experience and knowledge. Therefore, VET teachers consider the continuous interaction between VET and work to be essential to their work. As this interaction is an essential part of vocational subject teaching, VET teachers face specific requirements (Berner, 2010; Vähäsantanen et al., 2009; Tanggaard, 2007). According to Tanggaard, VET teachers play a crucial role in linking the different sociocultures of work and school in a way that promotes the success of VET learners. In other words, vocational teachers need to be competent in both sociocultures (Fejes & Köpsén, 2014). Thus, these teachers need to have the knowledge and

skills to teach and to engage in the everyday, contemporary (modern) practice of the profession. In other words, subject teacher identity is based on both professional identity and teacher identity; thus, the dual professional identity of subject teachers should be treated as a core element.

In the UK and Sweden, Continuing Professional Development (CPD) is central to the training of professional educators, while in Hungary the availability and support of CPD programmes is still an evolving area. In the UK and Sweden, CPD initiatives are often organised at national level and are widespread. In Norway and China, there is a strong emphasis on continuous professional development, including regular industry training and CPD. In Australia, CPD programmes focus on industry-specific training and work-based learning. In Hungary, professional development is also important, but the integration of industry training and regular CPD needs to be further developed.

Therefore, in order to have the necessary knowledge to teach the subject, teachers need to have a professional identity related to the subject and the pedagogical knowledge and skills to deliver professional practice. In their research, Fejes and Köpsén (2014) emphasised the dual role of professional educators, highlighting that an important part of professional educators' identity formation is the practice of the profession and the combined application of their experience in teaching. The emphasis on these may be mixed, with some students preparing to become vocational teachers emphasising their teacher identity, while others placed greater emphasis on their professional identity. As Robson et al (2004) found, vocational teachers see themselves as the "gatekeepers" of their profession and focus on teaching their own views of their profession to their students, based on their professional experience rather than strictly following the curriculum.

4.3. The role of institutional support

In Norway and Finland, institutional support is strong, particularly in the area of developing pedagogical competences. In Norway, teachers' permanent employment and full-time working hours limit the availability of substitute teachers, but their access to CPD programmes is significant. In Finland, the education system supports teachers' continuing professional development and provides a range of CPD opportunities. The UK and Swedish systems offer flexible support structures for vocational teachers, including ongoing mentoring and professional development opportunities. In Australia, institutional support includes industry

partnerships and work-based learning programmes. In Hungary, institutional support needs to be developed, particularly in the areas of CPD programmes and apprenticeships.

5. Summary and recommendations

The topic of double identity was verified with the following overview: with the investigations of Brennan Kemmis and Green (2013), who, when analysing the ideas of Australian vocational teachers about pedagogy, showed the dual identity, which was confirmed by Fejes and Köpsén (2014) because of a strong attachment to the workplace and profession. Farnsworth and Higham (2012) focused on the modification and hybridization of the identity of vocational educators, among vocational educators who replaced the practice of their initial profession with the practice of vocational training. While Vähäsantanen et al. (2009) analysed the experiences of vocational teachers in a Scandinavian context regarding the reform aimed at better interaction between schools and workplaces. This investigation highlighted that border crossings between school and work can be valuable from the point of view of the professional development of vocational teachers and the development of education adapted to the world of work.

The Eurydice studies (OECD, 2021) classify Hungary as one of the countries with the worst situation in terms of the supply of teachers, where at the same time the proportion of teachers over 50 is high and the number of beginning teachers is also low, which suggests that the shortage of teachers promises to be long-term. if there is no immediate intervention. As a result of the changes in the Vocational Training Act, vocational training teachers are not necessarily teachers with a teaching qualification, whose number has decreased significantly since the start of training according to the Bologna system. In vocational teacher training, in 2021, the launch of vocational teacher training was a new opportunity for many institutions, which, in addition to playing a strong role in filling the gap in the supply of teachers, also offers the possibility of a new "second career" for vocational training specialists and those with a professional qualification in education. for those with perspective.

The study provides a theoretical approach and background to the topic, and aims to grasp the interpretation, role and potential of dual identity. It outlines the range of both international theories and practices. &The development of both professional and pedagogical identity is a lifelong process (Tiedemann & O'Hara, 1963; Kersting, 1996), during which the individual continuously integrates the experiences gained while practicing the profession into his professional identity. One of the important tasks of teacher training is to develop commitment to the field. Our analysis also pointed out where the responsibility of trainers can be found in

this process and how we can contribute to a successful and effective career socialization process.

5.1. Recommendations for Hungarian vocational teachers:

Below, along the lines of international comparisons, we formulate some suggestions that can be useful for Hungarian vocational education teachers (vocational teachers and vocational teachers) in terms of identity and career socialization and draw the attention of educational institutions to the importance of professional identity formation.

5.1.1. Integration of practical training elements

The possibility of gaining practical experience should be increased in training programs, similar to the German and Finnish systems. Through the example of the training system in Germany, we can observe that practical experience is closely integrated into the curriculum, which allows students to directly apply the knowledge acquired in theory. The dual training system, based on close collaboration with industrial partners, ensures that students can gain experience in a real work environment while receiving formal education.

In Finland, practical training is also given priority, and teachers often work in industrial settings to have up-to-date knowledge in their field. This type of integration promotes the development of students' skills and qualifies them according to the needs of the labour market. In Hungary, it would be necessary to introduce similar training structures that would enable students to gain valuable practical experience already during the training, thereby better preparing them for the world of work.

5.1.2. Continuous professional development (CPD) support

Nationally organized and supported continuous professional development (CPD) programs such as those found in the UK and Sweden should be introduced. The wide availability and support of CPD programs in the UK ensures that vocational teachers can continuously update their knowledge and develop their teaching skills. In the English system, CPD programs are often centrally organized and implemented in cooperation with educational institutions, so that all teachers have access to these opportunities.

In Sweden, continuous professional development is also given priority, and thanks to national initiatives, teachers can regularly participate in further training and professional conferences. These programs contribute to ensuring that teachers have up-to-date knowledge and to learn

about and apply best practices. In Hungary, there is also a need to develop and introduce this type of CPD programs at the national level, which enable vocational teachers to continuously develop and adapt to the rapidly changing labour market needs.

5.1.3. Strengthening institutional support

In order to develop institutional structures, it is necessary to ensure continuous professional development and mentoring, as in Norway and Finland. Institutions in Norway have strong support systems that allow teachers to continuously develop and receive professional support. Permanent employment and full-time employment ensure that teachers are committed to professional development in the long term.

In Finland, institutional support includes regular mentoring and continuing education opportunities. Educational institutions are actively involved in supporting the professional development of teachers and offer various programs for the development of pedagogical skills. In Hungary, there is a need to strengthen institutional support, especially in the field of continuous professional development and mentoring, so that teachers are committed in the long term and have up-to-date knowledge.

5.1.4. Development of industrial collaborations

Encouraging closer collaboration with industry partners to support practical training opportunities and work-based learning as in Australia. One of the greatest strengths of the Australian system is the close collaboration with industry partners, allowing students to gain practical experience directly in industry. This type of cooperation helps to ensure that training programs remain relevant and meet the current needs of the labour market.

In Australia, industry partners are actively involved in the design and delivery of training programs, ensuring that students gain practical experience and up-to-date knowledge. In Hungary, there is a need to establish similar industry collaborations that enable practical training to be integrated into the curriculum and ensure that students have relevant skills when they enter the labour market directly.

5.1.5. Introduction of flexible training programs

The development of part-time and part-time training programs so that vocational teachers can more easily develop their knowledge and skills. In the UK and Australia, part-time and part-time training programs allow vocational teachers to continue their work while further training.

These programs are flexible and allow teachers to progress at their own pace, considering their work schedules and other commitments.

The great advantage of these types of training programs is that they enable professional educators to continue learning and developing without interrupting their careers. In Hungary, there is also a need to introduce similar flexible training programs that enable vocational teachers to continue their training while working and thus have up-to-date knowledge and skills. Programs of this type can contribute to increasing the commitment and motivation of vocational teachers, as well as to improving the quality of professional education.

6. Conclusion

The study presented international examples of the training and development of vocational teachers and compared them with Hungarian practice. In the examined countries - Germany, Finland, the United Kingdom, Sweden, Norway, China and Australia - different but equally successful approaches are used in the training of vocational teachers and in supporting their continuous development. The experiences and best practices from these can serve as a useful guide for the development of Hungarian professional education.

The dual education system in Germany is an excellent example of how practical experience can be integrated into formal education, which directly serves the preparation for the labour market. The Finnish model shows that, in addition to practical experience, the continuous presence of teachers in an industrial environment is also essential to ensure up-to-date knowledge. The examples of the UK and Sweden emphasize that supporting CPD not only benefits teachers but also the education system as a whole.

Based on the results of the study, we made several development proposals that provide guidance in various aspects for improving Hungarian professional education. The primary recommendation is the integration of practical training elements, which would allow students to gain direct experience in industry while receiving formal education. This approach not only improves students' abilities, but also better meets the expectations of the labour market.

Supporting continuous professional development is also crucial in Hungary, as teachers must be provided with the opportunity to continuously update their knowledge and develop their skills. The introduction of CPD programs organized and supported at the national level can ensure that all teachers have access to these opportunities, which in the long-term results in an improvement in the quality of education.

Strengthening institutional support is also essential. Institutions must develop structures that support the continuous development and mentoring of teachers. The examples of Norway and Finland show that strong institutional support contributes to maintaining teachers' commitment and professional development.

The development of industry collaborations is extremely important for practical training and workplace-based learning. The example of the Australian model shows that close cooperation with industry partners not only enriches the students' practical experience, but also increases the relevance of the training programs, as they can receive direct feedback on the current needs of the labour market.

Finally, the introduction of flexible training programs offers teachers the opportunity to further their education in addition to their work. Such programs allow teachers to progress at their own pace, considering their work schedules and other commitments. Examples from the UK and Australia show that flexible training opportunities increase teacher engagement and motivation.

In summary, the development proposals made based on the international examples and the results of the study can all contribute to ensuring that high-quality, well-prepared vocational teachers educate the professionals of the future in Hungary as well. Integrated training programs, support for continuous professional development, strengthening of institutional support and promotion of industry collaborations can all contribute to improving the quality of professional education in Hungary. The implementation of these types of reforms not only benefits teachers and students but can also increase the competitiveness of the entire economy by providing a better-educated and prepared workforce for the labour market.

For VET teachers, it is not enough just to deepen their professional or pedagogical knowledge. In order to support the effective development and maintenance of a dual identity, mentoring and training programmes should be introduced by educational institutions to specifically promote a balance between the professional and pedagogical roles of vocational teachers. For example, for teachers with industrial experience, there should be a need for continuous professional development to ensure that their practical knowledge is kept up to date, while pedagogical training should also be a priority to enable teachers to effectively transfer their knowledge to students.

Closer cooperation between industry and education could also help to strengthen professional identity. Programmes should be developed to enable teachers to return regularly to the field of practice of their profession, updating their professional knowledge and their contact with the

real challenges of the industry. Such integrated training elements can help to make teachers more successful in both their professional and pedagogical roles.

References

- Andersson, P., & Köpsén, S. (2015). Continuing Professional Development of Vocational Teachers: Participation in a Swedish National Initiative. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 7(7), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s40461-015-0019-3>
- Andersson, P., & Köpsén, S. (2019). VET teachers between school and working life: Boundary processes enabling continuing professional development. *Journal of Education and Work*, 32(6–7), 537–551.
- Bacsa-Bán, A. (2021). Szakmai pedagógusok: Szakoktatók és mérnöktanárok a 21. század első évtizedeinek gyorsan változó világában. DUE Press.
- Beauchamp, C., & Thomas, L. (2009). Understanding teacher identity: An overview of issues in the literature and implications for teacher education. *Cambridge Journal of Education*, 39(2), 175-189.
- Beijaard, D., Meijer, P. C., & Verloop, N. (2004). Reconsidering research in teachers' professional identity. *Teaching and Teacher Education*, 20, 107–128.
- Benedek, A., & Molnár, Gy. (2015). A műszaki és humán szakterület szakmai pedagógusképzésének és képzők hálózatának fejlesztése. In H. A. Horváth & Gy. Jakab (Eds.), *A tanárképzés jövőjéről: 3. kötet* (pp. 97–105). OFI.
- Berner, B. (2010). Crossing Boundaries and Maintaining Differences between School and Industry: Forms of Boundary-work in Swedish Vocational Education. *Journal of Education and Work*, 23(1), 27–42.
- Billett, S. (2011). *Vocational education: Purposes, traditions, prospects*. Springer.
- Bound, H. (2011). Vocational education and training teacher professional development: Tensions and context. *Studies in Continuing Education*, 33(2), 107–119. <https://doi.org/10.1080/0158037X.2011.554176>
- Burke, P. J., & Tully, J. C. (1977). The measurement of role identity. *Social Forces*, 55(4), 881–897.
- Bükki, E., & Fehérvári, A. (2021). How do teachers collaborate in Hungarian VET schools? A quantitative study of forms, perceptions of impact and related individual and organisational factors. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40461-020-00108-6>
- Cedefop. (2009). *Modernising Vocational Education and Training. Fourth Report on Vocational Education and Training Research in Europe: Synthesis Report*. Publications Office of the European Union.
- Cedefop. (2022). *Teachers and trainers in a changing world: building up competences for inclusive, green and digitalised vocational education and training (VET): synthesis report*.

Luxembourg: Publications Office. Cedefop research paper, No 86.

<http://data.europa.eu/doi/10.2801/53769>

Clayton, B., & Guthrie, H. (2013). Tell me the old, old story or new messages? A half century of enquiry into VET teacher development. Paper presented at the 16th Conference of the Australian VET Research Association, Fremantle, Western Australia.

Eerola, T. (2007). Redogörelse för lärarnas arbetslivsperioder. In M. Majuri & T. Eerola (Eds.), *De kunde inte tänka sig göra annat: iakttagelser kring arbetsplatshandledarutbildning, lärarnas arbetslivsperioder och inläring i arbetet*. Utbildningsstyrelsen, Helsinki.

Farnsworth, V., & Higham, J. (2012). Teachers who teach their practice: The modulation of hybridised professional teacher identities in work-related educational programmes in Canada. *Journal of Education and Work*, 25(4), 473–505.

Fejes, A., & Köpsén, S. (2014). Vocational teachers' identity formation through boundary crossing. *Journal of Education and Work*, 27(3), 265–283.

<https://doi.org/10.1080/13639080.2012.742181>

Freese, A. (2006). Reframing one's teaching: Discovering our teacher selves through reflection and inquiry. *Teaching and Teacher Education*, 22, 110–119.

Frisk, T. (2014). Guide for the implementation of vocational teachers' work placement periods. The Finnish National Board of Education, Helsinki.

Füzy, B. (2012). A tanári munka minőségének változásai. In P. Tóth & J. Duchon (Eds.), *Kutatások és innovatív megoldások a szakképzésben és a szakmai tanárképzésben*. II. Trefort Ágoston Szakmai Tanárképzési Konferencia. Tanulmánykötet (pp. 54–62).

Gleeson, D., & James, D. (2007). The Paradox of Professionalism in English Further Education: A TLC Project Perspective. *Educational Review*, 59(4), 451–467.

Grollman, Ph. (2008). The Quality of Vocational Teachers: Teacher Education, Institutional Roles, and Professional Reality. *European Educational Research Journal*, 7(4), 537–547.

Kemmis, R. B., & Green, A. (2013). Vocational education and training teachers' conceptions of their pedagogy. *International Journal of Training Research*, 11(2), 101–121.

<https://doi.org/10.5172/ijtr.2013.11.2.101>

Kersting, H. J. (1996). A szociális és a pedagógus szakma azonosságai és különbségei. In I. Budai, I. Somorjai, & K. Tordainé Vida (Eds.), *Szociális képzés európai szinten* (pp. 24–29).

Korthagen, F., Kessels, J., Koster, B., Lagerwerf, B., & Wubbels, T. (2001). *Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education*. Lawrence Erlbaum.

Köpsén, S., & Andersson, P. (2017). Reformation of VET and demands on teachers' subject knowledge: Swedish vocational teachers' recurrent participation in a national CPD initiative. *Journal of Education and Work*, 30(1), 69–83.

<https://doi.org/10.1080/13639080.2015.1119259>

der Lander, K. (2018). Rahmenvereinbarung über die Ausbildung und Prüfung für ein Lehramt der Sekundarstufe II (berufliche Fächer) oder für die beruflichen Schulen

(Lehramtstyp 5) (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.05.1995 i. d. F. vom 13.09.2018).

https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1995/1995_05_12-RV-Lehramtstyp-5.pdf

Lloyd, C., & Payne, J. (2012). Raising the quality of vocational teachers: Continuing professional development in England, Wales and Norway. *Research Papers in Education*, 27(1), 1–18. <https://doi.org/10.1080/02671522.2010.483524>

Lucas, N., & Unwin, L. (2009). Developing Teacher Expertise at Work: In-service Trainee Teachers in Colleges of Further Education in England. *Journal of Further and Higher Education*, 33(4), 423–433.

MacLure, M. (1993). Arguing for yourself: Identity as an organizing principle in teachers' jobs and lives. *British Educational Research Journal*, 19(4), 311–323.

Misra, P. K. (2011). VET Teachers in Europe: Policies, Practices, and Challenges. *Journal of Vocational Education and Training*, 63(1), 27–45.

OECD. (2021). *Teachers and Leaders in Vocational Education and Training, OECD Reviews of Vocational Education and Training*. OECD Publishing, Paris.

<https://doi.org/10.1787/59d4fbb1-en>

OECD. (2022). *Preparing Vocational Teachers and Trainers: Case Studies on Entry Requirements and Initial Training, OECD Reviews of Vocational Education and Training*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/c44f2715-en>

Opetushallitus. (2014). *Examensmästare, utbildningsprogram*. Opetushallitus, Helsinki.

Orr, K., & Simmons, R. (2010). Dual identities: The in-service teacher trainee experience in the English further education sector. *Journal of Vocational Education and Training*, 62(1), 75–88.

Parsons, D., Hughes, J., Allinson, C., & Walsh, K. (2009). The training and development of VET teachers and trainers in Europe. In Cedefop (Ed.), *Modernising vocational education and training, fourth report on vocational education and training research in Europe: Synthesis report*. Publications Office of the European Union.

Rádli, K. (2011). Szakmai tanárképzés és oktatáspolitiká. In *Szakmai tanárképzés: múlt – jelen – jövő*. NFKK Füzetek 7. Aula.

Robson, J., Bailey, B., & Larkin, S. (2004). Adding Value: Investigating the discourse of professionalism adopted by vocational teachers in further education colleges. *Journal of Education and Work*, 17(2), 183–195.

Rodgers, C., & Scott, K. (2008). The development of the personal self and professional identity in learning to teach. In M. Cochran-Smith, S. Feiman-Nemser, D. J. McIntyre, & K. E. Demers (Eds.), *Handbook of research on teacher education: Enduring questions and changing contexts* (pp. 732–755).

- Rogoff, B. (1995). Observing Sociocultural Activity on Three Planes: Participatory Appropriation, Guided Participation, and Apprenticeship. In J. Wertsch, P. Del Rio, & A. Alvarez (Eds.), *Sociocultural Studies of Mind* (pp. 139–164). Cambridge University Press.
- Sachs, J. (2005). Teacher education and the development of professional identity: Learning to be a teacher. In P. Denicolo & M. Kompf (Eds.), *Connecting policy and practice: Challenges for teaching and learning in schools and universities* (pp. 5–21). Routledge.
- Schepens, A., Aelterman, A., & Vlerick, P. (2009). Student teachers' professional identity formation: Between being born as a teacher and becoming one. *Educational Studies*, 35(4), 361–378. <https://doi.org/10.1080/03055690802648317>
- Smith, E., & Yasukawa, K. (2017). What makes a good VET teacher? Views of Australian VET teachers and students. *International Journal of Training Research*, 15(1), 23–40. <https://doi.org/10.1080/14480220.2017.1355301>
- Tanggaard, L. (2007). Learning at trade vocational school and learning at work: Boundary crossing in apprentices' everyday life. *Journal of Education and Work*, 20(5), 453–466.
- Tiedeman, D., & O'Hara, R. P. (1963). *Career development: Choice and adjustment*. College Entrance Examination Board.
- Vähäsantanen, K., Saarinen, J., & Eteläpelto, A. (2009). Between school and working life: Vocational teachers' agency in boundary-crossing settings. *International Journal of Educational Research*, 48(6), 395–404. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2010.04.003>
- Virkkula, E., & Nissilä, S. P. (2014). In-service teachers' learning through integrating theory and practice. *Sage Open*, 4(4), Article 2158244014553399. <https://doi.org/10.1177/2158244014553399>
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning and identity*. Cambridge University Press.
- Wheelahan, L., & Moodie, G. (2010). *The quality of teaching in VET: final report and recommendations*. LH Martin Institute, University of Melbourne, Melbourne.

About Authors

Anetta Bacsá-Bán obtained her PhD in educational sciences at the ELTE Faculty of Pedagogy and Psychology, in the educational research subprogram in Budapest, in 2006. In 2023, she completed her habilitation at PTE BTK in the field of educational sciences. He obtained his diploma in Sociology and Hungarian language and literature in Miskolc. Since 2000, she has been a lecturer at Dunaújváros College and then University, and since 2020 she has been the general director of the Teacher Training Center of Dunaújváros University, a university associate professor. Her field of research is the examination of vocational teacher training and student monitoring, as well as the added value of higher education.



<http://jates.org>

Journal of Applied Technical and Educational Sciences jATES

ISSN 2560-5429



Under a double burden - analysing the professional and pedagogical identity of vocational teachers in an international context

Anetta, Bacsa-Bán*

*Teacher Training Center, University of Dunaujváros, Táncsics M. u. 1/A, 2400 Dunaujváros, Hungary,
bana@uniduna.hu

Abstract: The aim of this study is to explore the dual professional and pedagogical identities of vocational teachers and to illustrate the challenges and implications of the co-existence of these two identities. The research has revealed that the continuous development of both professional and pedagogical competences is essential for vocational teachers, as both are crucial for a successful teaching career. The analysis compared examples from the international literature with the Hungarian situation and sought to identify how the development of the dual identity of subject teachers could be better supported in training programmes and in workplace practice. The research finds that maintaining dual identity is particularly important for VET teachers, who are often caught between their professional roles and their pedagogical expectations. Consciously developing a dual identity can help reduce the risk of career drop-out and increase teacher effectiveness. Based on a comparison of international examples and the Hungarian VET system, we make recommendations to support continuous professional development (CPD) for teachers, integrate practical training elements and help maintain a balance between professional and pedagogical roles.

Keywords: professional identity; teacher identity; vocational teachers;

Kettős teher alatt? - a szakmai pedagógusok szakmai és pedagógiai identitásának elemzése nemzetközi kontextusban

Bacsa-Bán Anetta*

*Tanárképző Központ, Dunaujvárosi Egyetem, Táncsics M. u. 1/A, 2400 Dunaujváros, Magyarország,
bana@uniduna.hu

Absztrakt: A tanulmány célja, hogy feltárja a szakképzésben dolgozó pedagógusok kettős, szakmai és pedagógiai identitását, és bemutassa a két identitás együttes jelenlétének kihívásait és következményeit. A kutatás során kiderült, hogy a szaktanárok számára elengedhetetlen a szaktudás és a pedagógiai kompetenciák folyamatos fejlesztése, mivel mindkét terület meghatározó a sikeres oktatói karrier szempontjából. Az elemzés során nemzetközi szakirodalmi példákat hasonlítottunk össze a magyar helyzettel, és arra kerestük a választ, hogyan lehetne jobban támogatni a szaktanárok duális identitásának fejlődését a képzési programokban és a munkahelyi gyakorlatban egyaránt. A kutatás megállapítja, hogy a kettős identitás fenntartása különösen fontos a szakképzés pedagógusainak, akik gyakran

szakmai szerepük és pedagógiai elvárásaik közé szorulnak. A duális identitás tudatos fejlesztése segíthet csökkenteni a pályaelhagyás kockázatát, és növelheti az oktatói hatékonyságot. A nemzetközi példák és a magyar szakképzési rendszer összevetése alapján javaslatokat teszünk a pedagógusok folyamatos szakmai fejlődésének (CPD) támogatására, a gyakorlati képzési elemek integrálására, valamint a szakmai és pedagógiai szerepek közötti egyensúly fenntartásának elősegítésére.

