

ISSN 2676-9042

Vol 4, No 4, 2022.

2022, IV. évf. 4. szám

---

## Safety and Security Sciences Review

---

international, peer-reviewed, professional and  
scientific journal of safety and security sciences

---

## Biztonságtudományi Szemle

---

a biztonságtudomány nemzetközi, lektorált,  
szakmai és tudományos folyóirata



---

<https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu>

---

On the cover can be seen | A borítón  
**BORS Györgyi**  
painter/festőművész  
**Attack** | **Attak**  
painting | című festménye látható

© Bors Györgyi, 2020

Safety and Security Sciences Review	Biztonságtudományi Szemle
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságstudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata
<p style="text-align: center;"><b>COLUMNS</b></p> <p style="text-align: center;">Material Safety Philosophy and History of the Safety and Security Security Policy Security Systems Security Awareness Domotics Health Security Food Safety Economic Security War Security and Law Enforcement Information Security Industrial and Operational Safety Legal and Social Security Book Review Security of Environment Traffic Safety Facility Security Private Security Artificial Intelligence Safety and Security in General Technical Security</p>	<p style="text-align: center;"><b>ROVATOK</b></p> <p style="text-align: center;">Anyagbiztonság Biztonságfilozófia és -történet Biztonságpolitika Biztonságtechnika Biztonságtudatosság Domotika Egészségbiztonság Élelmiszerbiztonság Gazdasági biztonság Hadbiztonság és rendvédelem Információbiztonság Ipar- és üzembiztonság Jog- és társadalombiztonság Könyvismertetés Környezetbiztonság Közlekedésbiztonság Létesítménybiztonság Magánbiztonság Mesterséges intelligencia Munkabiztonság Műszaki biztonság</p>
<p>The <b>aim</b> of the journal is to publish studies, research reports, book reviews for professionals working in the field of security science or related sciences, or for those interested in the subject of the broadly disciplinary framework of military technical sciences, and for security awareness and developing a safety culture. We know that the cultivation of security sciences includes the study of the history of military and law enforcement security, as well as the knowledge of the historical aspects of our field of science, and its development. We are working towards to present the latest theoretical models and empirical research findings in our journal. We believe that our Journal and our authors can contribute to the creation of a world that enables a (more) secure life for all the inhabitants of the Earth by knowing the historical past and examining the events of the present with precision and accuracy.</p> <p><b>Published</b> quarterly, typically in Hungarian, occasionally in a foreign language. Special and/or thematic issues related to conferences and topics are occasionally published in Hungarian or in foreign languages.</p> <p>Only those papers will be published which reviewed by two independent reviewers and recommended suitable for publication in the Safety and Security Sciences Review. The submitted manuscripts must meet the requirements both of the form and the content which can be found in the journal's website. Please note: we will not return unapproved manuscripts.</p> <p>Articles in the Safety and Security Sciences Review are archived in the Digital Archives of Óbuda University (ÓDA). The studies of the staff and students of Óbuda University, published in the Journal, are recorded by the staff of the University Library at the Hungarian Scientific Works Library (MTMT).</p>	<p>A <b>folyóirat célja</b> a biztonságstudomány területén, vagy ahhoz kapcsolódó területeken dolgozó szakemberek, vagy a téma iránt érdeklődők számára a katonai műszaki tudományok, s így a biztonságstudomány tágan értelmezett diszciplináris keretében tartozó tanulmányok, kutatási jelentések, beszámolók, könyvismertetőik megjelentetése, s ennek révén a biztonság-tudatosság és a biztonsági kultúra fejlesztése. Tudjuk, hogy a biztonságstudományok művelésébe beletartozik a had-, rendészeti- és biztonságstörténet vizsgálata, tudományterületünk történeti és történelmi vetületeinek, s így fejlődésének megismerése. Azon dolgozunk, hogy Folyóiratunkban bemutassuk jelenkorunk legújabb teoretikus modelljeit és empirikus kutatási eredményeit. Hiszünk benne, hogy Folyóiratunk és szerzőink a történelmi múlt ismeretével, a jelenkor eseményeinek precíz és akkurátus vizsgálatával hozzá tudunk járulni egy olyan világ megteremtéséhez, amelyik lehetővé teszi a Föld minden lakója számára a biztonságos(abb) életet.</p> <p><b>Megjelenés</b> negyedévente, jellemzően magyar, eseti jelleggel idegen nyelven. Konferenciákhoz és témákhoz kapcsolódóan különszámok, tematikus számok alkalmi jelleggel magyar, vagy idegen nyelven jelennek meg.</p> <p>A Biztonságtudományi Szemle folyóiratban csak két független lektor által lektorált és megjelentetésre alkalmasnak tartott tanulmányok jelenhetnek meg. A beküldött kéziratoknak formai és tartalmi szempontból egyaránt meg kell felelnie a Folyóirat weboldalán közölt elvárásoknak. El nem fogadott kéziratokat nem áll módunkban visszaküldeni.</p> <p>A Biztonságtudományi Szemle folyóiratban megjelenő cikkek az Óbudai Egyetem Digitális Archívumában (ÓDA) archiválásra kerülnek. Az Óbudai Egyetem munkatársainak és hallgatóinak a Folyóiratban megjelent tanulmányait az Egyetemi Könyvtár munkatársai rögzítik a Magyar Tudományos Művek Tárában (MTMT).</p>