Kulcsszavak: szakmai identitás; pedagógus identitás; szakmai pedagógusok;

1. Bevezetés

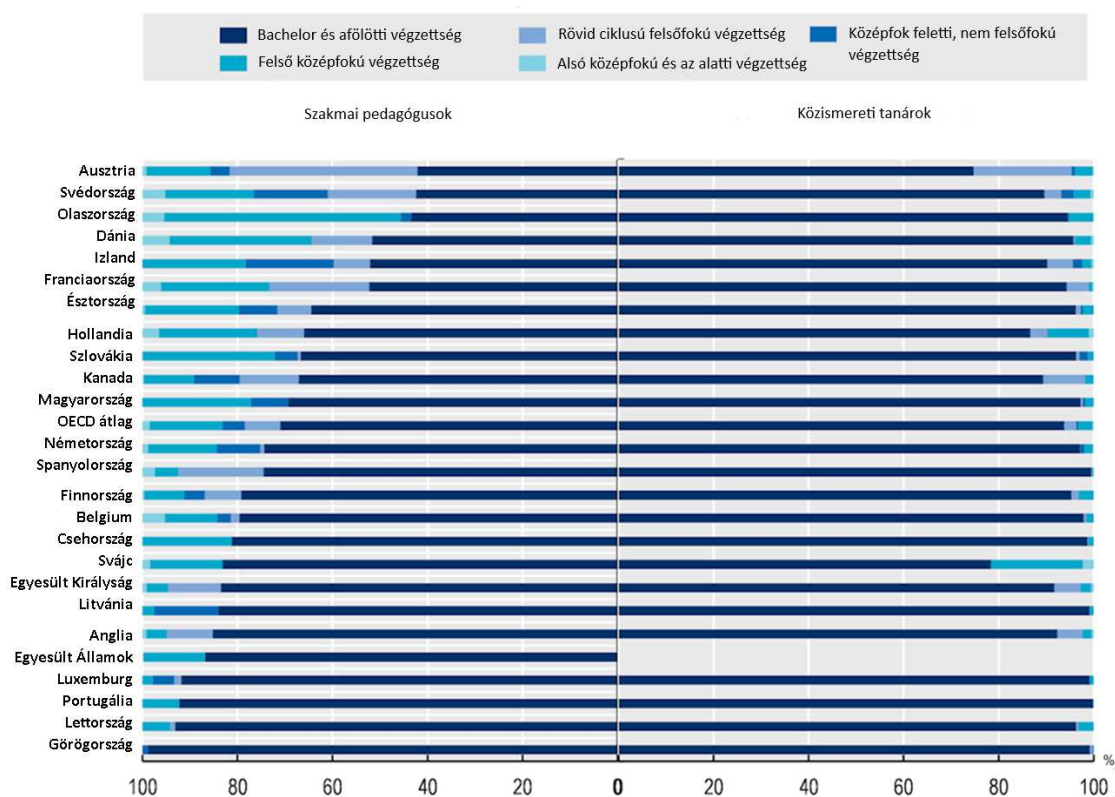
A szakmaipedagógus-képzés mindmáig megőrizte a „szakmaiság” és a „tanárság” követelményének kettősségét, illetve a szakmai tudás elvárását mint a pedagógusi képesítés megszerzésének és a pedagógusi tevékenység gyakorlásának előfeltételét (Benedek & Molnár, 2015). A szakmaipedagógus-képzés sajátossága, hogy a szakmai, diszciplináris felkészültség a tanári képesítéssel együtt több szaktárgy képesítésére készít fel. Mindez a szakmaipedagógus-képzés minden szintjén jelen van, hiszen a képzés egésze a szakmastruktúrához illeszkedik, a szakképzést követi (Rádli, 2011). A szakmai pedagógusok rendelkeznek egy önállóan is felhasználható szakmai képesítéssel, s a hallgatók ezzel párhuzamosan vagy ezt követően szerzik meg pedagógusi képesítésüket (Bacsa-Bán, 2021).

A tanulmány célja, hogy a nemzetközi szakirodalom áttekintésével e kettős identitás jelenlétét igazolja, valamint arra keresse a választ, hogy a szakmaipedagógus-képzésben a képzők hogyan segíthetik a hallgatók pedagógus identitásának fejlődését úgy, hogy a szakmai területekkel is fenntartsák a kapcsolatot, azaz a szakmai identitásukat is támogassák.

2. A szakképzés oktatói

Az európai szakképzési rendszerekben az oktatók nem szükségszerűen pedagógusok, azaz nem mindannyian rendelkeznek tanárképzésben szerzett oklevéllel vagy pedagógiai végzettséggel. Az oktatók általában szakmai ismeretekkel rendelkező szakemberek, akik a saját területükön szerzett tapasztalatukat és tudásukat osztják meg a szakképzésben és/vagy felnőttképzésben résztvevőkkel, tanulókkal. Az európai szakképzési rendszerek általában rugalmasabban kezelik az oktatói kvalifikációkat. Ennek az az oka, hogy az iparban és a szakmákban dolgozó szakemberek sokszor olyan gyakorlati tudással és tapasztalattal rendelkeznek, amely nélkülözhetetlen az adott szakma oktatásához és tanításához. Ezért sok európai országban a szakképzésben az oktatói pozíciók betöltéséhez elsősorban szakmai végzettség és tapasztalat szükséges és nem feltétlenül pedagógiai diploma. Természetesen vannak olyan országok és intézmények, ahol a szakképzés oktatóinak pedagógiai képesítéssel

kell rendelkezniük. Ezek az intézmények gyakran hangsúlyozzák a pedagógiai készségek fontosságát az oktatók számára, és biztosítják, hogy az oktatók megfelelő módszertani képzést kapjanak a tanításhoz és a tanulás támogatásához (OECD, 2022).

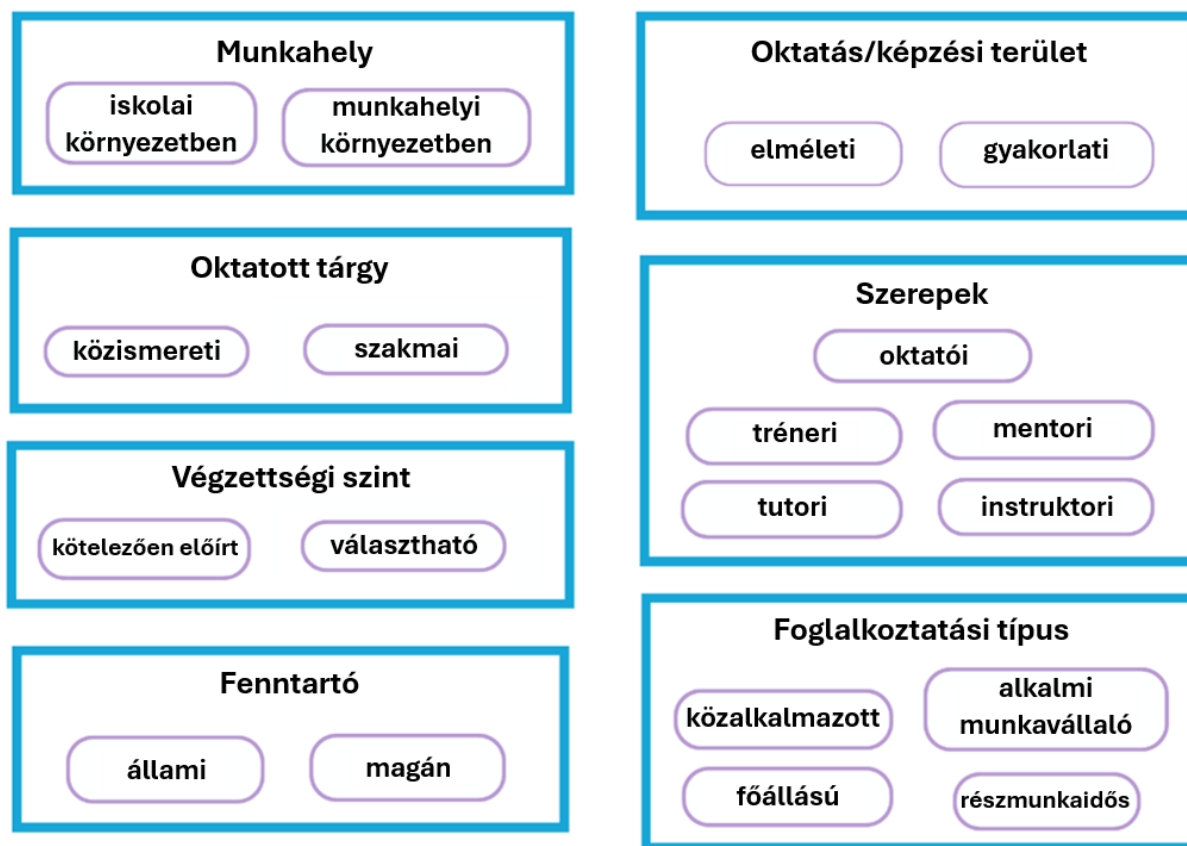


1. ábra: A szakmai és közismereti pedagógusok megoszlása legmagasabb iskolai végzettségük szerint Forrás: OECD, 2022

Az 1. ábrán is jól látható, hogy az egyes országok között igen változatos követelménykülönbségek vannak a szakmai pedagógusok végzettségét illetően, míg a közismereti tanárok esetén ez nem mutat ekkora változatosságot. A végzettségek mellett azonban az elvárt kompetenciákban is különbséget tapasztalunk (1. táblázat). Ezen elvárások különbözhetnek az oktatott tárgy típusától függően (szakmai elméleti, gyakorlati vagy általánosan képző közismereti tárgyakat oktató tanárok), valamint az oktatás szintjétől (pl. alsó- és felsőfokú szakképzés) is függhet, ahogyan azt az alábbi ábra (2. ábra) is mutatja (Cedefop, 2022).

A SZAKKÉPZÉSI SZAKEMBEREK TÍPUSAI

A szakképzésben dolgozó oktatók és tanárok megkülönböztetése



2. ábra: A szakképzésben dolgozó szakemberek típusai Forrás: Cedefop, 2022

Összességében tehát az európai szakképzési rendszerek sokféleséget mutatnak az oktatói kvalifikációk terén, de megragadható az az általános tendencia, hogy az oktatók jelentős része elsősorban szakember, akik gyakorlati tudását és tapasztalatát adja át a tanulóknak.

3. A duális identitás fogalma és szerepe

Az oktatás terén egyre nagyobb figyelmet kap a pedagógusok identitásának kérdése, legyen szó pedagógusképzésről vagy tanártovábbképzésről (Korthagen et al., 2001; Sachs, 2005; Freese, 2006; Beauchamp & Thomas, 2009). A pedagógus-jelöltek identitásának kialakítása a tanulmányaik során való előrehaladás révén történik (Beauchamp & Thomas, 2009). Fontos megjegyezni, hogy a pedagógusi identitás szorosan összefonódik a pedagógusképzéssel. Legyen szó pályakezdekről vagy tapasztalt pedagógusokról, az identitás az, ami meghatározza és irányítja a szakmai tevékenységet, mint egy "erőforrás, amelyet az emberek arra használnak, hogy megmagyarázzák, igazolják és értelmezzék magukat másokhoz mérten, és általában a világgal kapcsolatban" (MacLure, 1993: 311). Ebből következik, hogy a pedagógusi identitás mélyebb megértése hozzájárulhat a pedagógusképzési programok

fejlesztéséhez is (Beauchamp & Thomas, 2009). Az identitással foglalkozó szakirodalom hangsúlyozza, hogy az identitás dinamikus, és idővel változik, melyben az egyéni tényezők, például az érzelmek (Rodgers & Scott, 2008), és a külső tényezők, mint például a munka- és élettapasztalat is szerepet játszanak (Sachs, 2005; Rodgers & Scott, 2008).

Az identitás tehát egy folyamatosan fejlődő, dinamikus jelenség (Beauchamp & Thomas, 2009). Bár az én, az énfogalom, az önértékelés, az önbizalom és az identitás konstrukcióit gyakran használják az oktatáskutatásban, kevés empirikus kutatás foglalkozik ezekkel a fogalmakkal, mivel az én mérésének nehézségei vannak (Burke & Tully, 1977).

A duális identitást vizsgáló irodalom szerint a legtöbb szakmaipedagógus-jelölt úgy lép be a pedagógusképzésbe, hogy korábbi pályafutása során már elismert szakember volt, és sokan mindezt a képzés egésze alatt is fenntartják, sőt prioritásként is kezelik. Mint szakmaipedagógus-képzők, az elmúlt évtizedek során, saját képzésünk mentén is igazoltnak látjuk ezt a kijelentést. Ennek az az oka, ahogy azt Robson és munkatársai (2004) is állítják, hogy korábbi (szakmai) tapasztalataik megadják számukra az új, oktatói szerepükhöz szükséges hitelességet. Ez a korábbi szakmájukkal való folyamatos azonosság azonban megakadályozhatja őket abban, hogy később „valódi” pedagógusnak tekintsék magukat. Ezt a pályától való távolságtartást kellene a képzésnek elsősorban megváltoztatnia, a teljes pályaszocializációs folyamat sikere ebben is megragadható. Annál is inkább szükséges ez, hiszen más vizsgálatok (Orr & Simmons, 2010) is azt igazolták, hogy a szakmai pedagógusok egy része szinte véletlenül került az oktatói pályára. Mások pedig a jelenlegi foglalkoztatásuktól szabadulva, azaz egy taszító hatás miatt választják a területet, és összességében nem a pálya vonzó hatása érvényesül, hanem sokkal inkább annak második karrierként való lehetősége a vonzó szempont.

A szakoktatói identitásra tehát úgy tekinthetünk, mint szakmai identitás és a tanári identitás keverékére (Robson et al., 2004; Fejes & Köpsen 2014). Ezért kompetensnek kell lenni a szakmai pedagógusoknak a tanári identitás és a szakmai identitás tekintetében is. A szakmai tanároknak szakmai identitással kell rendelkezniük ahhoz, hogy szakmai tudásuk és készségeik tekintetében kompetensek legyenek, de ismerniük kell az uralkodó normákat, hagyományokat, kapcsolattartási módokat, azaz szociokulturális ismeretekkel is kell rendelkezniük az adott szakma gyakorlásáról. Berner (2010) szerint a szakmai oktatók úgynevezett határmunkát végeznek (lásd korábban Robson et al., 2004: „kapuőrök”) mivel átvitt értelemben behozzák a munka gyakorlatát az oktatás gyakorlatába. A szakoktatók történeteket mesélnek és példákat mutatnak be a tanulóknak arra, hogy hogyan

kommunikáljanak és mit tegyenek a gyakorlatok, munkájuk során. Ezért szükséges, hogy a szakmai oktatók naprakész és modern szakmai identitással bírjanak, amely megfelel a jelenkor szakmai tudásigényének és készségeinek, csakúgy, mint értékeinek és attitűdjének is.

Magyarországon kevés kutatás foglalkozott ezzel a témával (Fúzy, 2012), és alig található elemzés, amely kifejezetten a szakképzésben dolgozó tanárokat vizsgálja (Bükki & Fehérvári, 2021). A hazai szakképzés oktatóinak kötődése kérdéses, hogy melyik irányba hajlik inkább: a szaktárgyi vagy a pedagógiai területek felé. A szakmaipedagógus-képzés megpróbálja feloldani ezt a dilemmát azzal, hogy hangsúlyt helyez a hallgatók identitásának megőrzésére, és erősíti a kapcsolatot a mindennapi élettel nemcsak az elméleti ismeretek, hanem a vállalati gyakorlatok révén is (Bacsa-Bán, 2021). Smith és Yasukawa (2017) felismerése alapján fontos, hogy a "jó szakképző tanár" mind a tanítási készségekben, mind a szakmai és ipari tapasztalatokban egyaránt jártas legyen.

A szakmai identitás formálódása dinamikus folyamat, amelyben a hallgatók aktív résztvevők, nem pedig passzív szemlélők (Beijaard et al., 2004; Schepens et al., 2009). Ennek részeként arra kell választ találniuk, hogy "Ki vagyok én?", miközben megválaszolják azt is, hogy "Milyen pedagógussá szeretnék válni?". Ez alapján elmondható, hogy a pedagógus identitás kialakításának fontos része a helyes önreflexió.

A szakmaipedagógus-képzésben ez a kérdés különösen jelentős, ahol a hallgatók kettős identitása, azaz a már meglévő szakmai identitás és a képzés során kialakítandó pedagógus identitás együttes kialakítása áll előtérben. Ennek során fontos, hogy a szakmai hovatartozás megmaradjon, és az alidentitás is együtt fejlődjön a képzés során (Bacsa-Bán, 2021). Másrészt a leendő pedagógusok szakmai identitásának kialakítása hatékony lehet a pálya iránti elkötelezettségük és a pálya iránti motivációjukat tekintve. Azaz a tanárképzési programoknak nemcsak az a célja, hogy a szükséges pedagógiai ismereteket átadják, kompetenciákat kialakítsák és fejlesszék, hanem a differenciált szakmai és pedagógiai identitás együttes (ki)alakítása és fejlesztése az, ami elengedhetetlen a képzés időszakában. Ennek nyomán állítják a szakmai identitás kutatásával foglalkozó fenti kutatások is azt, hogy a jövőben a tanárképzés/pedagógusképzés szakmai és pedagógus identitás-képzése és alakítása a tanárképzők nagyobb tudatosságát követeli meg, s mindezt az a cél vezérli, hogy ezáltal a képzés maga hozzájárul a pályára kerülő pedagógusok pályaelhagyásának csökkentéséhez csakúgy, mint a tanárképzések eredményességéhez is.

4. A duális identitásban rejlő lehetőségek a nemzetközi példák nyomán

Megállapítható, hogy a szakképzésben oktató szakoktatók, szakmai pedagógusok, szakmai tanárok munkája a kettős professzionalizmuson alapul, és e duális identitás fenntartását elvárásnéként fogalmazzák meg velük szemben, azaz, elvárják tőlük, hogy mind pedagógusi, mind szakmai kompetenciáikat naprakészen tartsák (Andersson & Köpsén, 2015; Fejes & Köpsén, 2014; Köpsén & Andersson, 2017; Virkkula & Nissila, 2014). Lloyd és Payne (2012:2) kutatásukban megfogalmazták: „A szakképzésben oktatókkal szemben „kettős” kompetenciaigény fogalmazható meg, amely megköveteli, hogy naprakészek legyenek az általuk oktatott mesterségben, miközben folyamatosan fejlesztik az ismeretek átadásához szükséges pedagógiai készségeiket is”. Ez a kettős fókusz a legtöbb országban általános útmutatóként szolgál már a tanárképzésbe való belépésnél vagy a tanárok továbbképzési tevékenységénél is.

A szakoktatók professzionalizmusának kettőssége eltér az egyes országok szakoktatásra vonatkozó és szakoktatói leírásaiban (Cedefop, 2009; Parsons et al., 2009). A szakképzés céljai, a szakmai tanárok elvárásai, ill. a tanári foglalkoztatás formái ugyanis eltérőek; valamint a szakképzés megszervezésének sincs egységes módja (Billett, 2011). Nemzetközi szinten a „szakoktató” nem egy egyértelműen meghatározott szakma (lásd 2. ábra és bővebben Cedefop, 2022; Misra, 2011; Parsons et al., 2009). A szakképzésben különféle pozíciók állnak rendelkezésre szakoktatók, például tanárok, oktatók és instruktorok vagy trénerek számára. Ezen oktatók közül többen részmunkaidőben vagy óraadóként foglalkoztatott alkalmazottak. Mindezek mellett mind a toborzási útvonalainkban, azaz jelentkezésük és felvételük tekintetében, mind a képesítési követelményekben – a legtöbb esetben - eltérnek a közismereti tanároktól, mivel a szakoktatóktól elvárják, hogy mind munkatapasztalattal, mind szakképzettséggel rendelkezzenek az oktatott szakmai tárgyhoz kötődően (Andersson et al., 2013; Fejes & Köpsén, 2014; Gleeson & James, 2007; Grollmann, 2008; Lloyd & Payne, 2012). A rendszerbe újonnan belépő szakoktatók pedig rendszerint részmunkaidős továbbképzéseken szerzik meg formális tanári képesítésüket (Bound, 2011; Lucas & Unwin, 2009; Parsons et al., 2009). Ennek megfelelően nem mindig lehet megkülönböztetni azon szakpolitikákat, stratégiákat és követelményeket, amelyek egyszerre a szakmai és a tanári kompetenciák fenntartását vagy fejlesztését szolgálják. A szakoktatók számára különféle továbbfejlesztési-követelmények és -szervezési modellek léteznek. Mindezekon túl a szakoktatók folyamatos szakmai fejlődésére (FSZF/CPD=Continuing professional development) nagyon kevés kutatásból nyert

információval rendelkezünk, amelyre hivatkozva néhány tanulmány azt is állítja, hogy a szakoktatók Európában igen gyenge folyamatos szakmai fejlődési kultúrával rendelkeznek (Parsons et al., 2009). Mindezek ellenére azonban azt mondhatjuk, hogy a szakmai tanárok szaktárgyi és pedagógusi kompetenciája egyaránt jelentős szerepet tölt be a szakképzés megfelelő minőségének elérésében.

Az alábbiakban néhány ország példáján keresztül láthatjuk ezen eltéréseket.

Németország

Németországban a szakmai pedagógusok képzése során nagy hangsúlyt fektetnek a szakmai diszciplináris felkészültségre és a tanári képesítés együttes megszerzésére (der Lander, 2018). A képzés struktúrája illeszkedik a szakképzéshez, és több szaktárgy képesítésére készít fel, ami lehetővé teszi a hallgatók számára, hogy egy önállóan is felhasználható szakmai képesítést szerezzenek, majd ezt követően vagy ezzel párhuzamosan megszerezzék pedagógusi képesítésüket. A német rendszer nagy hangsúlyt fektet a szakmai tapasztalat és a pedagógiai készségek kombinációjára, biztosítva a gyakorlati és elméleti tudás egyensúlyát.

Kína

Kínában a szakmai pedagógusok képzése szintén integrált megközelítést alkalmaz, ahol a szakmai és pedagógiai készségek együttes fejlesztése áll a középpontban (Andersson & Köpsén, 2015; 2019). Az oktatási rendszer erősen centralizált, ami biztosítja az egységes képzési követelményeket és szabványokat az ország egész területén. A "kettős képesítésű tanárok" koncepciója azt jelenti, hogy a tanároknak mind elméleti, mind gyakorlati oktatási képességekkel kell rendelkezniük. Évente legalább egy hónapot kell ipari környezetben tölteniük, hogy naprakészen tartsák szakmai tudásukat.

Egyesült Királyság

Az Egyesült Királyságban a szakmai pedagógusok képzése gyakran résztidejű programok keretében valósul meg, ami lehetővé teszi a munkavégzés és a képzés egyidejű folytatását. Az angol szakmai pedagógusok nagy hangsúlyt fektetnek a folyamatos szakmai fejlődésre (CPD), és az oktatási tevékenységhez kapcsolódó CPD lehetőségek széles körben elérhetőek. A rendszer rugalmas, lehetővé téve a szakemberek számára, hogy tanítási tapasztalatot szerezzenek anélkül, hogy formális pedagógiai képzésben részesülnének először (Lloyd és Payne 2012).

Norvégia

Norvégiában a szakmai pedagógusok állandó munkaviszonyban és teljes munkaidőben dolgoznak, ami korlátozza a helyettesítő tanárok rendelkezésre állását. Ennek ellenére a norvég szakoktatók nagyobb lehetőséget kapnak a pedagógiai kompetenciáik fejlesztésére irányuló CPD programokban való részvételre. A norvég rendszer hangsúlyozza a folyamatos szakmai fejlődést és az élethosszig tartó tanulást (Lloyd és Payne 2012).

Finnország

Finnországban a szakmai pedagógusok képzése során különös figyelmet fordítanak a gyakorlati és elméleti oktatás integrálására (Frisk, 2014; Opetushallitus, 2014). Az oktatási rendszer támogatja a tanárok folyamatos szakmai fejlődését, és számos továbbképzési lehetőséget biztosít számukra. A szakmai pedagógusoknak rendelkezniük kell a tanított tárgyakhoz kapcsolódó mesterfokozattal és pedagógiai végzettséggel. A finn rendszer kiemelten kezeli a gyakorlati tapasztalat fontosságát az oktatásban (Eerola, 2007).

Svédország

Svédországban a szakmai pedagógusok számára rendszeresen szerveznek országos CPD kezdeményezéseket, amelyek célja a tanárok szakmai ismereteinek frissítése és bővítése (Fejes & Köpsén, 2014). Ezek a programok hozzájárulnak a szakmai oktatás minőségének folyamatos javításához. A pedagógiai és szakmai készségek egyensúlya alapvető követelmény, és a rendszer rugalmas, lehetővé téve a folyamatos szakmai fejlődést és a munkaalapú tanulás integrálását (Fejes & Köpsén, 2014).

Ausztrália

Ausztráliában a szakmai pedagógusok képzése során különös figyelmet fordítanak a gyakorlati tapasztalat megszerzésére és a munkahelyi alapú tanulásra (Kemmis & Green, 2013). Az ausztrál rendszer támogatja a szakmai fejlődést az iparág-specifikus képzéseken keresztül, valamint a pedagógiai képességek fejlesztését célzó programokon keresztül (Clayton et al, 2013). Az ausztrál pedagógusoknak rendelkezniük kell a tanított tárgyakhoz kapcsolódó alapképzéssel és pedagógiai végzettséggel (Wheelahan & Moodie, 2010). Az országos CPD programok széleskörűen elérhetőek, és támogatják a tanárok folyamatos szakmai fejlődését.

4.1. A képzési és képesítési követelmények összehasonlítása

Az összes EU országot, valamint Norvégiát és Izlandot tekintve a pedagógusi végzettség többségükben követelmény, amelyet vagy mesterképzésben, alapképzésben szereznek meg vagy azt kiegészítő pedagógiai stúdiumok által, amelyek nem minden esetben jelentenek újabb végzettségi szintet, vagy oklevelet, csupán tanúsítvánnyal egészíti ki meglévő végzettségeiket (Cedefop, 2022). A szakmai elméleti és az elméletigényes gyakorlati tárgyakat oktatók esetén általában azonban kötelező az oktatott tárgyakhoz kapcsolódó diploma (leggyakrabban mesterszintű) és az ehhez kapcsolódó megfelelő pedagógiai végzettség. Míg a gyakorlati tantárgyakat oktató szakképző tanárok rendelkezhetnek egyetemi diplomával vagy felsőfokú végzettséggel is. Tizenkét EU országban a szakmai tapasztalat vagy elvárás (Németország, Görögország, Franciaország, Horvátország, Olaszország, Litvánia, Málta, Ausztria, Lengyelország, Szlovénia és Finnország), vagy előny (Ciprus), főként a gyakorlati tantárgyak oktatásához. Hat EU országban a szakképző tanároknak képesítő/minősítő vizsgát, és felvételi vizsgát /tesztet is kell tenniük (pl. Németország, Görögország, Spanyolország, Franciaország, Málta, Szlovénia). Görögország az egyetlen olyan ország, amely a társadalmi szempontokat is figyelembe veszi a felsőfokú végzettség és az oktatási tapasztalat mellett. A társadalmi szempontok a tanárok toborzása, a felvételi során „esélyegyenlőségi” pontokként jelennek meg, amelyek a következőkért adhatók: két vagy több gyermek nevelése, fogyatékosság, a gyermek fogyatékossága stb. Mindezek mellett vannak országspecifikus további elemek is, így például Csehországban a gyakornokok és/vagy szakemberek csak akkor szerezhetnek oktatási végzettséget, ha már iskolákban, rész munkaidőben dolgoznak. Eltérések lehetségesek a szakképzési tanítási követelményeket szabályozó általános elvektől Finnországban is. Észtországban és Olaszországban a szakképző tanároknak B2 szintű idegennyelv ismerettel is rendelkezniük kell. Olaszországban egy éves próbaidő/gyakornoki időszak került bevezetésre a pedagógusi képesítés megszerzése után a szakképző tanárok számára. Lettországban a pedagógiai kompetenciákat továbbképzésen keresztül lehet megszerezni, míg Portugáliában a tanárok professzionalizációja a felsőfokú képzést követő gyakorlat alapján történik, és egy posztgraduális oktatási tanúsítványt is magában foglal.

1. táblázat: Az egyes országok kompetencia követelményei a szakképzés oktatóival szemben
(Forrás: Cedefop, 2022)

Képesítés/kompetencia követelmények	Országok
Akadémiai követelmények (alap- vagy mesterszintű diploma, szakterületi és pedagógiai kompetenciák)	Összes EU ország
Munkatapasztalat	Ausztria, Ciprus, Németország, Görögország, Finnország, Franciaország, Horvátország, Olaszország, Litvánia, Málta, Lengyelország, Szlovénia
Tanári képesítő/minősítő vizsga/felvételi teszt	Németország, Görögország, Spanyolország, Franciaország, Málta, Szlovénia
Idegennyelv-ismeret	Észtország, Olaszország
Szakemberként/tanárként való iskolai foglalkoztatás	Csehország, Olaszország
Rugalmasság (eltérési lehetőségek az általános elvektől)	Csehország, Finnország
Társadalmi szempontok	Görögország
Próbaidő	Olaszország
Folyamatos szakmai fejlődés követelménye	Lettország
Folyamatosan felügyelt gyakorlat követelménye	Portugália

A német és finn szakmai pedagógusok képzési követelményei szorosan illeszkednek a szakképzéshez, míg Magyarországon a képzés struktúrája inkább az elméleti oktatásra helyezi a hangsúlyt. Németországban a pedagógusok több szaktárgy képesítésére készülnek fel (der Lander, 2018), míg Finnországban a gyakorlati és elméleti képzés integrálására törekednek (Frisk, 2014; Opetushallitus, 2014). Ausztráliában is hasonló követelményeket támasztanak a szakmai pedagógusokkal szemben, de a gyakorlati tapasztalat megszerzése rugalmasabb keretek között történhet (Clayton et al, 2013). Magyarországon is fontos a szakmai és pedagógiai képesítés megszerzése, de a gyakorlati képzési elemek integrációja fejlesztésre szorul.

4.2. *A folyamatos szakmai fejlődés (FSZF vagy CPD) jelenléte*

Az, hogy a szakoktatóktól, - más tanárokhöz hasonlóan, - elvárt, hogy tájékozottak legyenek az általuk tanított tantárgyban a szakoktatók esetében azt is jelenti, hogy az adott szaktárgyukhoz kapcsolódó szakmai identitásuk van. A munka világában bekövetkezett változások és a szakképzés modernizációja azonban új követelményeket támaszt a szakoktatók kompetenciáival szemben (Parsons et al., 2009). A szaktanároknak rendelkezniük kell egy aktuális szakmai identitással, amely magában foglalja mindazokat az ismereteket és készségeket, amelyek ahhoz szükségesek, hogy szakképzettségüket az aktuális elvárásoknak megfelelő módon gyakorolhassák. A magas színvonalú szakmai identitás fenntartásának egyik módja, hogyha a szakoktatók továbbra is kapcsolódnak szakterületükhöz. Így az oktatók szakmai tantárgy a szakma gyakorlóinak közösségével való kapcsolat révén aktív részvételt jelent a szakmai fejlődés tevékenységeiben, s ezáltal a fejlődés hasznos és előnyös forrásává válik. A szakképzés céljai és körülményei azonban országonként eltérőek. Így valószínű, hogy a kettős kompetencia iránti igények eltérőek a szakoktatók körében, és eltérőek a szakmai továbbképzésük feltételei, azaz a jelenlegi szakmai identitás birtoklása tekintetében is (Fejes & Köpsén, 2014).

A szakmai tanárok munkája két fő kompetenciára épül: az oktatáshoz köthető, azaz a pedagógusi kompetenciára, valamint egy konkrét szakmához köthető tapasztalatra és tudásra, azaz szakmai gyakorlathoz kapcsolódó kompetenciára. Mindezek nyomán a szakoktatók munkájukhoz elengedhetetlennek tartják a szakoktatás és a munka közötti folyamatos kölcsönhatást. Mivel ez a kölcsönhatás a szakmai tantárgy oktatásának alapvető része, a szakoktatóknak speciális követelményekkel kell szembenézniük (Berner, 2010; Vähäsantanen et al., 2009; Tanggaard, 2007). Tanggaard szerint a szakoktatók döntő szerepet játszanak a munka és az iskola különböző szociokultúrájának összekapcsolásában oly módon, hogy az elősegítse a szakképzésben tanulók sikerességét. Azaz a szakoktatóknak mindkét szociokultúrában kompetensnek kell lenniük (Fejes & Köpsén, 2014). Így ezen oktatóknak rendelkezniük kell azzal a tudással és készséggel, hogy oktassanak és azzal is, hogy részt vegyenek az adott szakma mindennapi, mai (modern) gyakorlatában is. Más szóval, a szaktanári identitás a szakmai identitáson és a tanári identitáson alapul; így a szakoktatók kettős szakmaisága alapelemként kezelendő.

Az Egyesült Királyságban és Svédországban a folyamatos szakmai fejlődés (CPD) központi szerepet játszik a szakmai pedagógusok képzésében, míg Magyarországon a CPD programok

elérhetősége és támogatása még fejlődő terület. Az angol és svéd CPD kezdeményezések gyakran országos szinten szervezettek és széleskörűek. Norvégiában és Kínában nagy hangsúlyt fektetnek a folyamatos szakmai fejlődésre, amely rendszeres ipari képzéseket és továbbképzéseket foglal magába. Ausztráliában a CPD programok az iparág-specifikus képzésekre és a munkahelyi alapú tanulásra összpontosítanak. Magyarországon is fontos a szakmai fejlődés, de az ipari képzések és a rendszeres továbbképzések integrációja még fejlesztésre szorul.

Ahhoz tehát, hogy a tanárok a szaktárgy oktatásához kellő ismeretekkel rendelkezzenek, rendelkezniük kell az adott szaktárgyhoz kapcsolódó szakmai identitással, és rendelkezniük kell a szakmai gyakorlat átadásához szükséges pedagógusi ismeretekkel és készségekkel. Fejes és Köpsén (2014) kutatásaikban a szakmai pedagógusok kettős szerepfelfogását hangsúlyozták, kiemelték, hogy a szakmai pedagógusok identitásképzésének fontos részét képezi a szakma gyakorlása, az ott szerzett tapasztalatok együttes alkalmazása az oktatásban. Ezek hangsúlyeltolódása vegyes képet mutathat, míg egyes szakmai pedagógusnak készülők a tanári identitásukat hangsúlyozzák, addig mások nagyobb hangsúlyt fektettek szakmai identitásukra. Ahogyan azt Robson és munkatársai (2004) megállapították, a szakmai oktatók magukat foglalkozásuk „kapuőrei” -ként tartják számon, és arra összpontosítanak, hogy saját nézeteik szerint tanítsák meg szakmájukat tanulóiknak, teszik mindezt szakmai tapasztalataik alapján, semmint szigorúan a tananyagot követve.

4.3. Az intézményi támogatás szerepe

Norvégiában és Finnországban az intézményi támogatás erős, különösen a pedagógiai kompetenciák fejlesztése terén. Norvégiában a tanárok állandó munkaviszonya és teljes munkaideje korlátozza a helyettesítő tanárok rendelkezésre állását, de a CPD programokhoz való hozzáférésük jelentős. Finnországban az oktatási rendszer támogatja a tanárok folyamatos szakmai fejlődését, és számos továbbképzési lehetőséget biztosít. Az Egyesült Királyság és Svédország rendszerei rugalmas támogatási struktúrákat kínálnak a szakmai pedagógusok számára, beleértve a folyamatos mentorálást és szakmai fejlődési lehetőségeket. Ausztráliában az intézményi támogatás magában foglalja az iparági együttműködések és a munkahelyi alapú tanulási programokat. Magyarországon az intézményi támogatás fejlesztésre szorul, különösen a CPD programok és a gyakorlati képzés terén.

5. Összegzés és ajánlások

A kettős identitás témáját az alábbi áttekintéssel igazoltuk: Brennan Kemmis és Green (2013) vizsgálataival, akik az ausztrál szakoktatók pedagógiáról alkotott elképzeléseinek elemzésekor mutatták ki a duális identitást, melyet Fejes és Köpsén (2014) a munkahelyhez és hivatáshoz való erős kötődés nyomán igazolt. Farnsworth és Higham (2012) a szakoktatói identitás módosulására és hibriddé válására helyezte a hangsúlyt, az olyan a szakoktatók körében, akik a kezdeti hivatás gyakorlatát a szakképzés gyakorlatára váltották fel. Míg Vähäsantanen és munkatársai (2009) skandináv kontextusban elemezték a szakoktatók tapasztalatait az iskolák és a munkahelyek közötti jobb interakciót célzó reform kapcsán. E vizsgálat kiemelte, hogy az iskola és a munka közötti határátlépések értékesek lehetnek a szakoktatók szakmai fejlődése és az oktatásnak a munka világához igazodó fejlesztése szempontjából.

A Eurydice vizsgálatok (OECD, 2021) Magyarországot a pedagógus-ellátottság szempontjából a legrosszabb helyzetű országok közé sorolják, ahol egyidejűleg magas az 50 év feletti pedagógusok aránya, és alacsony a kezdő pedagógusok száma is, ami arra enged következtetni, hogy a pedagógushiány hosszútávúnak ígérkezik, ha nem történik mielőbbi beavatkozás. A szakképzés pedagógusai a szakképzési törvény változásainak hatására nem szükségszerűen pedagógus végzettséggel rendelkező oktatók, akiknek létszáma a Bologna-rendszer szerinti képzés elindulásától jelentős mértékben csökkent, amelyhez az emeltszintű érettségi szükséglete ugyanúgy hozzájárult, valamint a képzés pedagógusi területtől való elszakítása is jelentős szerepet játszott. A szakmaipedagógus-képzésben 2021-ben számos intézmény számára új lehetőséget jelentett a szakoktató képzés elindulása, amely amellet, hogy erőteljes hiánypótló szerepet tölt be a pedagógus utánpótlásban, egy új “második karrier” lehetőségét is nyújtja a szakképzés szakemberei és a szakképzettséggel rendelkező, az oktatásban perspektívát látók számára.

A tanulmány elméleti megközelítését és háttérét adja a témának, a kettős identitás értelmezését, szerepét és a benne rejlő lehetőségeket kívánja megragadni. Felvázolja mind a nemzetközi, elméletek mind a gyakorlatok sorát. Mind a szakmai, mind a pedagógiai identitás kialakulása az egész életpályán át tartó folyamat (Tiedemann, - O’Hara, 1963; Kersting, 1996), amelynek során az egyén a szakma gyakorlása közben szerzett tapasztalatait folyamatosan beépíti a szakmai identitásába. A pedagógusképzés egyik jelentős feladata a pálya iránti elköteleződés kialakítása. Elemzésünk arra is rámutatott, hogy a képzők

felelőssége e folyamatban hol érhető tetten, és hogyan tudunk hozzájárulni a sikeres és eredményes pályaszocializációs folyamathoz.

5.1. *Ajánlások a magyar szakoktatók számára:*

Az alábbiakban a nemzetközi összehasonlítások mentén néhány javaslatot fogalmazunk meg, amely a magyar szakképzésben oktató (szakoktatók és szakmai tanárok) számára is hasznosak lehetnek az identitás, a pályaszocializáció szempontjából, valamint a képzőintézmények figyelmét is felhívja a szakmai identitás alakítás fontosságára.

5.1.1. Gyakorlati képzési elemek integrálása

A képzési programokban növelni kell a gyakorlati tapasztalat megszerzésének lehetőségét, hasonlóan a német és finn rendszerekhez. A németországi képzési rendszer példáján keresztül megfigyelhetjük, hogy a gyakorlati tapasztalat szorosan integrálva van a tantervbe, ami lehetővé teszi a hallgatók számára, hogy közvetlenül alkalmazzák az elméletben megszerzett tudást. A duális képzési rendszer, amely az ipari partnerekkel való szoros együttműködésen alapul, biztosítja, hogy a hallgatók valós munkakörnyezetben szerezhessenek tapasztalatot, miközben formális oktatásban részesülnek.

Finnországban a gyakorlati képzés szintén kiemelt szerepet kap, és a tanárok gyakran ipari környezetben dolgoznak, hogy naprakész ismeretekkel rendelkezzenek a saját szakterületükön. Az ilyen típusú integráció elősegíti a hallgatók készségeinek fejlesztését és a munkaerőpiaci igényeknek megfelelően képesíti őket. Magyarországon szükség lenne hasonló képzési struktúrák bevezetésére, amelyek lehetővé teszik a hallgatók számára, hogy már a képzés során értékes gyakorlati tapasztalatot szerezhessenek, ezáltal jobban felkészüljenek a munka világára.

5.1.2. Folyamatos szakmai fejlődés (CPD) támogatása

Országos szinten szervezett és támogatott folyamatos szakmai fejlődési (CPD) programokat kell bevezetni, mint amilyen az Egyesült Királyságban és Svédországban található. Az Egyesült Királyságban a CPD programok széles körű elérhetősége és támogatása biztosítja, hogy a szakmai pedagógusok folyamatosan frissíthessék tudásukat és fejlesszék pedagógiai készségeiket. Az angol rendszerben a CPD programok gyakran központilag szervezettek és az oktatási intézményekkel együttműködve valósulnak meg, így minden pedagógus hozzáférhet ezekhez a lehetőségekhez.

Svédországban a folyamatos szakmai fejlődés szintén kiemelt szerepet kap, és az országos kezdeményezések révén a tanárok rendszeresen részt vehetnek továbbképzéseken és szakmai konferenciákon. Ezek a programok hozzájárulnak a pedagógusok naprakész tudásának biztosításához, valamint a legjobb gyakorlatok megismeréséhez és alkalmazásához. Magyarországon is szükség van ilyen típusú CPD programok kidolgozására és országos szintű bevezetésére, amelyek lehetővé teszik a szakmai pedagógusok számára, hogy folyamatosan fejlődjenek és alkalmazkodjanak a gyorsan változó munkaerőpiaci igényekhez.

5.1.3. Intézményi támogatás erősítése

Az intézményi struktúrák fejlesztése érdekében szükség van a folyamatos szakmai fejlődés és mentorálás biztosítására, mint Norvégiában és Finnországban. Norvégiában az intézmények erős támogatási rendszerekkel rendelkeznek, amelyek lehetővé teszik a tanárok számára, hogy folyamatosan fejlődjenek és szakmai támogatást kapjanak. Az állandó munkaviszony és a teljes munkaidős foglalkoztatás biztosítja, hogy a pedagógusok hosszú távon elkötelezettek legyenek a szakmai fejlődés iránt.

Finnországban az intézményi támogatás magában foglalja a rendszeres mentorálást és a folyamatos továbbképzési lehetőségeket. Az oktatási intézmények aktívan részt vesznek a pedagógusok szakmai fejlődésének támogatásában, és különböző programokat kínálnak a pedagógiai készségek fejlesztésére. Magyarországon szükség van az intézményi támogatás megerősítésére, különösen a folyamatos szakmai fejlődés és mentorálás terén, hogy a pedagógusok hosszú távon elkötelezettek legyenek és naprakész tudással rendelkezzenek.

5.1.4. Iparági együttműködések kialakítása

Az iparági partnerekkel való szorosabb együttműködés ösztönzése a gyakorlati képzési lehetőségek és a munkahelyi alapú tanulás támogatása érdekében, mint Ausztráliában. Az ausztrál rendszer egyik legnagyobb erőssége az iparági partnerekkel való szoros együttműködés, amely lehetővé teszi a hallgatók számára, hogy közvetlenül az iparban szerezzenek gyakorlati tapasztalatot. Az ilyen típusú együttműködések hozzájárulnak ahhoz, hogy a képzési programok relevánsak maradjanak, és megfeleljenek a munkaerőpiac aktuális igényeinek.

Ausztráliában az iparági partnerek aktívan részt vesznek a képzési programok kialakításában és megvalósításában, biztosítva ezzel, hogy a hallgatók gyakorlati tapasztalatot szerezzenek és naprakész ismeretekkel rendelkezzenek. Magyarországon szükség van hasonló iparági

együttműködések kialakítására, amelyek lehetővé teszik a gyakorlati képzés integrációját a tantervbe, és biztosítják, hogy a hallgatók közvetlenül a munkaerőpiacra lépve releváns készségekkel rendelkezzenek.

5.1.5. Rugalmas képzési programok bevezetése

A részidős és munka mellett végezhető képzési programok kidolgozása, hogy a szakmai pedagógusok könnyebben fejleszthessék tudásukat és készségeiket. Az Egyesült Királyságban és Ausztráliában a részidős és munka mellett végezhető képzési programok lehetővé teszik a szakmai pedagógusok számára, hogy folytassák munkájukat, miközben továbbképzik magukat. Ezek a programok rugalmasak, és lehetővé teszik a tanárok számára, hogy saját tempójukban haladjanak, figyelembe véve munkájuk és egyéb kötelezettségeik ütemezését.

Az ilyen típusú képzési programok nagy előnye, hogy lehetővé teszik a szakmai pedagógusok számára a folyamatos tanulást és fejlődést anélkül, hogy megszakítanák karrierjüket. Magyarországon is szükség van hasonló rugalmas képzési programok bevezetésére, amelyek lehetővé teszik a szakmai pedagógusok számára, hogy munka mellett is továbbképződhessenek, és így naprakész tudással és készségekkel rendelkezzenek. Az ilyen típusú programok hozzájárulhatnak a szakmai pedagógusok elkötelezettségének és motivációjának növeléséhez, valamint a szakmai oktatás minőségének javításához.

6. Konklúzió

A tanulmány bemutatta a szakmai pedagógusok képzésének és fejlődésének nemzetközi példáit, és összehasonlította ezeket a magyarországi gyakorlattal. A vizsgált országokban – Németországban, Finnországban, az Egyesült Királyságban, Svédországban, Norvégiában, Kínában és Ausztráliában – különböző, de egyaránt sikeres megközelítéseket alkalmaznak a szakmai pedagógusok képzésében és folyamatos fejlődésük támogatásában. Az ezekből származó tapasztalatok és bevált gyakorlatok hasznos útmutatóként szolgálhatnak a magyar szakmai oktatás fejlesztéséhez.

A németországi duális képzési rendszer kiváló példája annak, hogyan lehet a gyakorlati tapasztalatokat integrálni a formális oktatásba, ami közvetlenül a munkaerőpiacra való felkészítést szolgálja. A finn modell pedig arra mutat rá, hogy a gyakorlati tapasztalatok mellett a pedagógusok ipari környezetben való folyamatos jelenléte is alapvető fontosságú a naprakész tudás biztosítása érdekében. Az Egyesült Királyság és Svédország példái azt

hangsúlyozzák, hogy a folyamatos szakmai fejlődés (CPD) támogatása nemcsak a pedagógusok, hanem az oktatási rendszer egészének javát szolgálja.

A tanulmány eredményei alapján számos fejlesztési javaslatot tettünk, amelyek különböző aspektusokban nyújtanak útmutatást a magyar szakmai oktatás javításához. Az elsődleges ajánlás a gyakorlati képzési elemek integrálása, amely lehetővé tenné a hallgatók számára, hogy közvetlenül az iparban szerezzenek tapasztalatot, miközben formális oktatásban részesülnek. Ez a megközelítés nemcsak a hallgatók képességeit fejleszti, hanem a munkaerőpiaci elvárásoknak is jobban megfelel.

A folyamatos szakmai fejlődés támogatása Magyarországon is kulcsfontosságú, hiszen a pedagógusoknak lehetőséget kell biztosítani arra, hogy folyamatosan frissítsék tudásukat és fejlesszék készségeiket. Az országos szinten szervezett és támogatott CPD programok bevezetése biztosíthatja, hogy minden pedagógus hozzáférhessen ezekhez a lehetőségekhez, ami hosszú távon az oktatás minőségének javulását eredményezi.

Az intézményi támogatás erősítése szintén elengedhetetlen. Az intézményeknek olyan struktúrákat kell kialakítaniuk, amelyek támogatják a pedagógusok folyamatos fejlődését és mentorálását. Norvégia és Finnország példái azt mutatják, hogy az erős intézményi támogatás hozzájárul a pedagógusok elkötelezettségének és szakmai fejlődésének fenntartásához.

Az iparági együttműködések kialakítása a gyakorlati képzés és a munkahelyi alapú tanulás szempontjából rendkívül fontos. Az ausztrál modell példája azt mutatja, hogy az iparági partnerekkel való szoros együttműködés nemcsak a hallgatók gyakorlati tapasztalatainak gazdagítását szolgálja, hanem a képzési programok relevanciáját is növeli, hiszen közvetlen visszajelzéseket kaphatnak a munkaerőpiac aktuális igényeiről.

Végül, de nem utolsósorban, a rugalmas képzési programok bevezetése lehetőséget nyújt a pedagógusok számára, hogy munkájuk mellett is továbbképződhessenek. Az ilyen programok lehetővé teszik a tanárok számára, hogy saját tempójukban haladjanak, figyelembe véve munkájuk és egyéb kötelezettségeik ütemezését. Az Egyesült Királyság és Ausztrália példái azt mutatják, hogy a rugalmas képzési lehetőségek növelik a pedagógusok elkötelezettségét és motivációját.

Összefoglalva, a nemzetközi példák és a tanulmány eredményei alapján tett fejlesztési javaslatok mind hozzájárulhatnak ahhoz, hogy Magyarországon is magas színvonalú, jól felkészült szakmai pedagógusok oktassák a jövő szakembereit. Az integrált képzési programok, a folyamatos szakmai fejlődés támogatása, az intézményi támogatás erősítése és

az iparági együttműködések elősegítése mind hozzájárulhatnak a szakmai oktatás minőségének javításához Magyarországon. Az ilyen típusú reformok végrehajtása nemcsak a pedagógusok és hallgatók számára előnyös, hanem az egész gazdaság versenyképességét is növelheti, mivel jobban képzett és felkészültebb munkaerőt biztosít a munkaerőpiac számára.

A szakképzés pedagógusai számára nem elegendő csupán a szakmai vagy pedagógiai ismeretek elmélyítése. A duális identitás hatékony kialakításának és fenntartásának támogatása érdekében az oktatási intézmények részéről szükséges lenne olyan mentorálási és képzési programokat bevezetni, amelyek kifejezetten a szaktanárok szakmai és pedagógiai szerepeinek egyensúlyát segítik elő. Például, az ipari tapasztalattal rendelkező oktatók számára szükség lenne folyamatos szakmai továbbképzésekre, melyek biztosítják, hogy a gyakorlati tudásuk mindig naprakész maradjon, ugyanakkor a pedagógiai képzéseknek is kiemelt szerepet kell kapniuk, hogy az oktatók hatékonyan tudják átadni tudásukat a diákoknak.

Az ipari és oktatási szféra közötti szorosabb együttműködés is elősegíthetné a szakmai identitás megerősítését. Olyan programokat kellene kidolgozni, amelyek lehetővé teszik a szaktanárok számára, hogy rendszeresen visszatérjenek szakmájuk gyakorlati területére, ezzel frissítve szakmai tudásukat és kapcsolatukat az iparág valós kihívásaival. Az ilyen jellegű integrált képzési elemek hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a szaktanárok mind szakmai, mind pedagógiai szerepükben sikeresebbek legyenek.

Irodalomjegyzék

Andersson, P., & Köpsén, S. (2015). Continuing Professional Development of Vocational Teachers: Participation in a Swedish National Initiative. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 7(7), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s40461-015-0019-3>

Andersson, P., & Köpsén, S. (2019). VET teachers between school and working life: Boundary processes enabling continuing professional development. *Journal of Education and Work*, 32(6–7), 537–551.