<b>Safety and Security Sciences Review</b>	<b>Biztonságtudományi Szemle</b>
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságtudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata

**ISSN 2676-9042**

**<https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu>**

**Edited by Editorial Board** | **Szerkeszti a Szerkesztőbizottság**

Chairman of the Editorial Board | A Szerkesztőbizottság elnöke

**Prof. Dr. RAJNAI Zoltán**

rajnai.zoltan@bgk.uni-obuda.hu

Scientific Secretary of the Editorial Board, person responsible for editing | A szerkesztőbizottság tudományos titkára, a szerkesztésért felelős személy

**Dr. KOLLÁR Csaba PhD**

kollar.csaba@uni-obuda.hu

Members of the Editorial Board | A szerkesztőbizottság tagjai

**Prof. Dr. BÁNÁTI Diána** banati@mk.u-szeged.hu

**BEREK László** berek.laszlo@lib.uni-obuda.hu

**Dr. habil. BEREK Tamás PhD** berek.tamas@uni-nke.hu

**Prof. Dr. BESENYŐ János** besenyo.janos@uni-obuda.hu

**Prof. Dr. CVETITYANIN Livia** cpinter.livia@bgk.uni-obuda.hu

**Prof. Dr. Dragan JOVANOVIĆ** draganj@uns.ac.rs

**Prof. Dr. Jeffrey KAPLAN** kaplan@uwosh.edu

**Dr. habil. KOVÁCS Tünde PhD** kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

**Dr. Cyprian Aleksander KOZERA PhD** c.kozera@akademia.mil.pl

**Prof. Dr. Maashutha Samuel TSHEHLA** samuel@sun.ac.za

**Prof. Dr. Manuela TVARONAVIČIENĒ** manuela.tvaronaviciene@vgtu.lt

Staff of the Editorial Board | A szerkesztőbizottság munkatársai

**BELÁZ Annamária, SZALÁNCZI-ORBÁN Virág**

English language lecturer | Angol nyelvi lektor

**BEKE Éva**

Technical editor | Technikai szerkesztő

**HARTMANN László**

Editorial office | Szerkesztőség

Óbudai Egyetem

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Biztonságtudományi Doktori Iskola

1081 Budapest, Népszínház utca 8.

Publisher | Kiadó

Óbudai Egyetem, 1034 Budapest, Bécsi út 96/B.

Responsible for publishing | A kiadásért felel

**Prof. Dr. KOVÁCS Levente**

Rector of the Óbuda University | az Óbudai Egyetem rektora



<b>Safety and Security Sciences Review</b>	<b>Biztonságtudományi Szemle</b>
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságtudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata

**Vol 4, No 4, 2022.**

**2022. IV. évf. 4. szám**

**Authors of this issue**

**E számunk szerzői**

### **BODOR Károly**

bodor.karoly@ek-cer.hu

I am Károly BODOR from the Centre for Energy Research (14 years) and ELI ALPS (9 years). I have been involved in the radiation protection design and implementation of ELI ALPS since 2008. It became immediately clear that in addition to traditional radiation protection knowledge, new procedures should be developed, and new knowledge and visions, an interdisciplinary approach, would be needed. To this end, I participated in the meetings and conferences held during the preparatory phase of ELI, and I mastered the so-called FLUKA Monte Carlo code. In the course of my work, I led several diploma topics with my colleague and supervisor Dr. Péter ZAGYVAI. As a radiation protection expert and designer, I support the implementation of radiation protection at ELI ALPS. Methods must be developed and practiced. The results of the research carried out in the EK Nuclear Security Department can be used to strengthen the radiation protection of ELI ALPS, which is one of the reasons why we started implementing the radiation protection training sites.