Bacsa-Bán, A. (2021). Szakmai pedagógusok: Szakoktatók és mérnöktanárok a 21. század első évtizedeinek gyorsan változó világában. DUE Press.

Beauchamp, C., & Thomas, L. (2009). Understanding teacher identity: An overview of issues in the literature and implications for teacher education. *Cambridge Journal of Education*, 39(2), 175-189.

Beijaard, D., Meijer, P. C., & Verloop, N. (2004). Reconsidering research in teachers' professional identity. *Teaching and Teacher Education*, 20, 107–128.

- Benedek, A., & Molnár, Gy. (2015). A műszaki és humán szakterület szakmai pedagógusképzésének és képzők hálózatának fejlesztése. In H. A. Horváth & Gy. Jakab (Eds.), *A tanárképzés jövőjéről: 3. kötet* (pp. 97–105). OFI.
- Berner, B. (2010). Crossing Boundaries and Maintaining Differences between School and Industry: Forms of Boundary-work in Swedish Vocational Education. *Journal of Education and Work*, 23(1), 27–42.
- Billett, S. (2011). *Vocational education: Purposes, traditions, prospects*. Springer.
- Bound, H. (2011). Vocational education and training teacher professional development: Tensions and context. *Studies in Continuing Education*, 33(2), 107–119.
<https://doi.org/10.1080/0158037X.2011.554176>
- Burke, P. J., & Tully, J. C. (1977). The measurement of role identity. *Social Forces*, 55(4), 881–897.
- Bükki, E., & Fehérvári, A. (2021). How do teachers collaborate in Hungarian VET schools? A quantitative study of forms, perceptions of impact and related individual and organisational factors. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 13(1).
<https://doi.org/10.1186/s40461-020-00108-6>
- Cedefop. (2009). *Modernising Vocational Education and Training. Fourth Report on Vocational Education and Training Research in Europe: Synthesis Report*. Publications Office of the European Union.
- Cedefop. (2022). *Teachers and trainers in a changing world: building up competences for inclusive, green and digitalised vocational education and training (VET): synthesis report*. Luxembourg: Publications Office. Cedefop research paper, No 86.
<http://data.europa.eu/doi/10.2801/53769>
- Clayton, B., & Guthrie, H. (2013). Tell me the old, old story or new messages? A half century of enquiry into VET teacher development. Paper presented at the 16th Conference of the Australian VET Research Association, Fremantle, Western Australia.
- Eerola, T. (2007). Redogörelse för lärarnas arbetslivsperioder. In M. Majuri & T. Eerola (Eds.), *De kunde inte tänka sig göra annat: iakttagelser kring arbetsplatshandledarutbildning, lärarnas arbetslivsperioder och inläring i arbetet*. Utbildningsstyrelsen, Helsinki.
- Farnsworth, V., & Higham, J. (2012). Teachers who teach their practice: The modulation of hybridised professional teacher identities in work-related educational programmes in Canada. *Journal of Education and Work*, 25(4), 473–505.
- Fejes, A., & Köpsén, S. (2014). Vocational teachers' identity formation through boundary crossing. *Journal of Education and Work*, 27(3), 265–283.
<https://doi.org/10.1080/13639080.2012.742181>
- Freese, A. (2006). Reframing one's teaching: Discovering our teacher selves through reflection and inquiry. *Teaching and Teacher Education*, 22, 110–119.
- Frisk, T. (2014). *Guide for the implementation of vocational teachers' work placement periods*. The Finnish National Board of Education, Helsinki.

- Füzy, B. (2012). A tanári munka minőségének változásai. In P. Tóth & J. Duchon (Eds.), *Kutatások és innovatív megoldások a szakképzésben és a szakmai tanárképzésben. II. Trefort Ágoston Szakmai Tanárképzési Konferencia. Tanulmánykötet* (pp. 54–62).
- Gleeson, D., & James, D. (2007). The Paradox of Professionalism in English Further Education: A TLC Project Perspective. *Educational Review*, 59(4), 451–467.
- Grollman, Ph. (2008). The Quality of Vocational Teachers: Teacher Education, Institutional Roles, and Professional Reality. *European Educational Research Journal*, 7(4), 537–547.
- Kemmis, R. B., & Green, A. (2013). Vocational education and training teachers' conceptions of their pedagogy. *International Journal of Training Research*, 11(2), 101–121.
<https://doi.org/10.5172/ijtr.2013.11.2.101>
- Kersting, H. J. (1996). A szociális és a pedagógus szakma azonosságai és különbségei. In I. Budai, I. Somorjai, & K. Tordainé Vida (Eds.), *Szociális képzés európai szinten* (pp. 24–29).
- Korthagen, F., Kessels, J., Koster, B., Lagerwerf, B., & Wubbels, T. (2001). *Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education*. Lawrence Erlbaum.
- Köpsen, S., & Andersson, P. (2017). Reformation of VET and demands on teachers' subject knowledge: Swedish vocational teachers' recurrent participation in a national CPD initiative. *Journal of Education and Work*, 30(1), 69–83.
<https://doi.org/10.1080/13639080.2015.1119259>
- der Lander, K. (2018). *Rahmenvereinbarung über die Ausbildung und Prüfung für ein Lehramt der Sekundarstufe II (berufliche Fächer) oder für die beruflichen Schulen (Lehramtstyp 5) (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.05.1995 i. d. F. vom 13.09.2018)*.
https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1995/1995_05_12-RV-Lehramtstyp-5.pdf
- Lloyd, C., & Payne, J. (2012). Raising the quality of vocational teachers: Continuing professional development in England, Wales and Norway. *Research Papers in Education*, 27(1), 1–18. <https://doi.org/10.1080/02671522.2010.483524>
- Lucas, N., & Unwin, L. (2009). Developing Teacher Expertise at Work: In-service Trainee Teachers in Colleges of Further Education in England. *Journal of Further and Higher Education*, 33(4), 423–433.
- MacLure, M. (1993). Arguing for yourself: Identity as an organizing principle in teachers' jobs and lives. *British Educational Research Journal*, 19(4), 311–323.
- Misra, P. K. (2011). VET Teachers in Europe: Policies, Practices, and Challenges. *Journal of Vocational Education and Training*, 63(1), 27–45.
- OECD. (2021). *Teachers and Leaders in Vocational Education and Training, OECD Reviews of Vocational Education and Training*. OECD Publishing, Paris.
<https://doi.org/10.1787/59d4fbb1-en>

- OECD. (2022). *Preparing Vocational Teachers and Trainers: Case Studies on Entry Requirements and Initial Training*, OECD Reviews of Vocational Education and Training. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/c44f2715-en>
- Opetushallitus. (2014). *Examensmästare, utbildningsprogram*. Opetushallitus, Helsinki.
- Orr, K., & Simmons, R. (2010). Dual identities: The in-service teacher trainee experience in the English further education sector. *Journal of Vocational Education and Training*, 62(1), 75–88.
- Parsons, D., Hughes, J., Allinson, C., & Walsh, K. (2009). The training and development of VET teachers and trainers in Europe. In Cedefop (Ed.), *Modernising vocational education and training, fourth report on vocational education and training research in Europe: Synthesis report*. Publications Office of the European Union.
- Rádli, K. (2011). Szakmai tanárképzés és oktatáspolitiká. In *Szakmai tanárképzés: múlt – jelen – jövő*. NFKK Füzetek 7. Aula.
- Robson, J., Bailey, B., & Larkin, S. (2004). Adding Value: Investigating the discourse of professionalism adopted by vocational teachers in further education colleges. *Journal of Education and Work*, 17(2), 183–195.
- Rodgers, C., & Scott, K. (2008). The development of the personal self and professional identity in learning to teach. In M. Cochran-Smith, S. Feiman-Nemser, D. J. McIntyre, & K. E. Demers (Eds.), *Handbook of research on teacher education: Enduring questions and changing contexts* (pp. 732–755).
- Rogoff, B. (1995). Observing Sociocultural Activity on Three Planes: Participatory Appropriation, Guided Participation, and Apprenticeship. In J. Wertsch, P. Del Rio, & A. Alvarez (Eds.), *Sociocultural Studies of Mind* (pp. 139–164). Cambridge University Press.
- Sachs, J. (2005). Teacher education and the development of professional identity: Learning to be a teacher. In P. Denicolo & M. Kompf (Eds.), *Connecting policy and practice: Challenges for teaching and learning in schools and universities* (pp. 5–21). Routledge.
- Schepens, A., Aelterman, A., & Vlerick, P. (2009). Student teachers' professional identity formation: Between being born as a teacher and becoming one. *Educational Studies*, 35(4), 361–378. <https://doi.org/10.1080/03055690802648317>
- Smith, E., & Yasukawa, K. (2017). What makes a good VET teacher? Views of Australian VET teachers and students. *International Journal of Training Research*, 15(1), 23–40. <https://doi.org/10.1080/14480220.2017.1355301>
- Tanggaard, L. (2007). Learning at trade vocational school and learning at work: Boundary crossing in apprentices' everyday life. *Journal of Education and Work*, 20(5), 453–466.
- Tiedeman, D., & O'Hara, R. P. (1963). *Career development: Choice and adjustment*. College Entrance Examination Board.
- Vähäsantanen, K., Saarinen, J., & Eteläpelto, A. (2009). Between school and working life: Vocational teachers' agency in boundary-crossing settings. *International Journal of Educational Research*, 48(6), 395–404. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2010.04.003>

Virkkula, E., & Nissilä, S. P. (2014). In-service teachers' learning through integrating theory and practice. *Sage Open*, 4(4), Article 2158244014553399.

<https://doi.org/10.1177/2158244014553399>

Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning and identity*. Cambridge University Press.

Wheelahan, L., & Moodie, G. (2010). *The quality of teaching in VET: final report and recommendations*. LH Martin Institute, University of Melbourne, Melbourne.

Rövid szakmai életrajz

Bacsá-Bán Anetta neveléstudományi PhD-t az ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Karán, neveléstudományi kutatások alprogramjában szerzett Budapesten, 2006-ban. 2023-ban a PTE BTK-n neveléstudományok területén habilitált. Diplomáját Szociológia és Magyar nyelv és irodalom szakon szerezte Miskolcon. 2000 óta a Dunaújvárosi Főiskola majd Egyetem oktatója, 2020 óta a Dunaújvárosi Egyetem Tanárképző Központjának főigazgatója, egyetemi docens. Kutatási területe a szakmai pedagógusképzés és a hallgatókövetés, valamint a felsőoktatás hozzáadott értékének vizsgálata.



<http://jates.org>

Journal of Applied Technical and Educational Sciences jATES

ISSN 2560-5429



Steps of systematic reviews based on the PRISMA 2020 recommendation

Attila Kovari

^{1*} Institute of Digital Technology, Faculty of Informatics, Eszterházy Károly Catholic University, Eszterhazy ter 1, 3300 Eger, Hungary kovari.attila@uni-eszterhazy.hu

² Institute of Engineering, University of Dunaujvaros, Tancsics M. u. 1/A, 2400 Dunaujvaros, Hungary, kovari@uniduna.hu

Abstract: In aiding researchers in conducting accurate systematic literature reviews, the study provides a comprehensive walk-through of the PRISMA 2020 guidelines. This approach is exemplified in step-by-step instructions, which depict the various stages of the process. The cruciality of methodology, data collection, and the finalization of results in the form of discussion and conclusions are thoroughly discussed. The chief objective of this document is to facilitate a simplified and clarified interpretation of the PRISMA 2020 guidelines, ultimately providing a realistic set of instructions for researchers to apply in their work. Altogether, this practical guide offers the necessary tools to conduct and report precise systematic reviews in adherence to the PRISMA 2020 protocol.

Keywords: systematic review; PRISMA 2020; paper selection process

Szisztematikus szakirodalom feldolgozás lépései a PRISMA 2020 ajánlása alapján

Kövári Attila

^{1*} Digitális Technológia Intézet, Informatikai Kar, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Eszterházy tér 1, 3300 Eger, Magyarország kovari.attila@uni-eszterhazy.hu

² Műszaki Intézet, Dunaujvárosi Egyetem, Tancsics M. u. 1/A, 2400 Dunaujváros, Magyarország kovari@uniduna.hu

Absztrakt: A tanulmány egy részletes útmutatót kínál a szisztematikus szakirodalmi áttekintések elvégzéséhez, követve a PRISMA 2020 irányelveit. A tartalom lépésről lépésre halad, bemutatva a folyamat során felmerülő különböző szakaszokat. Tárgyalja az módszertan, az adatgyűjtés, az eredmények összefoglalása, a megbeszélés és a következtetések fontosságát. A PRISMA 2020 irányelvek hivatkozásával a dokumentum célja, hogy egyszerűsítse és magyarázatokkal lássa el ezeket az irányelveket, hogy azok könnyebben alkalmazhatók legyenek a kutatók számára. Összességében a dokumentum gyakorlati útmutatóként szolgál a kutatók számára a szisztematikus áttekintések elvégzéséhez és jelentéséhez a PRISMA 2020 irányelveknek megfelelően.

Kulcsszavak: szisztematikus áttekintés; PRISMA 2020; tanulmány kiválasztás folyamata

1. Bevezető

A szakirodalmi áttekintések igen fontos összefoglalók egy tudományterület aktuális kutatási irányait tekintve, melyek szintetizálják az eddigi eredményeket, megállapításokat tesznek az adott tudományterület aktuális helyzetéről. Ezen áttekintések számos esetben kiindulópontot jelentenek új kutatási irányok meghatározásához és felismerhetnek olyan problémákat, amelyeket az adott tudományterület továbbfejlesztési irányait határozhatják meg. Egy ilyen áttekintés során fontos annak pontos meghatározása, hogy miért készült az áttekintés, hogyan azonosították és választották ki az áttekintett tanulmányokat és az áttekintés alapján mit találtak, milyen eredményekre jutottak. A Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis 2020 (PRISMA 2020) iránymutatás célja, hogy segítse a kutatókat abban, hogy jól átgondolt, hasznos eredményekre vezető szisztematikus szakirodalom feldolgozásokat készítsenek, melyhez útmutatásokat, ellenőrző listát és folyamatábrát is ad (PRISMA 2020).

Jelen tanulmány a PRISMA folyamatábra és a 42 tételt tartalmazó ellenőrzőlistához ad egy áttekintő tanulmány elkészítéséhez szánt egyszerűsített lépésről-lépésre útmutatót, mely segítségre lehet azon kutatók számára, akik kevésbé jártasok a szisztematikus szakirodalmi áttekintések elvégzésében.

2. Szisztematikus szakirodalom feldolgozást bemutató tanulmány összeállításának lépései

A következőkben a szisztematikus szakirodalom feldolgozás fontosabb lépései kerülnek bemutatásra. A lépések nem térnek ki a PRISMA 2020 iránymutatás összes tételére, de a kezdő kutatók számára legfontosabb lépéseket összefoglalja. A következőkben részletezett lépések elvégzése előtt a kutatónak tisztában kell lennie azzal, hogy milyen célból és milyen eredmények elérésére kíván szakirodalom feldolgozást végezni, vagyis mi a célja az áttekintéssel. A következőkben 7 fő lépésben kerülnek összefoglalásra (1. táblázat) a szakirodalmi áttekintés főbb lépései, azonban a 3. módszertani lépés a jelentősége miatt további 7 allépésre bontva kerül ismertetésre.

1. táblázat Szisztematikus áttekintést tartalmazó tanulmány összeállításának lépései

Lépés	Feladat
1	Cím meghatározása
2	Bevezető megfogalmazása
3	Módszerek kidolgozása (7 allépésre bontva)
4	Eredmények összefoglalása
5	Diszkusszió megfogalmazása
6	Konklúzió megfogalmazása
7	Absztrakt megírása

1. Lépés: Cím meghatározása

A címnek természetesen utalnia kell az áttekintés céljára, valamint a címben érdemes feltüntetni a „szisztematikus áttekintés” kifejezést. A cím lehetőleg legyen tömör és megfelelően utaljon az áttekintés témakörére. Előfordulhat, hogy a szakirodalom feldolgozás során olyan irányok is megjelennek a célok között, amely kezdetben még nem is volt megfogalmazva, így a cím is változhat az áttekintés kidolgozásának a végére. Ettől függetlenül javasolt már az elején a cím meghatározása, mely egyfajta iránymutatás a teljes szakirodalomfeldolgozás során. Az absztrakt megfogalmazását azonban már célszerű a szakirodalom feldolgozás elvégzésének a végén megtenni, hogy minél jobban illeszkedjen a ténylegesen elvégzett és a tanulmányban összefoglalt munkára és az absztraktban feltüntetni szükséges információk is csak az áttekintés elvégzésével állnak elő.

2. Lépés: Bevezető megfogalmazása

A tanulmány bevezető részében részletesen le kell írni, hogy miért volt szükség a felülvizsgálatra, és hogyan illeszkedik a már létező ismeretekhez és kutatásokhoz. Ez a rész arra szolgál, hogy bevezesse az olvasót a felülvizsgálat téma és céljainak megértésébe, és rávilágítson arra, hogy miért fontos és aktuális a vizsgálat az adott tudományos területen. A bevezetés segít elhelyezni a kutatást a szakirodalomban, és megmutatni, hogy miért van szükség az új vizsgálatra az adott témában. Ebben a részben ki kell emelni, hogy mi az a kérdés vagy probléma, amelyre a felülvizsgálat választ keres, és miért fontos az ennek megválaszolása. Pontosán meg kell határozni, hogy mi a felülvizsgálat fő céljai, illetve milyen konkrét kérdésekre keresi a válaszokat olyan módon, hogy ne legyenek azok félreérthetőek. Ezek a célkitűzések vagy kérdések lehetnek hipotézisek tesztelése, meglévő ismeretek összefoglalása és rendszerezése, egy adott témában fellelhető tudás hiányosságainak feltárása vagy egy új megközelítés vizsgálata. A jól meghatározott célok

vagy kérdések segítenek az olvasónak beazonosítani, hogy miért olvassa a tanulmányt és megkönnyítik a kutató munkáját is, mivel az egész felülvizsgálatot ezekhez az alapvető célkitűzésekhez vagy kérdésekhez lehet igazítani és értelmezni.

3. Lépés: Módszerek kidolgozása

A kidolgozott módszertan egy nagyon fontos része a tanulmánynak. Ennek részletes kidolgozása és véghezvitele nagyban befolyásolja az áttekintés értékes, jól átgondolt és hasznos eredményekre vezető legyen. Ezért a módszertan több lépésben kerül kidolgozásra.

3.1 Lépés: Tanulmányok beválogatása, kizárása

A módszerek részében részletesen le kell írni, hogy milyen feltételeket határoztak meg az egyes tanulmányok:

- beválogatásának;
- kizárásának;
- csoportosításának;

elvégzése során. Ezek olyan kritériumok lehetnek, mint például a kutatás típusa, a résztvevők demográfiai jellemzői, az intervenció típusa, a vizsgált kimenetek stb. Fontos, hogy ezeket a kritériumokat egyértelműen és részletesen leírják, hogy világos legyen, hogy milyen jellegű tanulmányokat válogattak be a felülvizsgálatba.

Beválogatási kritérium lehet például a tanulmányokban vizsgált korosztály, például azon tanulmányok, amik 8 és 12 év közötti gyerekeket vizsgáltak, vagy oktatási módszerek alkalmazása, például amelyek egy specifikus oktatási módszert vizsgálnak, például interaktív digitális tananyagot vagy esetleg olyan cikkek, amelyekben csak olyan pedagógusokkal végeztek interjúkat, akik legalább 5 éves tapasztalattal rendelkeznek az oktatás területén.

A kizárt tanulmányok pontos leírása is fontos, melyek lehetnek például olyan kritériumok, amelyek alapján egy tanulmány témája alapján mégsem kerül beválogatásra, mint például áttekintő cikk, editorial, kis mintavételi számon alapuló tanulmányok, több hasonló témájú cikk akkor, ha az eredményeik túl hasonlóak így nincs új és értékes információ a meglévő ismeretekhez képest, vagy olyan tanulmányok, amelyek csak olyan nyelven vannak elérhetőek, amit a kutatók nem tudnak értelmezni.

A tanulmányok csoportosítása segítséget adhat az eredmények hatékony szintetizálásához vagy összefoglalásához és azok értelmezéséhez. Ez lehet például a tanulmányok hasonló jellemzők alapján történő csoportosítása vagy klaszterezése. Ilyenek lehet például az iskolai évfolyamok alapján történő csoportosítás, az alsó tagozat (1-4. évfolyam) és felső tagozat (5-

8. évfolyam), de lehet oktatási módszer alapján is, például csoportmunka vagy online tanulás, továbbá a tanulmányok csoportosíthatók akár a diákok teljesítmény szintje alapján is, például magas, közepes és alacsony teljesítményű csoportokra. Ezek a csoportosítási kritériumok lehetővé teszik a kutatók számára, hogy a tanulmányokat hasonló csoportokra bontsák, és ezáltal részletesen elemezzenek bizonyos tényezők vagy intervenciók hatását a különböző csoportokra. Ez lehetővé teszi a részletesebb összehasonlításokat és a mélyebb megértést az oktatási beavatkozások hatékonyságáról és hatásairól a különböző csoportokban.

3.2 Lépés: Felhasznált információforrások és keresés módszere

A módszerek részben részletesen le kell írni, hogy milyen adatbázisokat, weboldalakat, hivatkozási listákat és egyéb forrásokat használtak a tanulmányok azonosítása érdekében. Emellett meg kell adni minden forrás esetében azt a dátumot is, amikor utoljára kerestek vele. A dátumok megadása kritikus fontosságú, mivel ezek jelzik, hogy meddig terjedt a keresési időszak, és hogy a talált eredmények mennyire frissek vagy aktuálisak. Ez különösen fontos az olyan területeken, ahol a tudomány folyamatosan fejlődik és friss kutatási eredmények jelennek meg. Ez a rész a tanulmány megbízhatóságát és hitelességét növeli, mivel a kutatók és mások ellenőrizhetik a használt forrásokat és a kutatási időszakot, és így jobban megérthetik a tanulmány eredményeinek kontextusát és aktualitását. Részletesen be kell mutatni az összes adatbázis, regiszter és weboldal teljes keresési stratégiáját, beleértve az alkalmazott szűrőket is az alábbiak szerint:

- Keresett kulcsszavak: Meg kell adni az összes olyan kulcsszót vagy kifejezést, amelyeket a keresés során használtak az egyes adatbázisokban vagy regiszterekben. Ez magában foglalhatja a témára, résztvevőkre és más releváns tényezőkre vonatkozó kulcsszavakat.
- Szűrők és korlátok: Ha alkalmaztak különféle szűrőket vagy korlátokat a keresés során (például nyelvi korlátok, évszámok), ezeket részletesen le kell írni.
- Keresési operátorok: Le kell írni az alkalmazott keresési operátorokat, például AND, OR, NOT, hogy hogyan kapcsolták össze a különböző kulcsszavakat a keresés során.
- Keresési időszak: Meg kell adni azt a pontos időszakot, amikor a keresést elvégezték, hogy az olvasók tudják, hogy milyen friss és aktuális eredményekre támaszkodhatnak.

Az összes keresési stratégia és alkalmazott elem részletes bemutatása lehetővé teszi az olvasók és más kutatók számára, hogy reprodukálják a keresési folyamatot, ellenőrizzék az

alkalmazott kulcsszavakat és szűrőket, és értékeljék a keresési módszerek megbízhatóságát és relevanciáját. Ez a rész hozzájárul a kutatás átláthatóságához és hitelességéhez.

3.3 Lépés: Tanulmányok beválogatási feltételeinek ellenőrzése

Részletesen le kell írni és bemutatni, hogy milyen módszerekkel döntötték el, hogy egy tanulmány megfelel-e a felülvizsgálat beválogatási kritériumainak, amihez az alábbiak adhatnak támpontot:

- Részvevők: Meg kell adni, hogy hány kutató dolgozott együtt a tanulmányok kiválasztásánál, és hogy hány tanulmányt vagy felvételt néztek át.
- Független munka: El kell dönteni, hogy a kiválasztást végző kutatók önállóan végezték-e a kiválasztást, vagy együttműködve dolgoztak-e a döntéshozatalban.
- Automatizált eszközök: Ha alkalmaztak valamilyen automatizált eszközt a kiválasztás során (például szoftvert a címszavak előszűrésére), akkor ezt részletesen le kell írni, beleértve az eszköz nevét, típusát és működési módját.
- Kétlépcsős eljárás: Ha alkalmaztak előszűrést és végső döntést két külön lépcsőben, ezt is le kell írni, és a két lépcsőben részt vevő ellenőrök számát és munkamódszerét részletezni kell.

Ez a részletes leírás és bemutatás lehetővé teszi az olvasók és más kutatók számára, hogy megértsék, hogy a tanulmányok kiválasztása milyen módon történt, mennyire objektív és megbízható volt a folyamat, és hogy mennyire voltak bevonva automatizált eszközök. Az átláthatóság és az ellenőrizhetőség érdekében fontos, hogy minden részletet részletesen leírjanak és bemutassanak.

3.4 Lépés: Adatgyűjtés módszere

Részletesen be kell mutatni, hogy milyen módszerekkel gyűjtötték össze az adatokat a tanulmányokból. Például hány adatgyűjtő vett részt az adatok gyűjtésében, és hogy hány tanulmányt dolgoztak fel, ha szükség volt az adatok megerősítésére vagy kiegészítésére a tanulmány szerzőivel vagy résztvevőivel való kapcsolattartás révén, ezt le kell írni, beleértve a kapcsolattartás módszerét és folyamatát, ha alkalmaztak valamilyen automatizált eszközt az adatgyűjtés során (például adatok kinyerésére szolgáló szoftvert), akkor ezt részletesen le kell írni, beleértve az eszköz nevét, típusát és működési módját, továbbá azt is célszerű leírni, hogy miként ellenőrizték az összegyűjtött adatok pontosságát és megbízhatóságát. Az adatgyűjtés számos esetben a tanulmányokból átvett konkrét adatokat jelenti, ebben az

esetben nem feltétlenül van szükség az előzőekben részletezett összetett adatgyűjtés alkalmazására.

3.5 Lépés: Kimenetek, melyre az adatgyűjtés irányult

Részletesen le kell írni és bemutatni azokat az eredményeket vagy kimeneteket, amelyekre adatokat kerestek a tanulmányokból, valamint be kell mutatni azokat a változókat vagy faktorokat, amelyekre adatokat kerestek a tanulmányokból. A szisztematikus áttekintés célját tekintve ez az adatgyűjtés lehet egyszerű vagy összetett folyamat, amihez a következők bemutatása szükséges:

- **Változók felsorolása:** Az összes olyan változót vagy faktort felsorolni kell, amelyekre a tanulmány során adatokat kerestek. Ez magában foglalhatja például a résztvevők és az intervenciók jellemzőit, a finanszírozási forrásokat stb., valamint például a különböző mértékegységeket, időpontokat és elemzéseket.
- **Adatok teljessége:** Kifejteni, hogy az összes olyan eredményt keresték-e, amelyek kompatibilisek voltak a kívánt kimeneti területtel (pl. minden mérési adat, időpontok, elemzések), vagy csak egyeseket gyűjtöttek össze.
- **Kiválasztás:** Ha nem kerestek minden eredményt, akkor részletesen le kell írni, hogy milyen módszereket alkalmaztak az eredmények gyűjtésének kiválasztásához. Ez magában foglalhatja például azt, hogy miért döntöttek arról, hogy bizonyos mértékegységeket vagy időpontokat keressenek, és miért hagyták ki másokat.
- **Hiányos vagy nem világos információk:** Le kell írni, hogy milyen feltételezéseket tettek arról, hogy hiányos vagy nem világos információk esetén milyen adatokat használtak vagy hogyan kezelték ezt a problémát. Például, ha egy adott változó esetében hiányzó adatok voltak, le kell írni, hogy milyen módszert alkalmaztak a hiányzó adatok pótlására vagy hogyan kezelték a hiányzó információt.

A gyűjtött változók esetében célszerű bemutatni azt is, hogy milyen módszerekkel értékelték a belefoglalt tanulmányok kockázatát a hibára. Erre többféle módszer is létezik az adatok és vizsgálatok jellegétől függően, például Cochrane Risk of Bias Tool, Newcastle-Ottawa Scale, QUADAS-2, ROBINS-I, Jadad Scale, MINORS Scale, azonban sok esetben ennek elvégzését a cikkekben lévő információk hiánya nagyban nehezíti.

3.6 Lépés: Hatás mérték, jellemzők meghatározása

Le kell írni és bemutatni, hogy milyen hatás mértékeket használtak az eredmények szintéziséhez vagy bemutatásához, minden egyes kimeneti változó esetében, valamint

hatásmértékeket hogyan használták az elemzésben, vagy az egyes hatásmértékeket mely eredményekkel vagy csoportokkal hasonlították össze. A hatás mérték vagy jellemzők elemzése lehet egyszerű vagy összetett, a vizsgálat jellegétől függően.

Például egy olyan áttekintés esetén, amely eltérő oktatási módszerek hatását vizsgálná diákok matematikai teljesítményének változására, egy hatás mérték lehet például az átlagos pontszám növekedés egy standardizált tudásfelmérés során. Itt érdemes definiálni, hogy mi az átlagos pontszám növekedés, mint hatás mérték, például átlagosan hány ponttal nőtt a diákok teljesítménye egy másik oktatási módszer alkalmazása után. A kockázati arány azt mutatná meg, hogy a más oktatási módszerrel tanulók esetében hányszor nagyobb a valószínűsége a kívánt teljesítmény elérésének, mint a hagyományos módszerrel tanulók esetében (kontrollcsoport). Azt is be kell mutatni, hogy a hatásmértéket hogyan használták fel az elemzésben, például az átlagos pontszám növekedése a különböző tanulmányok esetében kiszámításra és összegzésre kerültek, ezzel összehasonlítható az átlagos pontszám növekedése a módosított tanulási módszer (kezelt csoport) és a hagyományos tanulási módszer (kontrollcsoport) esetén a kettő közötti átlagos pontszám különbséggel.

A jellemzők esetében egyszerűbb lehet a folyamat. Például lehet egy jellemző, hogy a matematikai teljesítményt vizsgáló cikkekben milyen oktatási módszereket alkalmaztak, hasonlítottak össze. Ezek a jellemzők is értékelhetők és végül szisztematikusan elemezhetők.

3.7 Lépés: Szintézis módszere

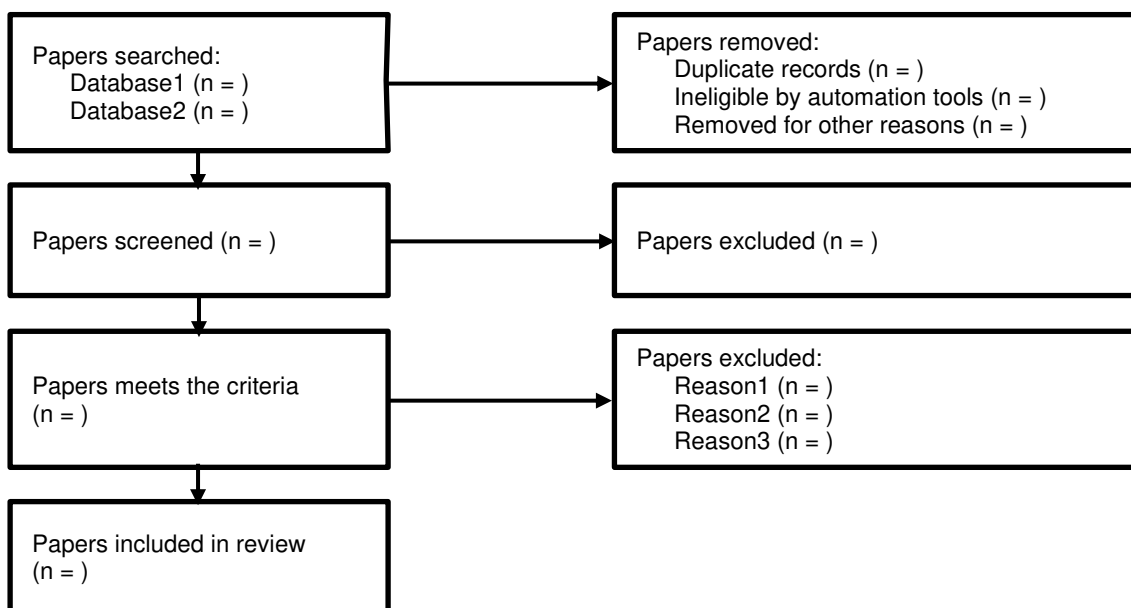
Le kell írni, hogy milyen szintézis módszer választottak és miért választották azt. Például lehet, hogy az adott módszer alkalmas volt az adatok jellegére vagy a kutatási kérdésekre válaszolásra. Be kell mutatni, hogy hogyan összegezték a hatás mérték vagy jellemzők alapján gyűjtött információkat. Legtöbb esetben táblázatban kerülnek összefoglalásra az egyes jellemzők, azonban számos esetben vizuális megjelenítés is alkalmazható, például diagramok, grafikonok vagy ábrák. Ezen összefoglaló elkészítését nehezítheti, ha az adatokat elő kell készíteni, mert például a hatás mértékek eltérő módokon kerültek az egyes tanulmányokban meghatározásra. Ekkor több lépés is szükséges lehet a szintézis elvégzése előtt (nem feltétlenül mindegyik):

- Hiányos adatok kezelése: le kell írni, hogy milyen módszert vagy stratégiát alkalmaztak ezeknek a hiányzó adatoknak a kezelésére (például az adott cikk nem került bele az elemzésbe).

- Adatkonverziók: Ha az adatokat különböző formátumokban vagy egységekben van meg, le kell írni, hogy milyen adatkonverziókat végeztek. Például lehet, hogy a különböző mértékegységeket egységesítették, vagy hogy a különböző skálákat standardizálták.
- Adattisztítás: Ha az adatok tisztításra szorultak, le kell írni, hogy milyen módszereket alkalmaztak az adattisztítás során. Például lehet, hogy eltávolították az outlier értékeket vagy kijavították a hibásan rögzített adatokat.
- Adattranszformációk: Ha az adatokat transzformálták a szintézis vagy bemutatás érdekében, le kell írni, hogy milyen transzformációkat alkalmaztak. Például lehet, hogy logaritmus vagy más transzformációkat használtak az adatok normalizálásához.
- Adatkódolás: Szükséges lehet az adatok kódolása a táblázatok vagy vizuális eszközök elkészítése során, ebben az esetben, az adatkódolás folyamatát is le kell írni.

4. Lépés: Eredmények összefoglalása

Az eredmények részben be kell mutatni, hogy mi lett a keresés és válogatási folyamat eredménye a tanulmányban, a kezdeti talált rekordok számától a végsően felvett tanulmányok számáig, általában egy folyamatábrával összegezve (1. ábra).



1. ábra Tanulmányok kiválasztásának folyamatábrája

Részletesen le kell írni, hogy hány rekordot azonosítottak az első keresés során az összes forrásból. Ez lehet például egy adatbázisból vagy regiszterből származó cikkek száma. Azt is be kell mutatni, hogy hogyan végeztek előválogatást a talált rekordok között. Például lehet, hogy a cím és absztrakt alapján válogatták ki a potenciálisan releváns tanulmányokat,

valamint hogy a potenciálisan releváns tanulmányokat hogyan vizsgálták át teljes terjedelmükben a végső beválogatás előtt. Le kell írni, hogy milyen kritériumok alapján döntötték el, hogy egy tanulmány belefér-e a felülvizsgálatba. Végül le kell írni, hogy milyen feltételek alapján és mennyi tanulmány került a felülvizsgálatba. Célszerű olyan kritériumrendszer alkalmazása, melynek eredményeként legalább 20 tanulmány kerül részletesen elemzésre az áttekintés során (az egyéb például a bevezetőben hivatkozott tanulmányon túl). Be kell mutatni, hogy akár az előválogatás akár a teljes szövegű elemzés során milyen okok miatt zártak ki esetleges befoglalási kritériumoknak megfelelő tanulmányokat, amik lehetnek például, hogy hiányos vagy helytelen adatokat tartalmaztak, vagy nem voltak relevánsak a felülvizsgálat kérdéséhez és hogy ez milyen szempontok alapján történt. A módszerek részben ezek már ismertetésre kerültek, így elegendő csak hivatkozni ezekre, de ha a feldolgozás során a módszerek között nem részletezett lépéseket is alkalmazni kellett, akkor azt itt kell leírni.

A beválogatott tanulmányokra hivatkozni kell az irodalomjegyzékben és a szintézis módszere alapján részletesen be kell mutatni ezeket. Érdeemes bemutatni szövegesen is az adott tanulmány jellemzőit, a tanulmány címét, szerzőit, évszámát, milyen tervezési és módszertani elemekkel rendelkeznek, milyen kimeneti mutatókat mértek, hogyan gyűjtötték az adatokat (pl. kérdőív, megfigyelés stb.) és hogyan végeztek elemzéseket (pl. t-próbák, ANOVA stb.). Be kell mutatni a tanulmányokban talált főbb eredményeket és következtetéseket. Fontos, hogy objektívan és részletesen mutassák be az eredményeket és azt, hogyan kapcsolódnak a felülvizsgálat témájához.

Nem mindig születik az elemzett tanulmányok esetében kockázatértékelés, amely arra utal, hogy mennyire megbízhatóak és hitelesek az adott tanulmány eredményei és következtetései. Ennek meghatározása nehézkes, meg kell határozni a kockázatértékelési eszközt vagy skálát, valamint a kockázatok értékelésének folyamatát. Ez lehet egyes kockázati tényezők elemzésével, például, hogy a vizsgált tanulmány milyen mértékben és módszerekkel elemezte a vizsgálat kockázatait. Végül azt kell bemutatni, hogy az egyes tanulmányok kockázatértékelése milyen hatással volt a felülvizsgálati eredményekre és következtetésekre. Ha ez a hatás nem elhanyagolható, akkor az elvégzett szintézis nem hordoz releváns eredményeket.

A szintézis módszere alapján összegezni és bemutatni kell az eredményeket a kívánt mutatók, jellemzők alapján, amelyeket minden felvett tanulmány esetében meg kell adni, valamint a csoportokra is. Ez lehet például a hatás mértéke (pl. középérték stb.), a hatás iránya (pl.

kedvező vagy káros hatás), és minden releváns számszerű vagy jellemzőt leíró adat. Csoportok összehasonlítása esetén fontos leíró jellemző a hatásirány, mely segíti az olvasókat abban, hogy értékeljék, hogy melyik csoport javul vagy romlik egy kontroll csoporttal összehasonlítva. Az adatokhoz a pontossági és hihetőség információk, heterogenitás, hatásbecslés, megbízhatóság megadása általában nehézségekbe ütközik, ennek meghatározásához általában nem adnak megfelelő kiinduló alapot a publikációkban közölt információk, így a kutatók becslése alapján történhet, talán ezért számos esetben ez nem kerül bele az eredmények szintézisébe.

5. Lépés: Diszkusszió megfogalmazása

A diszkusszió során össze kell foglalni az eredményeket, amelyben részletesen be kell mutatni, hogy a kutatás céljaival összefüggésben mik voltak a fő eredmények, amelyeket az elemzések és a szintézisek során találtak. Arra is ki kell térni, hogy ezek az eredmények hogyan illeszkednek az előzőleg rendelkezésre álló egyéb kutatásokhoz, melyek egyeznek meg ezekkel és melyek mutatnak ellentmondást más kutatások eredményeivel. Ki kell térni arra is, hogy milyen potenciális magyarázatok lehetnek az eredményekre, és hogy milyen területeken szükséges további kutatás, mint például az, hogy miért lehetnek eltérések az elvárt eredményektől vagy esetleg miért nem találtak szignifikáns hatásokat. Ki kell térni a vizsgálat korlátaira is, hogy melyek azok a területek, amelyeken az eredmények vitathatóak lehetnek vagy ahol korlátozások állnak fenn például azért, mert a minta mérete kicsi volt vagy ha az adatok bizonytalanok voltak.

Fontos azt is kiemelni, hogy az eredmények milyen gyakorlati jelentőséggel bírnak az adott területen. Ide tartozik például az, hogy miként befolyásolhatják a gyakorlatot, milyen hatással vannak az alkalmazott gyakorlati módszerekre, milyen javaslatok fogalmazhatók meg ezekkel összefüggésben vagy esetleg milyen politikai döntések meghozatalában segíthetnek. Fontos, hogy hatása lehet az eredményeknek a szakmai közösségre vagy a szélesebb társadalomra is, továbbá lényeges, hogy miként lehetne az eredményeket megosztani vagy felhasználni az érintett közösségek számára.

6. Lépés: Konklúziók megfogalmazása

A konklúziók a szerző saját gondolatai alapján megfogalmazott összefoglaló az áttekintés részleteivel, eredményeivel, eredmények hasznosításával azok továbbfejlesztésével és további kutatási irányok felhasználására tett javaslatokkal. A szerző minden fontos észrevétele és összegzése az áttekintés eredményeivel, diszkussziójával összefüggésben. Vannak olyan

folyóiratok, melyek csak a szerző saját gondolatait várják a konklúzióban, így szakirodalmi hivatkozások sem helyezhetők el ebben a részben.

7. Lépés: Absztrakt megírása

Célszerűen az absztraktot az áttekintő tanulmány elkészítésének a végén érdemes megfogalmazni, ekkor már minden információ rendelkezésre áll ennek helyes és informatív megírásához. Az absztraktban meg kell határozni az áttekintés fő céljait vagy kutatási kérdéseit, valamint, hogy az áttekintésbe bevont cikkek esetében mi volt a beválogatás vagy kizárás kritériuma és mely adatbázisok alapján történt a tanulmányok keresése. Az absztraktban célszerű összefoglalni, hány tanulmány került beválogatásra és ezen tanulmányoknak mik voltak a főbb jellemzőik. Végül az eredményeket és azok általános értelmezését, kiemelt következtetéseket célszerű belefoglalni az absztrakt szövegébe.

3. Összefoglalás

A PRISMA 2020 egy nagyon átgondoltan és részletesen kidolgozott iránymutatás szisztematikus szakirodalom feldolgozás elkészítéséhez. Azonban a kezdő kutatók számára a 42 tételt tartalmazó ellenőrzőlista bonyolult, értelmezése nehézkes lehet. Jelen tanulmány a PRISMA 2020 részben egyszerűsítésével és magyarázatokkal történő kiegészítésével kíván egy hatékonyan használható lépésről-lépésre útmutatót adni, mely segítségre lehet azon kutatók számára, akik kevésbé jártasok a szisztematikus szakirodalmi áttekintések kidolgozásában.

Az egyszerűsítés során elsősorban a PRISMA 2020 iránymutatás kockázat, robusztusság, megbízhatóság értékelésével kapcsolatos részei kerültek háttérbe. A szisztematikus áttekintések esetében ezek sok esetben nem kerülnek elemzésre, azonban a PRISMA 2020 iránymutatás következetes alkalmazása ezekre is rámutat.

A PRISMA iránymutatás kibővített változatai elérhetőek a hálózati metaelemzések, az egyedi résztvevői adatok metaelemzéseinek, a káros hatások elemzéseinek, a diagnosztikai teszt pontossági elemzéseinek és a keretvizsgálatok jelentésének útmutatására; ezeknél a típusú elemzéseknél javasolt a PRISMA 2020 ajánlásai szerint jelentsék meg a vizsgálatukat, együtt a kiegészítő útmutatással.

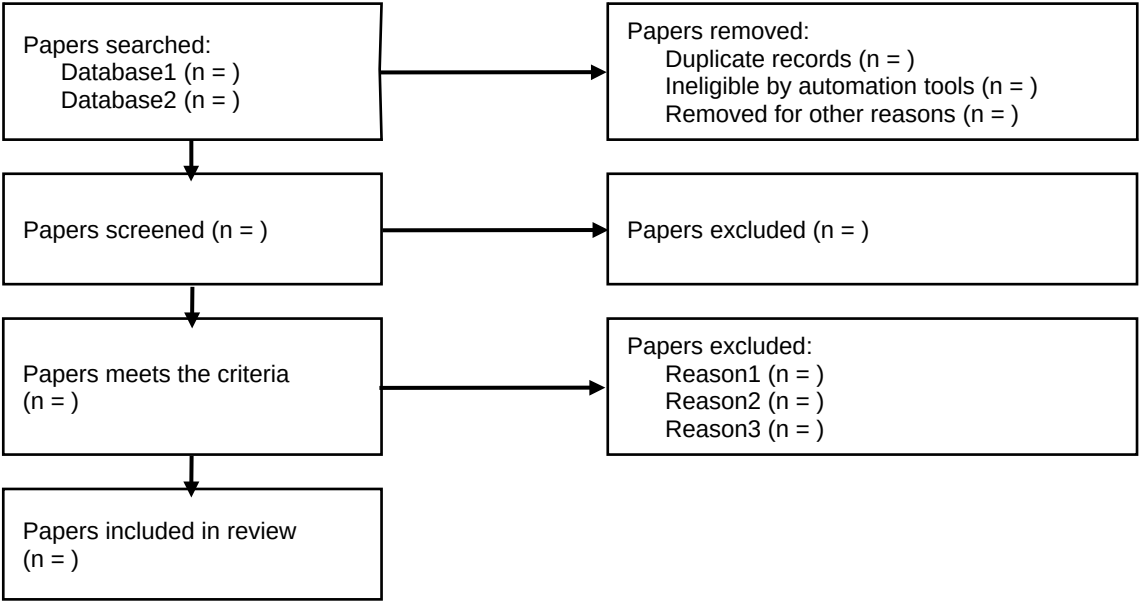
Irodalomjegyzék

Page, M. J. et al (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *International journal of surgery*, 88, 105906.

Rövid szakmai életrajz

Kóvári Attila az Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, az Óbudai Egyetem, a Dunaújvárosi Egyetem és a Neumann János Egyetem professzora, valamint a Alkalmazott Műszaki és Pedagógiai tudományos folyóirat főszerkesztője. PhD fokozatát műszaki területen szerezte, informatikai és neveléstudományihabilitációval rendelkezik. Kutatási területei az ember-számítógép interakció, a digitális oktatás és az IT ipari alkalmazásai.

text





<http://jates.org>

Journal of Applied
Technical and Educational Sciences
jATES

ISSN 2560-5429



Examining the Relationship Between the WTCAi System and Student Background Data in Modern Educational Assessment

Éva Karl 1*

1* Széchenyi István University, Doctoral School of Multidisciplinary Engineering Sciences, 1. Egyetem Square, H-9026 Győr, Hungary, karl.eva@varkerti.hu

Abstract: *The study presents the latest development results of the WTCAi (When The Child Asks with AI) system, focusing on the correlations between student background data and academic performance. Students' family background, learning habits, and performance during the research were analysed using machine learning methods. The results show that the artificial intelligence-based approach can significantly improve the efficiency and personalisation of educational assessment. The study discusses the results of the developed prediction models and their practical application possibilities.*

Keywords: *pedagogical monitoring, evaluation, individual learning paths, validity, learner-centred knowledge transfer, development of monitoring and evaluation systems, WTCAi, item, generation gap, artificial intelligence, machine learning;*

Introduction

1.1. Research Background

Educational institutions are responsible for preparing children for further education and successful performance in the labour market. To fulfil this task, the educational process must meet the requirements posed by the continuously changing economic and social environment. However, traditional, conservative educational methods are becoming less effective as the world changes and new generations develop differently. Technology has become an integral part of everyday life for the so-called "touchscreen" or alpha generation. Digital devices are part of their identity and self-expression, naturally adapting to the current world and circumstances (Molnar, 2014). The online space is a natural terrain for them to establish connections and navigate the world, which also plays a significant role in their emotional development. In the online world, due to impersonality, the ease of exit, and the possibility of immediate reactions, dealing with problems and conflicts remains at a much lower coping level.

The current assessment system faces two significant problems:

- It does not adequately support individual learning paths
- The generational gap between teachers and students threatens the validity of assessment tools

Teachers' autonomy naturally extends to the assessment process, which incorporates numerous human factors that influence the outcome in various ways. The current system has a heterogeneous evaluation process that often occurs in large groups and is exclusively directed by the subject teacher. Due to a lack of resources and time, it is evident that the assessment and evaluation process cannot be learner-centred for every student and needs to support individual learning paths adequately. Research shows that applying the constructivist pedagogical approach has successfully met the above expectations. In this approach, students are no longer passive receivers and repeaters of information but take greater responsibility for their learning materials and education. Here, the teacher takes more of a coach or guide role, whose primary task is to help students independently acquire desired knowledge, competencies, and skills.

Pedagogical assessment is present at all levels of the teaching-learning process, typically in the form of written examinations. Teacher autonomy naturally extends to the assessment process, which incorporates numerous human factors. One unfortunate characteristic of the current system is that it neither adequately supports individual learning paths nor addresses the validity of measurement tools threatened by the generational gap between teachers and children.

Our research was motivated by the understanding that educational institutions' development and continuous improvement can only be realised if the pedagogical supervision and assessment system also evolves and adapts to new challenges. Therefore, the question arises: How can the pedagogical supervision and assessment system be developed to support individual learning paths and ensure the validity of measurement tools to the greatest extent possible? To answer this question, our research aims to develop an artificial intelligence-supported complex assessment system (WTCAi - When The Child Asks with AI) that suggests appropriate elements for subject teachers during monitoring and evaluation. During system development, we focused on collecting and analysing student background data, which helps us uncover deeper connections between factors influencing student performance.

The research presented now includes, as a new element, detailed background data analysis and prediction systems based on machine learning models. These systems can help teachers identify early intervention points and develop personalised support strategies. The results show that the artificial intelligence-based approach can significantly improve the efficiency and

personalisation of educational assessment while helping to bridge the generational gap between teachers and students.

1.2. Overview of the WTCAi System

One of the biggest challenges in the modern educational environment is effectively applying personalised assessment methods and bridging generational differences. In developing the WTCAi (When The Child Asks with AI) system, we sought to address these challenges by integrating the latest tools of artificial intelligence and machine learning. The system's concept is based on a person-centred approach to education, where technology does not replace but supports pedagogical work.

The platform developed to increase the effectiveness of educational assessment is built on three main pillars: data-based decision-making, personalised feedback, and automated processes. The system architecture has a modular structure, enabling independent development and optimisation of components while ensuring close cooperation in complex assessment processes.