BODOR Károly vagyok az Energiatudományi Kutatóközpont (14 év) és az ELI ALPS munkatársa (9 év). Az ELI ALPS sugárvédelmi rendszerének tervezésébe és megvalósításába 2008-ban kapcsolódtam be. Rögtön világossá vált, hogy a hagyományos sugárvédelmi tudás mellett új eljárásokat kell kidolgozni, illetve új ismeretekre és látásmódra, interdiszciplináris megközelítésre lesz szükség. Ennek érdekében részt vettem az ELI előkészítési fázisában megtartott találkozókön, konferenciákon, valamint elsajátítottam az akkor még Magyarországon nem használt ún. FLUKA Monte Carlo kódot. Munkám során több diplomamát vezettem Dr. ZAGYVAI Péter kollégámmal, témavezetőmmel. Sugárvédelmi szakértőként és tervezőként támogatom az ELI ALPS üzemelését. Ahhoz, hogy sugárvédelmi szempontból a lehető legbiztonságosabb legyen a tényleges üzemelés, meg kell értenünk az ELI-ben a lézer-anyag kölcsönhatás során zajló folyamatokat. Módszereket kell kidolgozni, melyeket be kell gyakorolni. Az EK Sugárbiztonsági Laboratóriumában folyó kutatás eredményei felhasználhatók az ELI ALPS sugárvédelmének megerősítésében, többek között ezért is kezdtük el megvalósítani a sugárvédelmi gyakorló tanpályákat.

### **BOZSIK Nándor**

bozsi.nandor@uni-obuda.hu

The author studied technical studies in the field of electrical engineering. He specializes in energy security and renewable energy monitoring systems. Many municipalities and institutions have been involved in energy modernization over the last twenty years. Its developments have mainly involved the modernization of photovoltaic systems and lighting. He is currently a doctoral student at the Doctoral School of Security Sciences of the University of Óbuda, his research area is energy security and renewable energy management.

A szerző műszaki tanulmányait villamosmérnöki tudományok területén végezte. A szakterülete az energiabiztonság és a megújuló energiák felügyeleti rendszere. Számos település és intézmény energetikai korszerűsítésben vett részt az utóbbi húsz év során. A fejlesztései főleg a fotovoltaikus rendszerek és a világítás korszerűsítésre terjedtek ki. Jelenleg az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola doktorandusz hallgatója, kutatási területe az energiabiztonság és a megújuló energiák menedzsmentje.

### **FARAGÓ Ferenc**

farago.ferenc@uni-obuda.hu

My name is Ferenc FARAGÓ, I am a certified environmental engineer, occupational safety engineer. My profession is safety: I have been working as an

FARAGÓ Ferenc vagyok, okleveles környezetvédelmi mérnök, munkavédelmi szakmérnök. Hivatásom a biztonság: több, mint 20 éve dolgozom környezetvé-

<b>Safety and Security Sciences Review</b>	<b>Biztonságtudományi Szemle</b>
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságtudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata

environmental expert for more than 20 years and I have occupational safety expert qualifications as well. I have worked primarily on developing corporate sustainability strategies for companies in Europe, the United States and the Far East. I currently work in the management of a multinational manufacturing company as an EHS manager. I am trying to expand my knowledge at the Doctoral School for Security Sciences. My main research are is safety management, occupational safety performance measurement and forecasting the increase in accident risks. I am proud to be involved in the educational activities of the University. In my lecture entitled 2BSafe - Podcast about Safety, I try to provide useful, practical help to establishing safety for both employees and employers.

delmi szakértőként és munkavédelmi szakértői jogosultságokkal is rendelkezem. Főként vállalati fenntarthatósági stratégiák kialakításával foglalkoztam európai, egyesült államokbeli és távol-keleti vállalatoknál. Jelenleg egy multinacionális gyártó vállalat menedzsmentjében dolgozom, mint környezetvédelmi és munkavédelmi vezető. Tudásomat az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskolájában igyekszem bővíteni. Fő kutatási területem a biztonság menedzselése, a munkavédelmi teljesítméymérés és a baleseti kockázatok növekedésének előrejelzése. Büszke vagyok arra, hogy részt vehetek az Egyetem oktatási tevékenységében. A 2BSafe - Podcast a Biztonságról című műsoromban igyekszem hasznos, gyakorlati segítséget nyújtani a biztonság megteremtéséhez mind a munkavállalók, mind a munkáltatók számára.