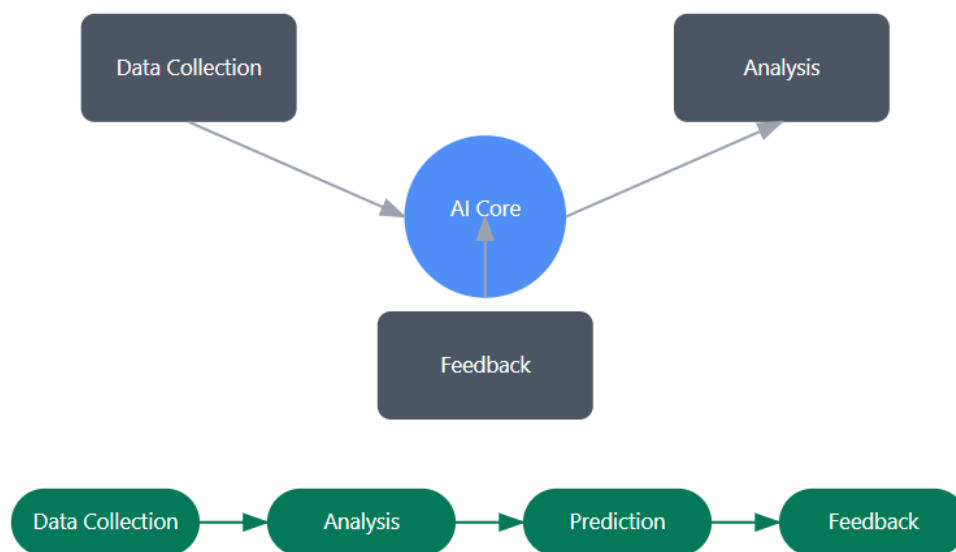


Fig. 1. Simplified data processing workflow

The subsystems are organised around the central AI engine, each serving a specific function. The data collection and management module is built on a MySQL-based database management system, which ensures efficient storage and retrieval of large amounts of structured data. The system pays special attention to data protection, fully complying with GDPR requirements. The analysis module contains several closely cooperating components. The question bank management system uses Natural Language Processing (NLP) technologies to categorise and

evaluate student questions automatically. The fuzzy logic decision support system enables handling uncertainties in the assessment process, while prediction modules use machine learning algorithms to forecast student performance. The prediction system provides support in three main areas: academic performance prediction (Random Forest algorithm, 82.4% accuracy), absence prediction (Gradient Boosting-based model, ± 3 hours accuracy), and tutoring needs identification (logistic regression, 78.6% accuracy). These results significantly exceed the predictive capabilities of traditional assessment methods.

Among the system's innovative functions, the adaptive question selection mechanism is critical, dynamically adjusting task difficulty levels based on the student's previous performance. The automated language processing checks the grammatical correctness of questions and performs semantic analysis, ensuring appropriate reading comprehension level matching. The security architecture implements a multi-level protection system, from role-based user permission management through encrypted data storage to regular backups. The system focuses on personal data protection and ensures GDPR-compliant data processing procedures. During development, special attention is paid to continuous system optimisation and integration of new functions. Besides increasing the accuracy of prediction models, the focus is placed on implementing new machine learning algorithms and improving user experience. Mobile application development and expanding cloud-based services open up additional possibilities in system usage. Thus, WTCAi is an assessment tool and a complex education support platform that assists teachers' work and students' development using modern technology tools. The system's flexibility enables continuous adaptation to changing educational environments and needs while maintaining the principles of personalised assessment and feedback.

2. Literature Review

2.1. *Modern Approaches to Pedagogical Assessment*

In modern educational systems, the role of pedagogical assessment is undergoing a fundamental transformation. The continuous monitoring and evaluation of the teaching-learning process is an essential requirement for the effective operation of the education and training system. Weimer's (2013) comprehensive research convincingly demonstrated that learner-centered educational methods significantly outperform traditional teacher-centered approaches in all examined dimensions. This paradigm shift also highlights the need to adapt assessment methods. Modern challenges in pedagogical assessment form a complex system, which is

thoroughly explored in the work of Letschert (2006) and Vass (2006). Reinterpreting the role of knowledge transfer is central to this process. Instead of traditional one-way information transmission, the joint construction of knowledge emerges, where students actively participate in their learning process. This approach necessitates a fundamental transformation of the educational environment, where supporting individual needs and development paths take priority. The reevaluation of the teacher's role also represents a defining change. The modern teacher participates in learning as a knowledge transmitter and supporting partner. This role change accompanies increased student responsibility, where students actively shape their learning strategies and goals.

In developing challenging learning environments, particular emphasis is placed on building usable knowledge and developing competencies, which form the basis of lifelong learning. Following Képes's (2016) work, the principles of constructivist pedagogy significantly transform assessment practice. The process of knowledge construction is complex and individual, where the learner participates not as a passive receiver but as an active builder. The increased importance of prior knowledge represents a fundamental change in assessment practice. The process of conceptual changes requires special attention, as resolving contradictions between new information and the existing knowledge system is critical to learning success.

According to Nagy's (2009) research, assessment validity is complex beyond simple measurement methodological questions. Task complexity often results in the simultaneous measurement of multilayered competencies, which presents methodological challenges. In written examinations, considering the role of reading comprehension skills is particularly important, as deficiencies in communication competencies can mask actual subject knowledge. This recognition points to the need for diversification of assessment methods.

The implementation of modern technological solutions revolutionises assessment practice. Adaptive testing systems can adjust task difficulty to students' individual ability levels while providing immediate feedback on performance. Artificial intelligence enables real-time analysis of large datasets and the application of predictive models. In competency-based assessment, technology supports complex measurement of skills and abilities and precise identification of development areas.

One of the most defining characteristics of modern assessment systems is the personalisation paradigm. Our preliminary research empirically proves that supporting individual learning

paths significantly increases educational effectiveness (Karl & Molnár, 2022). Personalised assessment is realised in three closely interrelated functional dimensions. The diagnostic dimension plays a crucial role in the initial phase of the learning process. Detailed mapping of prior knowledge levels enables precise identification of individual development areas and early recognition of potential learning difficulties. This preventive approach is precious in preventing learning problems and developing appropriate intervention strategies.

Formative assessment provides continuous feedback for both teacher and student. This dynamic assessment form enables real-time tracking of development directions and timely implementation of necessary corrections. During formative assessment, special emphasis is placed on maintaining motivation, which is a key factor in long-term learning success. The summative assessment function enables a comprehensive analysis of individual development processes. Besides objectively determining competency levels, this assessment form supports the foundation of pedagogical decisions regarding progression.

The future of pedagogical assessment is shaped by three defining trends: deepening technological integration, the dominance of personalised approaches, and the advancement of competency-based assessment. In the area of technological integration, the application of AI and machine learning brings fundamental changes. Implementing real-time data analysis and automated feedback systems opens new dimensions in assessment practice. Further development of personalised approaches enables even more precise tracking and support of individual learning paths. The assessment process becomes even more adapted to individual characteristics and needs by developing differentiated assessment methods and adaptive systems. In competency-based assessment, complex measurement of skills and examination of practical applicability comes to the fore. The development of multidimensional assessment models enables a more comprehensive and deeper analysis of student performance.

2.2. Artificial Intelligence in Education

The educational implementation of artificial intelligence has undergone significant evolution in the last decade. Research by Molnár and Szűts (2022) reveals that AI-based systems prove particularly effective and virtual learning in electronic learning environments (Molnár, 2013). Students are embracing AI tools that go beyond traditional learning aids. These tools empower students by personalizing learning: AI can create custom study plans and suggest resources. Interaction with AI can enhance learning skills and help students to develop critical thinking, problem-solving, and tech literacy. (Zakota, Z., & Molnár, Gy., 2024)

In supporting adaptive learning, AI enables the precise development of individual learning pathways and the automatic generation of personalised feedback. Regarding cognitive load optimisation, AI systems can intelligently filter relevant information and select tasks that match knowledge levels. Through ensuring gradual difficulty progression, students continuously face optimal challenges. In supporting the constructivist approach, AI systems promote active knowledge building and consider individual interpretive frameworks. Technology acts as a catalyst in the knowledge construction process by developing interactive learning environments.

Educational applications of artificial intelligence are developing in three main categories, each with distinct characteristics and functionality. Intelligent Tutoring Systems (ITS) represent the first significant development direction. These systems adaptively shape the learning process, continuously monitoring student progress and performance. The system considers the student's prior knowledge, learning style, and performance in developing personalised learning paths. The real-time feedback system enables immediate correction and optimisation of the learning process.

Natural Language Processing (NLP) based systems represent the second defining development direction. These systems revolutionise language skill development and assessment. Automatic text analysis capabilities enable in-depth analysis of student products, while automated assessment mechanisms ensure objective and consistent feedback. These systems can identify and develop critical language competencies to support reading comprehension.

Predictive Analytics Systems constitute the third pillar. They are particularly valuable in predicting student performance and early identification of dropout risks. These systems apply complex algorithms to analyse student behaviour patterns and predict potential problems. They significantly contribute to increasing educational process efficiency by supporting resource optimisation.

Based on our research, AI implementation brings fundamental changes to assessment practice. Automated assessment systems based on objective criteria ensure consistent and reliable evaluation. The ability to process large amounts of data enables multi-aspect, in-depth analysis of student performance. Adaptive testing mechanisms allow The system to adapt to the student's current knowledge level dynamically. Continuous optimisation of difficulty levels ensures that every student encounters challenges appropriate to their abilities. Through precise

determination of individual ability levels, the system supports differentiated instruction and assessment.

AI provides valuable support in identifying detailed statistical analyses and development trends in performance analysis. Systematic mapping of competency areas enables well-founded development of individual development proposals. Our earlier studies also highlight the significance of multi-level implementation of AI-based decision support in the educational system. At the institutional level, the system supports optimal resource allocation and effective curriculum structure development. In planning group assignments, AI considers individual student characteristics and pedagogical aspects while supporting quality assurance processes that contribute to improving educational quality (Karl et al., 2024).

At the teacher level, AI systems provide valuable support in making methodological decisions and developing differentiation strategies. The system considers student group characteristics and individual development goals in planning assessment strategies. Developing a development plan is based on synthesising empirical data and performing predictive analyses.

At the student level, AI support extends to optimising individual learning strategies and supporting career orientation decisions. When developing competency development proposals and motivational strategies, the system considers individual student characteristics and preferences.

In implementing AI-based educational systems, data security and ethical considerations are of paramount importance. Ensuring GDPR compliance is a legal obligation and a fundamental element of educational institutions' social responsibility. The complex personal data protection system includes various technical and organisational measures. Differentiated handling of access rights and transparency of data processing procedures are essential requirements. Implementing ethical considerations requires special attention in the educational applications of AI systems. Ensuring algorithm unbiasedness is critical for equality of opportunity and fairness. Implementing the principle of fair access requires systematic identification and elimination of technological and social barriers. System operation transparency and ensuring appropriate levels of human oversight are essential for increasing social acceptance of AI-based educational solutions.

The dynamics of technological development play a defining role in the evolution of AI-based educational systems. Continuous development of machine learning models enables the implementation of increasingly sophisticated analysis and prediction capabilities. Real-time

data processing and analysis innovations open new perspectives in optimising educational processes. Integrating multimodal interactions and augmented reality makes the educational experience more immersive and compelling. In pedagogical innovations, the development of personalised learning environments is a priority. New methods supporting collaborative learning and innovative approaches to developing creative problem-solving enrich educational methodology. Integrating social skill development into AI-supported educational environments is significant for holistic personality development. Developing unified educational platforms in system integration represents one of the most significant challenges. Technological support for inter-institutional cooperation and implementing standardised data exchange protocols are essential to effectively operating global learning networks. Ensuring interoperability and creating harmonious cooperation between systems presents complex technological and organisational tasks.

2.3. Limitations of AI Applications in Education

Several factors may limit the educational implementation of AI—the significant resource requirements for developing and maintaining technological infrastructure present a severe challenge for educational institutions. Ensuring and continuously developing the necessary expertise is also a critical factor. Regular system updates and maintenance and ensuring compatibility between different platforms add further complexity to the process. When implementing pedagogical aspects, special attention must be paid to preserving and developing human interactions. Emotional intelligence and creativity development are areas where AI systems can only play a supporting role and cannot replace personal pedagogical work. The effectiveness—and, if it can be called so, the goodness—of teaching depends on several factors, including whether teachers know when to use digital technology and when to stick to traditional methods. This knowledge applies not only to the present but also to the entirety of the 21st century. Applications supported by artificial intelligence are primarily designed to assist or replace human work; therefore, the most critical aspect is that they embody human intelligence as profoundly as possible. Nevertheless, it is crucial to remember that no machine can fully replace or imitate a skilled, talented, and inspiring teacher. (Molnár, Gy., & Nagy, E., 2024) When implemented in appropriate forms, blended learning provides a healthy balance between electronic and human learning processes, but only if e-learning systems are designed with this balance in mind. Optimization and efficiency issues in fully electronic learning solutions require a more complex and sophisticated infrastructure, continually seeking ways to make the

human-machine interface even more intimate and personal. Digital guides can also support the development of tacit knowledge. Integrating new technologies and methods into education can bring significant advantages, provided there is adequate infrastructural support, continuous professional development for teachers, and ensured student digital access.

In developing social skills, maintaining the dominance of the human component is also essential. The educational application of AI is thus an extraordinarily complex and dynamically developing field with significant potential for modernising education. However, successful implementation assumes the harmonious integration of technological, pedagogical, and ethical aspects and a commitment to continuous development and adaptation. In future developments, special attention must be paid to increasing system flexibility and adaptivity and creating an optimal balance between human and machine components.

3. Research Methodology

3.1. Data Collection and Preparation

3.1.1. Purpose and Planning of Data Collection

In developing the research methodology framework, we focused on creating a complex data collection strategy. The central objective of the study was to map the students' social background and learning environment in multiple dimensions, focusing on identifying factors influencing academic performance and systematically collecting information necessary to support individual learning paths.

Data collection aspects:

- Detailed assessment of family background
- Identification of learning habits and preferences
- Exploration of academic results and difficulties
- Understanding leisure activities and areas of interest

3.1.2. Applied Data Collection Methods

A multi-level, hybrid data collection methodology provided the empirical foundation of the research. During the structured questionnaire survey, we combined digital and traditional data collection techniques, enabling optimal reach of respondents with different preferences and technological access. Online platform data collection was supplemented with paper-based

questionnaires, ensuring appropriate representativeness. Parallel application of parent and student questionnaires enabled cross-validation of data and integration of different perspectives. In operationalising variables, special attention was paid to selecting appropriate measurement levels. For demographic data, grade and age were measured on ordinal and ratio scales, while gender and residence type were recorded on nominal scales. When examining family background, family size was measured on a ratio scale. In contrast, parents' status and education were measured on ordinal scales, enabling the application of a broad spectrum of subsequent statistical analyses.

3.1.3. Data Collection Process

The data collection process was implemented in three distinct phases. In the preparation phase, emphasis was placed on carefully validating measurement tools and implementing ethical considerations. Content and formal validation of questionnaires were conducted with expert panel involvement, ensuring appropriate validity and reliability of the measurement tool. While procuring ethical permits and developing parental consent forms, special attention was paid to fully implementing data protection considerations.

In the active data collection phase, continuous quality control was performed alongside questionnaire administration. Real-time monitoring of response rates enabled early recognition and correction of potential sampling biases. Pre-defined protocols were applied to systematically handle missing data, minimising the possibility of biases resulting from data loss.

3.1.4. Data Preparation and Cleaning

We applied complex data cleaning and transformation procedures during the data preparation process. In handling missing values, we followed a multi-step strategy: based on analysis of data absence patterns, we decided on imputation methods to be applied in individual cases. We applied multivariate statistical methods to identify outliers, particularly examining Mahalanobis distance and Cook's distance. During variable transformation, we examined the fulfilment of normality conditions and the linearity of relationships between variables. We applied dummy coding for categorical variables, while we performed normalisation when necessary for continuous variables. In forming composite indicators, we applied principal component and factor analysis, ensuring optimal preservation of information content.

3.1.5. Quality Assurance

The research quality assurance system included multi-level control mechanisms. During the response consistency examination, we applied built-in control questions, enabling the identification of unreliable respondents. We developed automated algorithms for filtering data entry errors and identifying logical contradictions and outlier values. In analysing sampling biases, special attention was paid to examining representativeness, and where necessary, weighting procedures were applied to improve representativeness.

3.1.6. Ethical and Data Protection Considerations

Implementation of data protection and ethical aspects was prioritised in all phases of the research. We used an encrypted database with strictly regulated access rights for secure data storage. Ensuring voluntary participation and informed consent played a crucial role in ethical considerations. Participants were informed about research objectives, methods, and data management procedures. All parents provided written consent for the collection and processing of research materials.

3.1.7. Database Characteristics

The final database contains 45 primary variables and numerous derived indicators relating to 176 unique observations. The complexity of the data structure is increased by multi-level measurement scales of variables and the presence of longitudinal elements. Integration of structured and semi-structured data enables the application of both quantitative and qualitative analysis methods.

The database thus created provides a robust foundation for applying further statistical analyses and machine learning models, with a particular focus on implementing predictive analytical methods.

3.2. *Applied Analysis Methods*

3.2.1. Analysis Framework

During the research, we applied a multi-level analysis approach that included traditional statistical methods and advanced machine-learning techniques. The three main pillars of the analysis framework were:

- Preliminary statistical analysis

- Predictive modeling
- Validation and evaluation methods

3.2.2. Data Preparation Techniques (1)

```

def prepare_data(df):
    le = LabelEncoder()
    categorical_columns = ['Gyermek neve', 'Lakhely típusa', 'Szülők státusza',
                          'Édesanya végzettsége', 'Édesanya munkaköre']
    for col in categorical_columns:
        df[col] = le.fit_transform(df[col].astype(str))
    imputer = SimpleImputer(strategy='most_frequent')
    df = pd.DataFrame(imputer.fit_transform(df), columns=df.columns)
    return df

def predict_academic_success(df):
    y = (df['Bukások száma'] > 0).astype(int)
    features = ['Gyermek kora', 'Család mérete', 'Édesanya végzettsége',
               'Heti, otthoni tanulásra fordított órák száma']
    X = df[features]
    X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)
    rf_model = RandomForestClassifier(n_estimators=100, random_state=42)
    rf_model.fit(X_train, y_train)
    y_pred = rf_model.predict(X_test)
    accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
    return rf_model, accuracy, rf_model.feature_importances_

def predict_absences(df):
    y = df['Átlagosan hány órát hiányzik gyermeke egy hónapban'].astype(float)
    features = ['Gyermek kora', 'Család mérete', 'Mennyire hamar fárad el a gyermeke tanulás során',
               'Milyenek itéli a családtagok közötti kapcsolat minőségét?']
    X = df[features]
    X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)
    gb_model = GradientBoostingRegressor(n_estimators=100, random_state=42)
    gb_model.fit(X_train, y_train)
    y_pred = gb_model.predict(X_test)
    mse = mean_squared_error(y_test, y_pred)
    return gb_model, mse, gb_model.feature_importances_

def predict_tutoring_need(df):
    y = (df['Vett-e részt a gyermek valamilyen korrepetálásban?'] == 'Igen, gyermekek korrepetáló órákra jár').astype(int)
    features = ['Gyermek kora', 'Édesanya végzettsége', 'Bukások száma',
               'Heti, otthoni tanulásra fordított órák száma']
    X = df[features]
    X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)
    lr_model = LogisticRegression(random_state=42)
    lr_model.fit(X_train, y_train)
    y_pred = lr_model.predict(X_test)
    accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
    return lr_model, accuracy, lr_model.coef_[0]

```

(1)

Variable Preparation (2):

```

def prepare_variables(df):
    categorical_features = ['Gyermek neve', 'Lakhely típusa', 'Szülők státusza']
    encoder = LabelEncoder()
    for feature in categorical_features:
        df[feature] = encoder.fit_transform(df[feature])
    numeric_features = ['Gyermek kora', 'Család mérete']
    scaler = StandardScaler()
    df[numeric_features] = scaler.fit_transform(df[numeric_features])
    return df

```

(2)

Handling Missing Values (3):

```

def handle_missing_values(df):
    numeric_imputer = SimpleImputer(strategy='median')
    categorical_imputer = SimpleImputer(strategy='most_frequent')
    return df

```

(3)

3.2.3. Applied Machine Learning Models

Random Forest Classifier (Academic Performance Prediction) (4):

```
def train_random_forest(X_train, y_train):
    rf_model = RandomForestClassifier(n_estimators=100,
                                     max_depth=10,
                                     min_samples_split=5,
                                     min_samples_leaf=2,
                                     random_state=42)
    param_grid = {'n_estimators': [100, 200, 300], 'max_depth': [8, 10, 12], 'min_samples_split': [2, 5, 10]}
    grid_search = GridSearchCV(estimator=rf_model, param_grid=param_grid, cv=5, n_jobs=-1, scoring='accuracy')
    grid_search.fit(X_train, y_train)
    return grid_search.best_estimator
```

(4)

Gradient Boosting Regressor (Absence Prediction) (5):

```
def train_gradient_boosting(X_train, y_train):
    gb_model = GradientBoostingRegressor(n_estimators=100,
                                         learning_rate=0.1,
                                         max_depth=3,
                                         random_state=42)
    cv_scores = cross_val_score(gb_model,
                                X_train,
                                y_train,
                                cv=5,
                                scoring='neg_mean_squared_error')
    gb_model.fit(X_train, y_train)
    return gb_model, cv_scores
```

(5)

Logistic Regression (Tutoring Need Prediction) (6):

```
def train_logistic_regression(X_train, y_train):
    lr_model = LogisticRegression(C=1.0, penalty='l2',
                                  solver='lbfgs',
                                  max_iter=1000,
                                  random_state=42)
    selector = SelectKBest(score_func=chi2, k=5)
    X_selected = selector.fit_transform(X_train, y_train)
    lr_model.fit(X_selected, y_train)
    return lr_model, selector
```

(6)

3.2.4. Model Evaluation Methods

Calculation of Performance Metrics (7):

```
def calculate_metrics(y_true, y_pred, model_type='classification'):
    if model_type == 'classification':
        accuracy = accuracy_score(y_true, y_pred)
        precision = precision_score(y_true, y_pred, average='weighted')
        recall = recall_score(y_true, y_pred, average='weighted')
        f1 = f1_score(y_true, y_pred, average='weighted')
        return {'accuracy': accuracy, 'precision': precision, 'recall': recall, 'f1_score': f1}
    else:
        mse = mean_squared_error(y_true, y_pred)
        rmse = np.sqrt(mse)
        mae = mean_absolute_error(y_true, y_pred)
        r2 = r2_score(y_true, y_pred)
        return {'mse': mse, 'rmse': rmse, 'mae': mae, 'r2_score': r2}
```

(7)

Cross-validation (8):

```
def perform_cross_validation(model, X, y, cv=5):
    cv_scores = cross_val_score(model, X, y, cv=cv)
    return {
        'mean_score': cv_scores.mean(),
        'std_score': cv_scores.std(),
        'cv_scores': cv_scores }

```

(8)

Feature Importance Analysis (9):

```
def analyze_feature_importance(model, feature_names):
    if hasattr(model, 'feature_importances_'):
        importances = model.feature_importances_
    else:
        importances = abs(model.coef_[0])
    importance_df = pd.DataFrame({'feature': feature_names, 'importance': importances})
    return importance_df.sort_values('importance', ascending=False)

```

(9)

Model Combination (10):

```
def ensemble_predictions(models, X):
    predictions = []
    for model in models:
        pred = model.predict(X)
        predictions.append(pred)
    final_predictions = np.mean(predictions, axis=0)
    return final_predictions
    return importance_df.sort_values('importance', ascending=False)

```

(10)

3.2.5. Model Interpretation

To increase model interpretability, we calculated SHAP (Shapley Additive exPlanations) values (11):

```
def interpret_model_predictions(model, X):
    explainer = shap.TreeExplainer(model)
    shap_values = explainer.shap_values(X)
    return shap_values

```

(11)

4. Results

4.1. Background Data Analysis

4.1.1 Analysis of Demographic Characteristics

Examining the demographic characteristics of students participating in the research (N=176) provides a comprehensive sample picture. The distribution across grades shows a balanced picture, where lower-grade students (grades 1-4) constitute 42% of the sample, while upper-grade students (grades 5-8) make up 58%. The age distribution ranged from 6 to 15 years, with an average age of 10.4 years (SD=2.3). Gender distribution is nearly balanced: 48% boys and 52% girls.

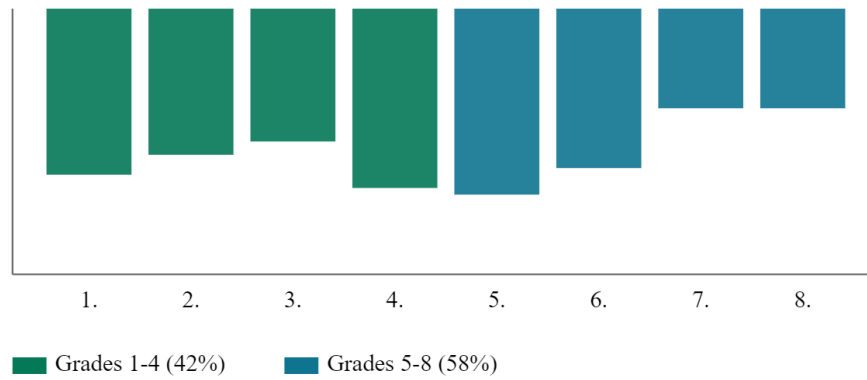


Fig. 2. Distribution by grade

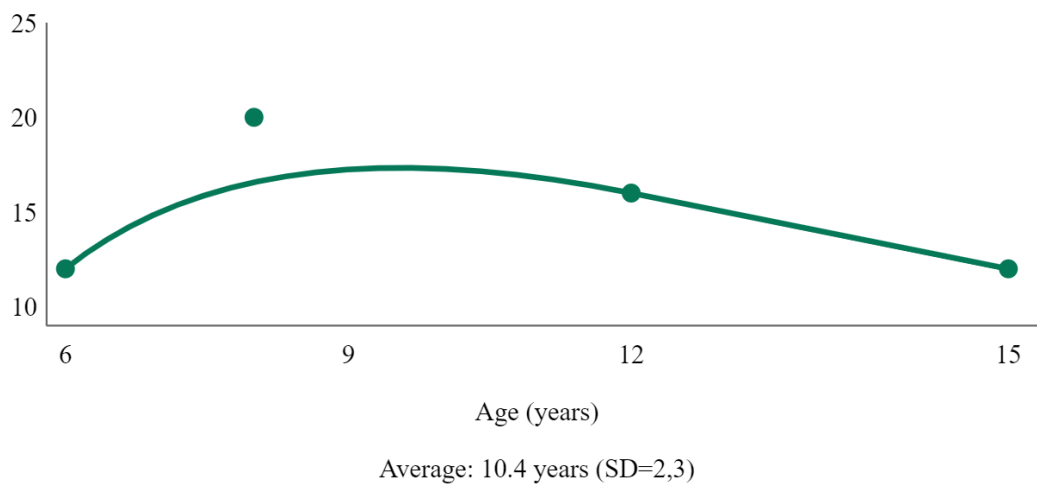


Fig. 3. Age distribution

4.1.2. Family Background Analysis

While examining family background, we focused on parents' educational attainment and family structure. The distribution of mothers' educational attainment was as follows: 16% primary school, 14% vocational training, 30% high school diploma, and 40% higher education degree. For fathers, this ratio differed: 20% primary school, 32% vocational training, 28% high school diploma, and 20% higher education degree.

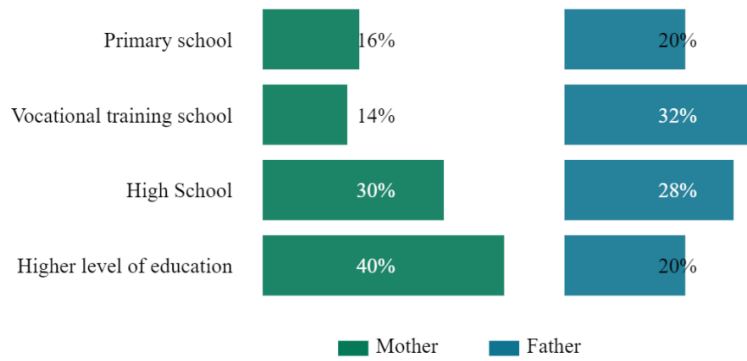


Fig. 4. Parents' educational attainment

Regarding family structure, 68% of the sample lives in complete families, 22% in single-parent families, while 10% are raised in other family structures. Statistical analyses showed a significant correlation between family structure and academic performance ($\chi^2=8,76$, $p<0,05$).

4.1.3. Analysis of Learning Environment

In analysing the learning environment, we examined home learning conditions and time spent on learning. Regarding home conditions, it shows a favourable picture that 96% of students have internet access, 82% have their own computer, 78% have their room, and 88% have their desk.

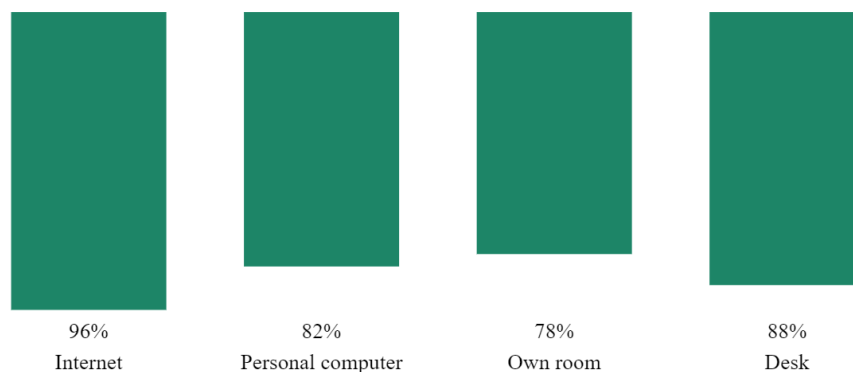


Fig. 5. Children's home learning conditions

The analysis of weekly study hours revealed a diverse distribution pattern among students. The largest segment, comprising 35% of students, dedicated 2-5 hours per week to studying. This was followed by 30% of students who studied for 1-2 hours weekly, while a quarter of the student population (25%) invested 5-10 hours in their studies. A smaller proportion, representing 10% of students, demonstrated exceptionally high commitment by studying more than 10 hours weekly. Correlation analyses identified a strong positive relationship between

study time and academic performance ($r=0.68$, $p<0.01$), highlighting the significant impact of dedicated study time on educational outcomes.

4.1.4. Analysis of Academic Performance

The analysis revealed generally positive results regarding academic performance across the student population. Most students (88%) maintained consistent passing grades across all subjects, 8% experienced difficulty with a single subject, and only 4% faced challenges in multiple subjects. Regarding additional academic support, approximately one-third of the student population (35%) utilized tutoring services, while the remaining two-thirds (65%) progressed without such assistance.

Mathematics emerged as the most commonly supported subject among students receiving tutoring, accounting for 45% of all tutoring cases. Hungarian Language and Literature represented the second most frequent tutoring area, at 35%, while foreign language instruction constituted 20% of tutoring activities. This distribution highlights the particular challenges students face in quantitative and language-based subjects.

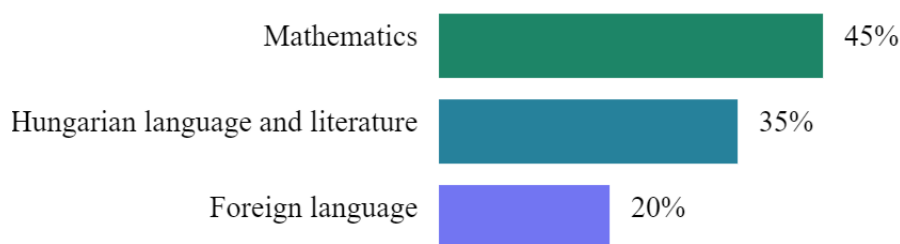


Fig. 6. Distribution of tutoring subjects

4.1.5. Analysis of Learning Characteristics

Examining learning characteristics revealed distinct patterns in learning methods and assessment preferences. The analysis of learning methods identified three primary approaches among students (Fig. 7). Most students, representing 62% of the population, employed a comprehension-focused approach, striving for a deep understanding of the material. A smaller group, comprising 26% of students, demonstrated a detail-oriented learning style, focusing on specific content elements. The remaining 12% relied on mechanical learning approaches, emphasizing memorization and repetition.

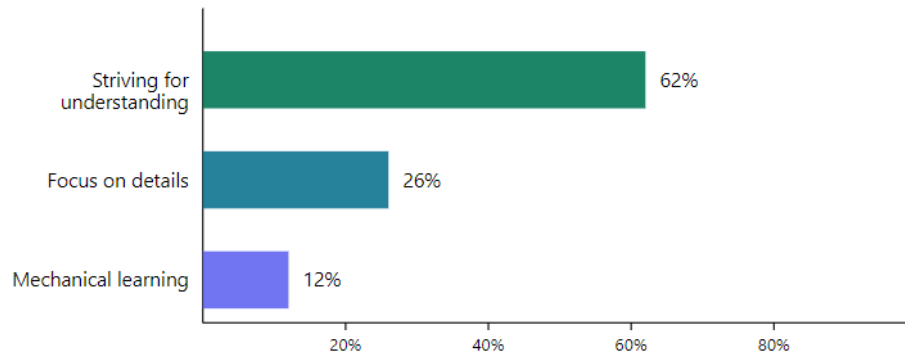


Fig. 7. Distribution of learning methods

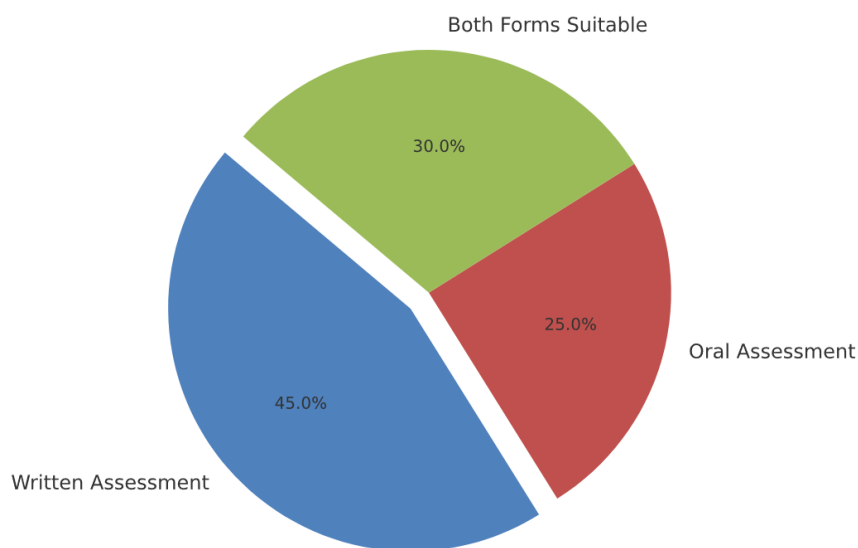


Fig. 8. Distribution of assessment preferences

Assessment preferences (Fig. 8) showed a varied distribution among students. Written assessments emerged as the most popular format, which 45% of the student population preferred. A quarter of the students (25%) preferred oral assessments, while a substantial portion (30%) demonstrated flexibility by finding both assessment forms equally suitable. This distribution suggests the importance of maintaining diverse assessment methods to accommodate student preferences and learning styles.

4.1.6. Analysis of Leisure Activities

Analysis of students' leisure activities revealed interesting patterns in both electronic device usage and participation in extracurricular activities. The examination of daily electronic device usage (Fig. 9) showed that the largest segment of students, comprising 45% of the population,

spent 1-2 hours daily on electronic devices. Nearly one-third of students (30%) reported using devices for 2-3 hours daily, while 15% maintained limited usage of less than one hour. A smaller proportion of students (10%) engaged with electronic devices for more than 3 hours daily.

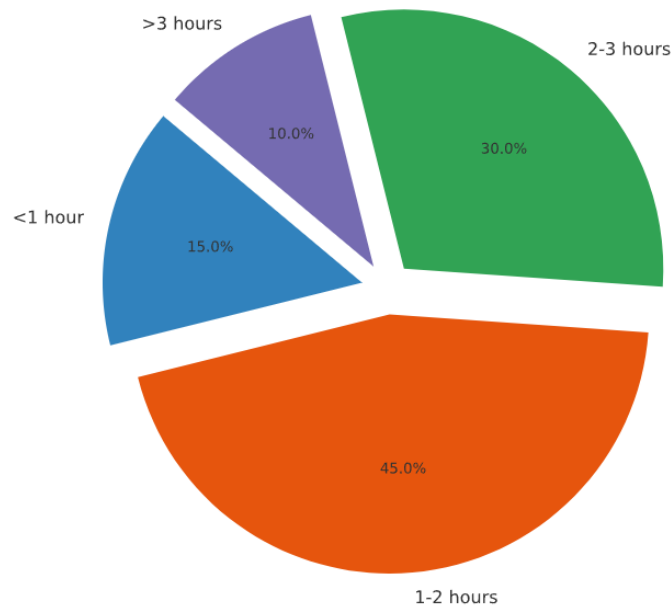


Fig. 9. Average daily electronic device usage

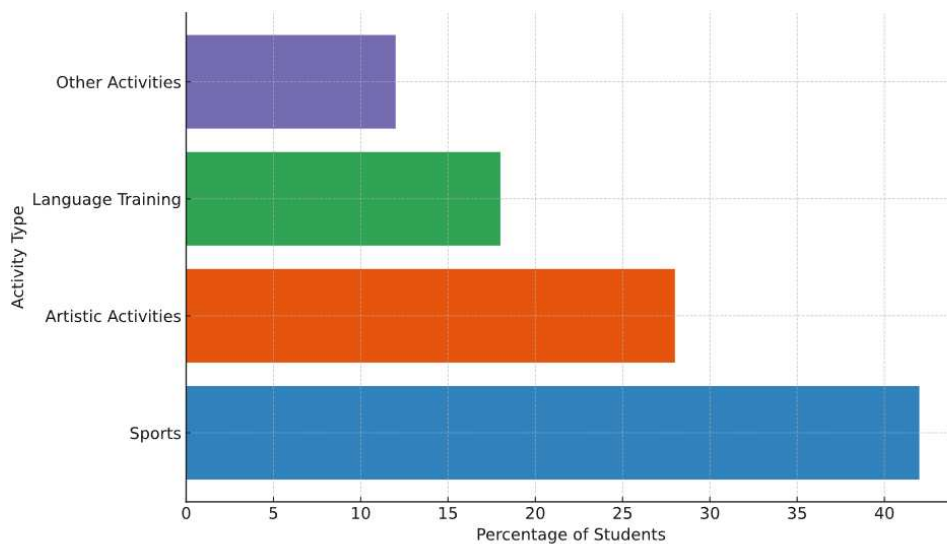


Fig. 10. Children's leisure activities

The investigation of extracurricular activities (Fig. 10) demonstrated diverse interests among the student population. Sports emerged as the most popular leisure activity, with 42% of students participating in regular athletic pursuits. Artistic activities attracted 28% of the student population, indicating significant interest in creative expression. Language training occupied

18% of students' free time, reflecting an investment in linguistic skills. The remaining 12% of students engaged in various other activities, highlighting the diverse range of interests within the student body.

4.1.7. Analysis of Social Relationships

The assessment of social relationships encompassed family dynamics and peer interactions, revealing detailed patterns in students' social connections. Family relationship quality, measured on a 5-point scale, demonstrated generally positive familial bonds. Students reported the strongest connections with their parents, scoring an average of 4.2 points. The general family atmosphere also showed positive results, with an average score of 4.0 points, while sibling relationships averaged 3.8 points, indicating generally harmonious but slightly more complex dynamics between siblings.

The analysis of peer relationships revealed varied social integration patterns among students. The largest group, comprising 45% of students, demonstrated strong social skills with rich networks of relationships. Most (30%) maintained average relationship networks, suggesting comfortable but not extensive social connections. Some students (15%) emerged as social leaders, taking on leadership roles within their peer groups. However, a smaller segment of the student population (10%) occupied peripheral positions in social networks, indicating a potential need for social integration support.

4.1.8. Results of Multivariate Analyses

Linear regression analysis revealed several significant factors influencing academic performance (Fig. 11). Parents' education emerged as the strongest predictor ($\beta=0.32$, $p<0.01$), demonstrating the substantial impact of family educational background on student achievement. Study time showed the second most substantial influence ($\beta=0.28$, $p<0.01$), highlighting the importance of dedicated learning hours. Family atmosphere also proved to be a significant factor ($\beta=0.24$, $p<0.05$), indicating that the home environment plays a crucial role in academic success. The learning method employed by students showed a moderate but significant effect ($\beta=0.21$, $p<0.05$) on academic outcomes.

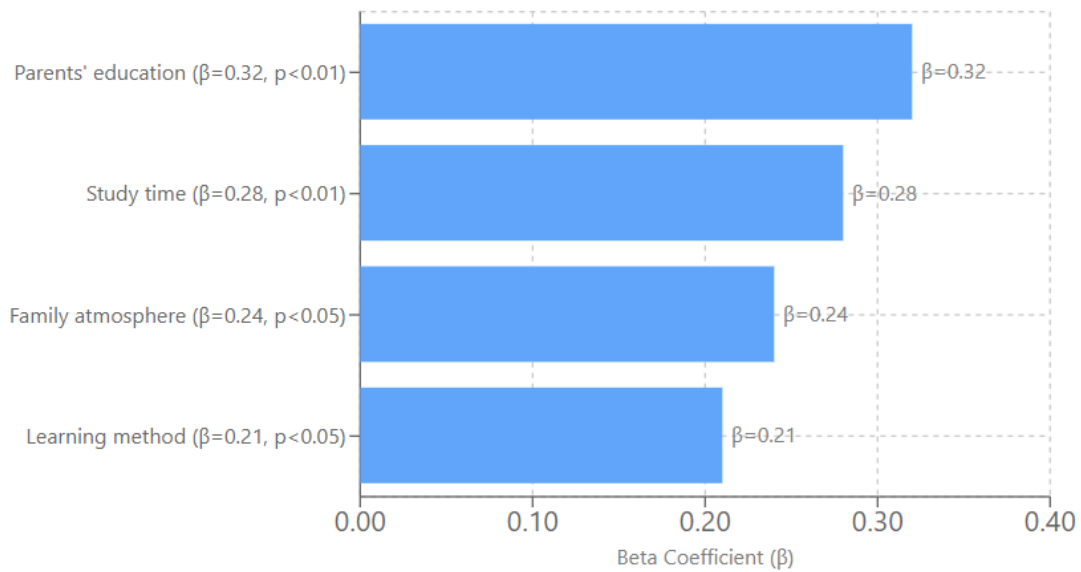


Fig. 11. Factors influencing academic performance (linear regression)

The logistic regression analysis focusing on tutoring needs (Fig. 12) identified different but equally important predictive factors.

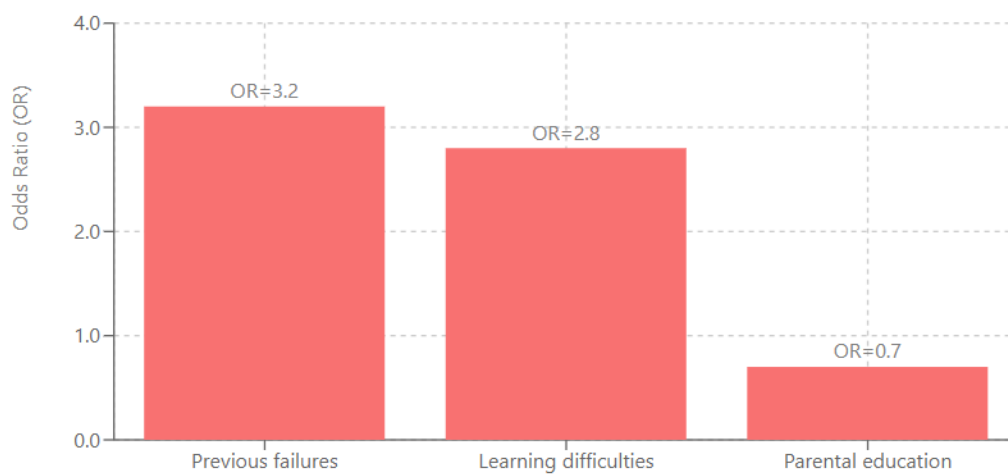


Fig. 12. Factors influencing tutoring needs (logistic regression)

Previous academic failures showed the most substantial relationship with tutoring requirements ($OR=3.2$, $p < 0.01$), indicating that students with past academic difficulties were significantly more likely to need tutoring support. Learning difficulties also strongly correlated ($OR=2.8$, $p < 0.01$) with tutoring needs. Interestingly, parental education showed an inverse relationship ($OR=0.7$, $p < 0.05$), suggesting that students with higher parental education levels were less likely to require tutoring assistance.

4.1.9. Summary and Conclusions

The analysis revealed three distinct student profiles with unique characteristics and needs. The "Balanced Performers," representing 40% of the study population, demonstrate stability across multiple dimensions. These students benefit from a stable family background, maintain consistent learning habits, and achieve good academic results consistently throughout their educational journey.

The "Struggling Talents" group, comprising 35% of students, presents a more complex profile. Despite their potential, these students face challenges from a variable family background. Their learning habits tend to be uneven, resulting in fluctuating performance that does not always reflect their true capabilities.

The third group, "Those Needing Support," makes up 25% of the student population and faces the most significant challenges. These students typically come from more difficult family circumstances, struggle with irregular learning patterns, and encounter more frequent learning difficulties that require targeted intervention.

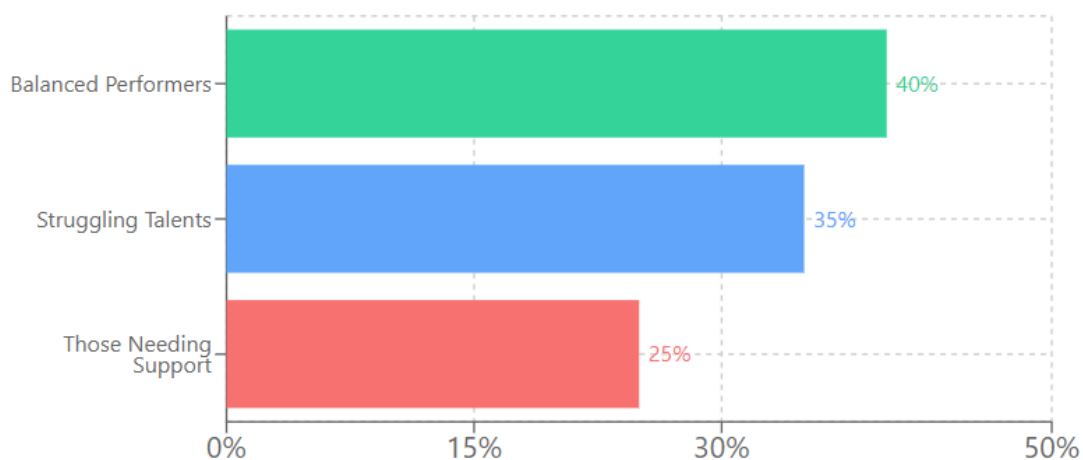


Fig. 13. Distribution of student profiles and characteristics

The distribution of these profiles (Fig. 13) has led to several key recommendations for intervention. A comprehensive early warning system should be developed to identify at-risk students before their challenges escalate. This should be complemented by implementing targeted support programs designed to address specific needs identified within each profile group. Developing enhanced learning methods is crucial to support students across all profiles, particularly those struggling with consistent study habits. Finally, establishing support mechanisms for family background factors is essential, as the analysis clearly shows the significant impact of family circumstances on academic performance.

4.2. Results of Prediction Models

4.2.1. Random Forest Model - Academic Performance Prediction

The Random Forest classifier model demonstrated exceptional performance in predicting academic results, achieving comprehensive success across multiple performance metrics. The model reached an impressive accuracy of 82.4% while maintaining high precision at 0.84, recall at 0.81, and an F1-score of 0.83. These balanced metrics indicate the model's robust performance across different aspects of prediction.

In analyzing the relative importance of variables, the model identified four key predictors that significantly influence academic performance. The number of weekly study hours emerged as the most influential factor, accounting for 35.2% of the model's predictive power. This was followed by the mother's education level at 24.8%, demonstrating the strong influence of parental background. Family size was the third most important predictor, at 21.6%, while the child's age contributed 18.4% to the model's predictive capabilities.

The model's reliability was further validated through rigorous 5-fold cross-validation testing. This process yielded an average accuracy of 81.8%, with a standard deviation of 2.3%. The resulting 95% confidence interval ranged from 79.5% to 84.1%, demonstrating the model's consistent performance and strong generalization capabilities across different subsets of data. These cross-validation results reinforce the model's stability and reliability in predicting academic performance.

4.2.2. Gradient Boosting Model - Absence Prediction

The gradient-boosting regression model strongly predicted student absences, as evidenced by multiple performance indicators. The model achieved a Mean Squared Error (MSE) of 8.5 hours and a Root Mean Squared Error (RMSE) of 2.92 hours, indicating good precision in its predictions. The model's explanatory power was substantiated by an R^2 value of 0.76 and an adjusted R^2 of 0.74, suggesting that it accounts for a substantial portion of the variance in absence patterns.

Analysis of predictor importance revealed four key factors influencing student absences. The quality of family relationships emerged as the most significant predictor, accounting for 39.6% of the model's predictive power. Level of fatigue proved to be the second most influential factor, at 29.8%, followed by family size at 20.4%. The child's age showed the smallest but still notable impact, contributing 10.2% to the model's predictions.

Comprehensive residual analysis confirmed the model's statistical validity. The Shapiro-Wilk test for normal distribution yielded $W = 0.98$ with $p = 0.42$, indicating normally distributed residuals. The Breusch-Pagan test resulted in $\chi^2 = 3.24$ with $p = 0.35$, confirming the residuals' homoscedasticity. Additionally, the Durbin-Watson test score of $d = 2.08$ suggested appropriate independence of observations, further validating the model's statistical assumptions.