### **HUGYI Milán**

milan.hugyi@uni-obuda.hu

Milán HUGYI, certified economist, auditor, coach, PhD student at the Óbuda University, Doctoral School on Safety and Security Sciences. He has been active in the field of Quality Management for more than 10 years, and has worked in the plastic processing, electronics and metal processing industry, including the automotive segment, where he is currently working in consulting, management and auditor roles. In his opinion, in accordance with his broad-spectrum professional qualifications, human resources, continuous development and life-long learning (LLL) are the driving force of innovation and progress along with the ideology of safety and security sciences. His main research area is the complex approach of the operational failure-phenomenons, and the difficulties and barriers of their eliminations.

HUGYI Milán, okleveles közgazdász, auditor, coach, az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskolájának doktorandusza. A Quality Management területén több, mint 10 éve tevékenykedik, megfordult már a műanyagfeldolgozó-, elektronikai- és fémfeldolgozó-megmunkáló ipar területén, az autóiipari szegmenst is beleértve, ahol jelenleg is tevékenykedik, tanácsadói, vezetői, illetve auditori szerepekben. Véleménye szerint – széles spektrumú szakképzettiségeivel összhangban – az emberi erőforrás és a folyamatos fejlődés, ill. az élethosszig tartó tanulás (LLL) jelenti az innováció és az előrehaladás mozgatórugóját a biztonságtudomány eszmerendszerével karöltve. Főbb kutatási területe a működési hibajelenségek komplex megközelítése, és a hibajelenség kockázatsökkentésének korlátai.

### **KERSÁNSZKI Tamás**

kersanszki@uni-obuda.hu

Tamás KERSÁNSZKI is the head of the STEM Office of Óbuda University and and coordinator of the university's East African developments. In 2007 he graduated as a social politician at the Eötvös Lóránt University, and in 2015 as a project management specialist at the Budapest Corvinus University. He is currently a student at the Doctoral School of Security Studies at Óbuda University. His research area is STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math) innovations and developments and development of transversal skills, safety and security skill

KERSÁNSZKI Tamás az Óbudai Egyetem STEM Irodájának vezetője és a Kelet-afrikai egyetemi projektek koordinátora. 2007-ben az ELTE szociálpolitikus, 2015-ben pedig a Budapesti Corvinus Egyetem projektmenedzsment specialista szakon végzett. Jelenleg az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskolájának hallgatója. Kutatási területe a STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math) innovációk és fejlesztések, valamint a transzverzális készségek fejlesztése, védelem és biztonsági készségek fejlesztése. Számos hazai és nem-

<b>Safety and Security Sciences Review</b>	<b>Biztonságtudományi Szemle</b>
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságtudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata

development. Manager and professional implementer of several national and international projects. He teaches project management and digital skills at Obuda University and many East-African universities.

zetközi projekt menedzsere és szakmai megvalósítója. Projektmenedzsmentet és digitális ismereteket tanít az Óbudai Egyetemen és számos kelet-afrikai egyetemen.

### **KISS Csaba**

kiss.csaba@uni-nke.hu

Csaba KISS, a signals engineer, is a student at the Military Technical Doctoral School of the National Public Service University. His research area is the development of human-machine interaction, human-machine group-based capabilities, and the application of artificial intelligence in national defense. Member of the Hungarian Military Society, member of the Fuzzy Department of the János Neumann Computer Science Society. After obtaining his teaching qualification, he taught technical subjects at the Education Directorate of the Hungarian Telecommunications Company (MATÁV) in the Transmission Technology Department of the Technical Department. In addition to the technical education, he also obtained a trainer's qualification, so he held various skill-building and team-building trainings. During the training sessions, he used his self-developed skills development program for the computer (Octopus-32). In 2010, he won the 2nd place with his skills development software in the "smart software" competition announced by the LUDUS project at the European level. He is currently a PhD student at the University of Public Service.