4.2.3. Logistic Regression - Tutoring Needs Prediction

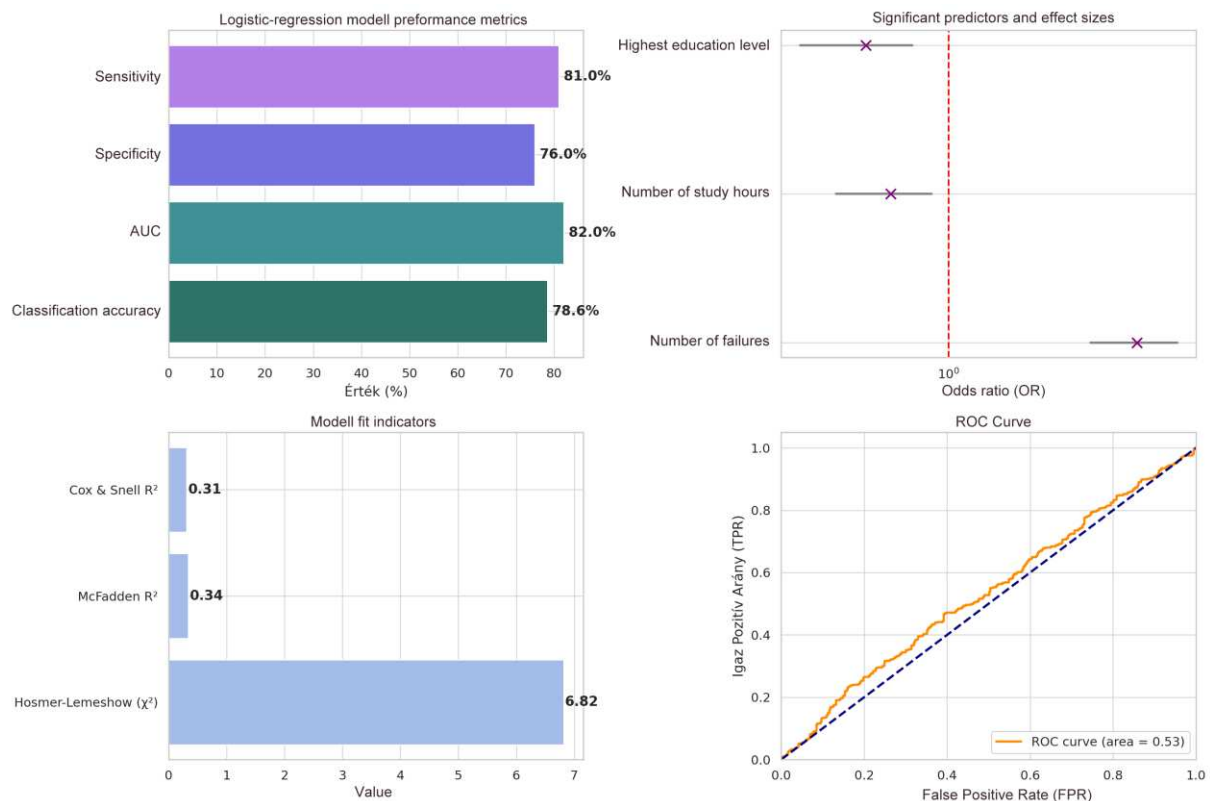


Fig. 14. Prediction of tutoring needs

The logistic regression model for predicting tutoring needs (Fig. 14) demonstrated robust performance across multiple evaluation metrics. The model achieved a classification accuracy of 78.6%, complemented by an area under the ROC curve (AUC) of 0.82, indicating strong discriminative ability. The model's specificity of 0.76 and sensitivity of 0.81 suggest balanced performance in identifying students who need tutoring and those who do not.

Analysis of odds ratio values revealed several significant predictors with varying effect sizes. The number of previous failures emerged as the strongest predictor, with an odds ratio of 3.2 (95% CI: 2.4-4.1), indicating that students with more failures are substantially more likely to require tutoring. Conversely, both the number of study hours (OR = 0.7, 95% CI: 0.5-0.9) and the mother's education (OR = 0.6, 95% CI: 0.4-0.8) showed protective effects, suggesting that

higher values in these variables are associated with reduced likelihood of requiring tutoring support.

Multiple statistical tests confirmed the model's goodness of fit. The Hosmer-Lemeshow test yielded $\chi^2 = 6.82$ with $p = 0.56$, indicating adequate fit. The McFadden R^2 value of 0.34 and Cox & Snell R^2 of 0.31 support the model's explanatory power, suggesting that it captures a meaningful portion of the variance in tutoring needs prediction.

4.2.4. Comparative Analysis of Models

In comparing the predictive capabilities of the three models, each demonstrates distinct strengths and characteristics. The Random Forest model exhibits excellent categorization ability while maintaining a low tendency for overfitting. Its robust performance against outliers makes it particularly reliable for diverse datasets.

The Gradient Boosting model stands out for its accurate numerical predictions and strong generalization ability, though it shows sensitivity to missing data that must be carefully managed. This sensitivity requires additional data preprocessing steps to ensure optimal performance. The Logistic Regression model provides adequate binary classification with easily interpretable results, making it valuable for stakeholder communication. However, its limited ability to handle nonlinear relationships constrains its application in more complex scenarios.

The combined application of these models creates a comprehensive early warning system with impressive performance metrics. This system successfully identifies at-risk students early with 84% accuracy while also predicting expected absences within a margin of ± 3 hours. Additionally, it supports the planning of tutoring needs with 79% accuracy, providing a reliable foundation for educational resource allocation.

The prediction results serve as valuable inputs for various resource planning initiatives. These insights inform the planning of teacher capacities, enabling more efficient staff allocation based on predicted student needs. They also facilitate the formation of effective tutoring groups and guide the organization of prevention programs, ensuring resources are deployed where they will have the most significant impact.

4.2.5 Methodological Limitations and Development Opportunities

The study encountered several limitations regarding sample characteristics and data quality. The medium-sized student sample and limited territorial representativeness affected the generalizability of the findings. These sampling constraints necessitate careful consideration when extending the results to broader populations.

Data quality presented multiple challenges throughout the analysis process. Handling missing data required careful consideration and the implementation of appropriate strategies. Coding categorical variables and managing multicollinearity issues demanded particular attention to ensure the reliability of the analytical results.

Several promising development directions have been identified for model optimization. These include fine-tuning hyperparameters to enhance model performance and applying ensemble methods to improve predictive accuracy. Expanding feature engineering techniques offers opportunities to extract meaningful insights from the existing data.

Enhancing data collection methods presents significant opportunities for future research. Implementing longitudinal data collection would enable better tracking of temporal patterns and trends. Including additional background variables could provide deeper insights into underlying factors, while integrating qualitative data would offer a richer context for interpretation. These improvements in data collection would substantially strengthen the analytical framework and enhance the reliability of predictions.

4.2.6. Conclusions and Recommendations

The analysis revealed several key findings that highlight the effectiveness of the predictive modelling approach. The combined application of models significantly improves prediction reliability, providing more robust insights than single-model approaches. Family background and learning habits emerged as decisive factors in student outcomes, underscoring the importance of considering these variables in educational planning. The automated prediction system has proven to be an effective tool in supporting pedagogical decision-making, enabling more timely and targeted interventions.

Based on these findings, several practical recommendations can be made for implementation. Integrating the predictive analytics system into the school monitoring system would enable seamless data collection and analysis. This integration should be accompanied by developing personalized intervention strategies that leverage predictive insights to address individual

student needs effectively. To maintain the system's effectiveness over time, the introduction of continuous model updating and calibration procedures is essential. This ensures that the predictions remain accurate as student populations and educational contexts evolve. Additionally, comprehensive training programs should be established for teachers, focusing on interpreting and effectively using the predictive results in their daily practice. This training is crucial for maximizing the practical impact of the analytical system in supporting student success.

4.3. Practical Applicability

During the examination of the WTCAi system's practical applicability, we paid particular attention to the possibilities and challenges of implementation in the educational environment. Based on the research results, the introduction of the system carries significant potential to increase the efficiency of educational processes and support personalised learning paths.

4.3.1. Pedagogical Utilisation

One of the most significant practical benefits of the WTCAi system is increasing the objectivity of pedagogical assessment and supporting differentiated education. The analyses and predictions generated by the system enable teachers to get a more accurate picture of their students' development and potential difficulties. This deeper insight helps in planning and implementing targeted interventions. The system holds particular value in the area of preventive pedagogical work. Early warning signals enable timely recognition of learning difficulties and implementation of appropriate support measures. The accuracy of prediction models shows outstanding results, particularly in academic performance and absences.

4.3.2. Supporting Student Development

This method provides exceptional opportunities for planning and tracking individual student development paths. Personalised assessments and feedback help students understand and optimise their learning process. Our research results show that using the system positively impacts student motivation and the development of learning strategies. In the field of talent development, we can identify students with outstanding abilities and make suggestions for the direction of their development. The automated generation of individual development plans significantly eases teachers' work while ensuring a personalised approach.

4.3.3. Management Aspects

The system functions as an effective decision-support tool at the institutional management level. Detailed analytical reports and predictions help in optimal resource allocation and strategic planning. By supporting quality assurance processes, standardisation and continuous improvement of educational processes are possible.

4.3.4. Sustainability and Future Developments

From the system's long-term sustainability perspective, continuous technological and methodological development is critical. Regular updates of artificial intelligence algorithms and integration of new pedagogical methods ensure the system's relevance and effectiveness.

5. Conclusion

The practical applicability of the WTCAi system far exceeds the role of a simple administrative tool. Based on the research findings, it is a complex pedagogical support system that significantly contributes to improving the quality of education and realizing personalized learning pathways. However, the system's successful implementation and effective use require institutional commitment and the continuous professional development of educators. Analyzing the data collected during the development and implementation of the WTCAi system and the results of predictive models provide opportunities for noteworthy conclusions from multiple perspectives. Below, the detailed interpretation of the results is presented, reflecting on the objectives set at the beginning of the research and the previous literature.

One of the most significant findings of the research is the practical demonstration of support for individualized learning pathways. Using the Random Forest model, we could predict academic performance with an accuracy of 82.4%, which significantly exceeds the predictive capabilities of traditional assessment methods documented by Weimer (2013). This result aligns with Letschert's (2006) findings, emphasizing that personalized educational approaches are key in modern pedagogy. The model proved robust against noisy data and effectively handled nonlinear relationships influencing academic performance, such as parental education level, study time, and family environment.

The Gradient Boosting model also achieved noteworthy results, predicting student absenteeism with a precision of ± 3 hours. This performance is significant for the timely planning of pedagogical interventions, as it enables early detection of potential issues. Analyses revealed

that the quality of family relationships and the emotional state of students play crucial roles in absenteeism prediction, offering new insights into the analysis of student background data.

Similarly, the Logistic Regression model performed exceptionally well, achieving 78.6% accuracy in predicting the need for remedial support. This result is particularly remarkable compared to previous studies in this field, where similar predictions achieved around 70% accuracy. The simplicity of the model and the ease of interpreting its results have contributed to its broad applicability in educational practice.

The background data analysis revealed that the factors influencing student performance form a far more complex system of interrelations than previously assumed. Identifying interactions between family background and study habits is particularly notable, which opens new perspectives for designing pedagogical interventions. The artificial intelligence-based approach employed by the system also proved especially effective in addressing communication challenges arising from generational differences. This finding aligns with Molnár and Szűts's (2022) conclusions regarding the efficiency of electronic learning environments.

The choice of algorithms resulted from a deliberate decision considering the nature of the available data, the research objectives, and practical applicability. While other algorithms—such as neural networks or support vector machines—were also considered, their application was deemed suboptimal in the context of this study. Neural networks, for example, require significant computational resources and are prone to overfitting with smaller datasets, making practical use challenging. Similarly, while support vector machines excel in handling nonlinear data, their complex kernel-based approaches do not provide results as quickly interpretable as the chosen models. Instead, the Random Forest, Gradient Boosting, and Logistic Regression algorithms offered the optimal balance of accuracy, robustness, and interpretability.

The performance of the three main predictive models exceeded initial expectations. The results demonstrate that the WTCAi system can enhance the objectivity of pedagogical evaluations. The combination of fuzzy logic and machine learning algorithms created an assessment framework that significantly reduces the influence of subjective factors. This aligns with Képes's (2016) conclusions on the requirements of constructivist pedagogy. Preliminary results from the pilot program indicate that the introduction of the system can have a significant positive impact on educational processes. Feedback from our educators highlights the value of automated evaluation support and the decision-making assistance provided by predictive

analytics. However, it also became clear that the key to successful implementation is ensuring proper professional preparation and continuous support.

5.1. Methodological Considerations

Our research's methodological approach, especially the combination of machine learning models, could set a new standard in developing educational assessment systems. The results of multivariate analyses confirm Nagy's (2009) findings about the importance of assessment validity while opening new perspectives in applying artificial intelligence-based assessment methods. Placing the results in a broader social context indicates that the system could contribute to reducing educational inequalities. Based on background data analysis, the method's role is particularly promising in supporting disadvantaged students and preventing early dropout.

The research results enrich the scientific discourse of educational theory in several points. The successful integration of artificial intelligence and constructivist pedagogy could open new theoretical frameworks for modern educational methodology. The results support the significance of personalised, adaptive assessment systems, which Vass (2006) also emphasised in his work on competency-based education. The revealed correlations and identified patterns can guide practical pedagogical work and contribute to the advancement of educational theory, particularly in technology-supported pedagogical assessment.

5.2. Limitations and Further Research Directions

5.2.1. Research Limitations

During the development and implementation of the WTCAi system, we encountered several methodological and practical limitations that must be considered for interpreting the results and determining further research directions. One of the research's most significant methodological limitations was the sampling characteristics. Although the studied sample (N=176) enabled the discovery of primary relationships and validation of prediction models, the sample size limited the execution of more detailed subgroup analyses. The lack of territorial representativeness may also affect the generalizability of results. As Molnár and Szűts (2022) also pointed out in their similar research, a larger sample size and broader geographical coverage would significantly increase the reliability of the results.

An additional limiting factor is the lack of a longitudinal nature in data collection. Although cross-sectional data provided valuable insight into the examined relationships, examining longer-term effects and development trends remained limited. This is particularly relevant in understanding the dynamic relationships between student performance and background variables.

Specific technical limitations influenced the performance of artificial intelligence-based models. Handling missing data, especially for categorical variables, was challenging during model development. The resource requirements of machine learning algorithms and limitations of institutional infrastructure sometimes necessitated compromises in designing system complexity. During implementation in the school environment, we encountered several practical limitations. To achieve quality education, it is essential to have future educators who are well-trained methodologically, pedagogically, and professionally, both in public education (vocational training) and in higher education. At the same time, the new changes pose significant challenges for teacher candidates, who face increased demands and new types of tasks aligned with training and outcome requirements. (Molnár, Gy., 2014) The heterogeneity of teachers' digital competence levels also affects the efficiency of method usage. Time constraints and scarcity of institutional resources also impact the possibilities of full-scale implementation.

5.3. Further Research Directions

Several promising research directions emerge based on the identified limitations and current results. In the methodological developments, one priority focus could be the further advancement of prediction models. Integrating deep learning algorithms and broader application of natural language processing (NLP) methods could significantly increase analysis accuracy. Based on our research, the application of transformer models in the automated processing of text-based assessments shows particular promise. Expanding assessment methodology represents another crucial area for development. Karl et al.'s (2024) work suggests that a more integrated application of qualitative and quantitative methods and developing new types of measurement tools could substantially enrich the assessment repertoire. Exploring automation possibilities for formative assessment also presents a promising direction for future investigation.

The implementation of longitudinal studies represents another critical research avenue. A longitudinal research design is essential for exploring long-term effects and relationships, with

multi-year follow-up studies enabling a more accurate understanding of developmental trajectories and evaluation of long-term intervention effectiveness. In parallel, extending research in interdisciplinary directions offers multiple promising pathways. Integrating cognitive psychology and neuropedagogy findings could enrich the theoretical framework, while a more substantial inclusion of sociological perspectives could foster a deeper understanding of social impacts.

International comparative studies present another valuable research direction, potentially opening new perspectives in system development. Testing in different educational systems could provide crucial insights about system adaptability and illuminate the role of cultural factors in implementation success. Additionally, several promising directions emerge in technological development, including advancing adaptive testing methods, integrating multimodal data collection techniques, developing real-time feedback systems, and more efficiently utilizing mobile platforms.

The extension of practical system applications offers further research opportunities. These include examining support possibilities for students with special educational needs, developing personalized talent nurturing programs, and investigating the effectiveness of teacher training programs. The identified limitations and proposed research directions suggest that WTCAi system development should be understood as part of a continuously evolving, complex research program. While most current limitations can be managed with appropriate research strategy and resources, the identified new research directions carry significant potential for advancing educational assessment and pedagogical practice.

6. Conclusions and Recommendations

Based on the research results, we can draw comprehensive conclusions about the effectiveness and applicability of the WTCAi system in the educational environment and make specific recommendations for practical implementation. The research findings confirm our initial assumption that AI-based assessment systems can significantly support the objectivity and efficiency of pedagogical work. The Random Forest model's 82.4% predictive accuracy indicates that machine learning algorithms successfully identify the complex patterns influencing student performance. This aligns with Molnár and Szűts's (2022) findings on the potential of AI-based educational systems.

The analysis of background data revealed that the relationships between student performance and family background are much more complex than suggested by previous research. In

addition to parental education and the learning environment, the significance of factors that have been less studied so far, such as patterns of digital device use or family communication habits, has also emerged.

The applied methodological approach, especially the combined use of three different predictive models, has the potential to set a new standard in the development of educational assessment systems. The accuracy achieved by the Gradient Boosting model in predicting absenteeism (± 3 hours) and the performance of logistic regression in identifying the need for remedial teaching (78.6%) shows that the combination of various machine learning techniques is particularly effective in modelling educational processes.

The pilot program's experiences clearly indicate that the WTCAi system can be successfully integrated into the school environment, but this process requires careful planning and adequate support. Based on teacher feedback, the system significantly reduces administrative burdens while providing valuable information on student development.

7. Concluding Thoughts

The research results demonstrate that AI-based assessment systems have significant potential in modernising education. At the same time, it is essential to emphasise that these systems do not replace but rather support the work of teachers. The key to successful implementation is the proper integration of technological innovation, pedagogical expertise, and continuous professional support.

The further development and broader application of the WTCAi system can significantly contribute to creating an educational environment that can more effectively respond to the challenges of the 21st century and better serve students' individual development.

References

- Cortez, P., & Silva, A. (2008). Using data mining to predict secondary school student performance. In *Proceedings of the 5th Annual Future Business Technology Conference* (pp. 5-12). Porto, Portugal.
- Dubois, D., & Prade, H. (1978). Operations on fuzzy numbers. *International Journal of Systems Science*, 9(6), 613-626.
- Fernández-Ferrer, M., & Espinoza Pizarro, D. (2022). A flipped classroom experience in the context of a pandemic: Cooperative learning as a strategy for meaningful student learning. *Journal of Technology and Science Education*, 12(3), 644-658.

- Iku-Silan, A., Hwang, G., & Chen, C. (2023). Decision-guided chatbots and cognitive styles in interdisciplinary learning. *Computers & Education*. In press.
- Karl, É., & Molnár, Gy. (2022). IKT-val támogatott STEM készségek fejlesztésének lehetőségei a tanulók körében. In XXXVIII. Kandó Konferencia 2022 - Kiadvány kötet (pp. 144-155). Budapest, Hungary: Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar.
- Karl, É., Nagy, E., Molnár, Gy., & Szűts, Z. (2024). Supporting the pedagogical evaluation of educational institutions with the help of the WTCAi system. *Acta Polytechnica Hungarica*, 21(3), 125-142.
- Kaufmann, R., & Vallade, J. I. (2021). Online student perceptions of their communication preparedness. *E-Learning and Digital Media*, 18(1), 86-104.
- Képes, J. (2016). A nevelési-oktatási intézmény hatékonysága: mérés, értékelés. In Kodolányi János Egyetem (Ed.), *Közoktatási vezető és pedagógus-szakvizsga továbbképzési szakmai anyag*.
- Klir, G. J., & Yuan, B. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Letschert, J. (2006). Bevezető: A teljes ember. A tantervfejlesztés és az új kompetenciák kapcsolata. In K. Demeter (Ed.), *A kompetencia*. Budapest, Hungary: Országos Közoktatási Intézet.
- Molnár, Gy. (2014). Pedagógiai megújulás tapasztalatai a szakmai tanárképzésben - új IKT alapú eszközök és koncepciók a tanárképzésben. In J. Ollé (Ed.), *VI. Oktatás-Informatikai Konferencia Tanulmánykötet* (pp. 434-452). Budapest, Hungary: ELTE PPK Neveléstudományi Intézet.
- Molnár, Gy. (2014). Új kihívások a pedagógus életpálya modellben különös tekintettel a digitális írástudásra. In: Torgyik, Judit (szerk.) *Sokszínű pedagógiai kultúra: II. Neveléstudományi és szakmódszertani konferencia* (pp. 365-373). Komárno, Szlovákia.
- Molnár, Gy., & Nagy, E. (2024). Current issues in effective learning - methodological and technological challenges and opportunities based on modern ICT and artificial intelligence. In M. Turčáni, Z. Balogh, M. Munk, M. Magdin, L. Benko, & J. Francisti (Eds.), *DIVAI 2024: 15th International Scientific Conference on Distance Learning in Applied Informatics* (pp. 1-12). Štúrovo, Slovakia: Wolters Kluwer.
- Molnár, Gy., & Szűts, Z. (2022). Use of artificial intelligence in electronic learning environments. In G. Molnár (Ed.), *IEEE 5th International Conference and Workshop in Óbuda on Electrical and Power Engineering (CANDO-EPE 2022)* (pp. 137-140). Budapest, Hungary: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- Molnár, Gy. (2013). The role of electronic and virtual learning support systems in the learning process. In: Szakál, Anikó (ed.) *2013 IEEE 8th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI 2013)* New York, Amerikai Egyesült Államok: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) pp. 51-54.

- Molnár, Gy., Cserkó, J., & Karl, É. (2023). Evaluation and technological solutions for a dynamic, unified cloud programming development environment. In IEEE 21st World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI 2023) (pp. 237-240). Herlany, Slovakia.
- Nagy, T. (2009). Az ellenőrzés és értékelés tervezésének és megvalósításának módszertana II. tárgyból önálló tanulási módszer felhasználásával. Győr, Hungary: Győr-Sopron-Moson Megyei Pedagógiai Intézet. TÁMOP 4.1.2-08//B-2009-0006.
- Patro, B. N., Chauhan, D., Kurmi, V. K., & Namboodiri, V. P. (2021). Revisiting paraphrase question generator using pairwise discriminator. *Neurocomputing*, 420, 149-161.
- Perez-Castro, A., Martínez-Torres, M. D. R., & Toral, S. (2023). Efficiency of automatic text generators for online review content generation. *Technological Forecasting and Social Change*, 189, 122380.
- Ramík, J., & Korviny, P. (2010). Inconsistency of pair-wise comparison matrix with fuzzy elements based on geometric mean. *Fuzzy Sets and Systems*, 161(11), 1604-1613.
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281.
- Szűts, Z., Molnár, Gy., Racsko, R., Vaughan, G., & Molnár, T. L. (2023). Pedagogical implications and methodological possibilities of digital transformation in digital education after the COVID-19 epidemic. *Computers*, 12(4), 73.
- Vass, V. (2006). A kompetencia fogalmának értelmezése. In Demeter Kinga (Ed.), *A kompetencia*. Budapest, Hungary: Országos Közoktatási Intézet. Retrieved from <https://ofi.oh.gov.hu/tudastar/tanulas-tanitas/kompetencia>
- Vass, V. (2006). A kompetencia fogalmának értelmezése. In K. Demeter (Ed.), *A kompetencia*. Budapest, Hungary: Országos Közoktatási Intézet.
- Weimer, M. (2013). *Learner-centered teaching: Five key changes to practice* (2nd ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.
- Zakota, Z., & Molnár, Gy. (2024). Előzetes tudásfelmérés mesterséges intelligencia-eszközök használatának vizsgálatához partiumi gimnazisták körében. In *Hatékony és fenntartható tudástranszfer és képességfejlesztés az egyetemeken a digitális transzformáció idején: 20. MELLearn Lifelong Learning Konferencia = Effective and Sustainable Knowledge Transfer and Skills-development at Universities in the Age of Digital Transformation: 20th Conference of MELLearn - Hungarian Universities' Lifelong Learning Network: Absztrakt Kötet = Collection of Abstracts* (pp. 22-25). Budapest, Hungary: MELLearn Egyesület.

Brief Professional Biography

Éva Karl is a school principal and an IT, physics, and mathematics teacher, leading the accredited talent development workshop at Várkert Elementary School. She obtained her

technical computer science engineering degree from Dannis Gabor University, her Qualified Teacher of Engineering (Engineering Information Technologist) [MSc] diploma with summa cum laude distinction from Széchenyi István University (University of Győr), her Qualified Teacher of Informatics [MA] school computer science master teacher diploma from Pannon University, and her Qualified Specialist in Management of Public Education, Education Specialist diploma from Kodolányi János University. Additionally, she is a Certified Teacher Analystdeveloper in "School Inspection and Teacher Appraisal" certification from the University of Szeged. As an active member of the Hungarian Pedagogical Society and the HERA ICT section, she contributes to the pedagogical community's work. Currently, she is a doctoral student at the Doctoral School of Multidisciplinary Engineering Sciences of Széchenyi István University. As a programmer, she participated in developing satellite data transmission systems related to digital television. Her research focuses on modernizing pedagogical evaluation systems by applying artificial intelligence, fuzzy logic, and machine learning methods, particularly developing innovative approaches that enable more objective and personalized student knowledge assessment while reducing administrative burdens on educators.