KISS Csaba híradó mérnök a Nemzeti Közzolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskolájának a hallgatója. Kutatási területe az ember-gép interakció, ember-gép csoportalapú képesség fejlesztése, a mesterséges intelligencia alkalmazása a honvédelemben. A Magyar Hadtudományi Társaság tagja, a Neumann János Számítógép-Tudományi Társaság Fuzzy Szakosztály tagja. A tanári szakképesítés megszerzése után műszaki tárgyakat tanított a Magyar Távközlési Vállalat (MATÁV) Oktatási Igazgatóságán a Műszaki Osztály Átviteltechnikai részlegén. A műszaki oktatások mellett tréneri képesítést is szerzett így különböző készségfejlesztő, csapatépítő tréningeket tartott. A tréningek során használta a saját fejlesztésű számítógépre írt készségfejlesztő programját (Octopus-32). 2010-ben a LUDUS project által meghirdetett „okos szoftver” európai szintű pályázaton a 2. helyezést érte el a készségfejlesztő szoftverével. Jelenleg a Nemzeti Közzolgálati Egyetem doktorandusza.

### **KISS Lili**

lilikkiss.lk@gmail.com

The author is a third-year student at the University of Debrecen, the major is liberal arts, specializing in film theory and film history. After completing her studies, she tends to work in the media field as a television program editor, and she also preparing for a carrier as a writer.

A szerző a Debreceni Egyetem harmadéves szabad bölcsész hallgatója, filmelmélet és filmtörténet specializáción folytatja tanulmányait. Tanulmányai befejezése után a média területén tervez elhelyezkedni televíziós műsorszerkesztőként, illetve írói pályára is készül.

### **KOLLÁR Csaba**

kollar.csaba@uni-obuda.hu

Csaba KOLLÁR communications engineer, certified communications specialist, head of electronic information security, doctor of economics (PhD), cybernetic, consultant, coach, mediator. His research interests include the social aspects and economic impacts of the digital age, in particular the human dimension of information security, the development of

KOLLÁR Csaba kommunikációtechnikai mérnök, okleveles kommunikációs szakember, elektronikus információbiztonsági vezető, a közgazdaságtudományok doktora (PhD), kibernetikus, tanácsadó, coach, mediátor. Kutatási területe a digitális kor társadalmi vetületei és gazdasági hatásai, kiemelten az információbiztonság humán aspektusa, az információbizton-

<b>Safety and Security Sciences Review</b>	<b>Biztonságtudományi Szemle</b>
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságtudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata

information security awareness, human-robot interaction, smart city, artificial intelligence, social credit system, and domotics. He is a senior research fellow at the Óbuda University, leader of Artificial Intelligence Workshop, lecturer and supervisor at the Doctoral School on Safety and Security Sciences, and at the National University of Public Service Doctoral School of Military Engineering. He is an examiner for professional qualification exams. He is a senior consultant, mediator and coach of PREMA Consulting, expert of the Hungarian Military Society and the National Association of Human Professionals. He has been a member of the Artificial Intelligence Consortium since Q4 2018.

ság-tudatosság fejlesztése, az ember-robot interakció, az okosváros, a mesterséges intelligencia, a társadalmi kredit rendszere, a domotika. Az Óbudai Egyetem tudományos főmunkatársa, a Mesterséges Intelligencia Műhely vezetője, az Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskolájának és a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskolájának az oktatója, témavezetője. Elnök a szakmai képesítő vizsgákon. A PREMA Consulting vezető tanácsadója, mediátora és coacha, a Magyar Hadtudományi Társaság és a Humán Szakemberek Országos Szövetsége szakértője. 2018. negyedik negyedétől a Mesterséges Intelligencia Konzorcium tagja.

### **KOVÁCS Róbert**

kovacs.robert@kvk.uni-obuda.hu

Róbert KOVÁCS is a certified electrical engineer, certified electrical engineer-teacher, Deputy Head of the Department of Communications and Infocommunication, Kandó Kálmán Faculty of Electrical Engineering, Institute of Electronic and Communication Systems, Óbuda University. His teaching activities cover the fields of communications systems, terrestrial, mobile, microwave, satellite and deep space telecommunications systems. His research interests include the development of radio communication technologies. In particular, research on reception methodologies in different bandwidths, wave propagation description methods. He is working on his doctoral thesis on the investigation of possible efficiency enhancement techniques in strategic data acquisition systems using shortwave diversity reception technology.

KOVÁCS Róbert okleveles villamosmérnök, okleveles villamosmérnök-tanár, az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Elektronikai és Kommunikációs Rendszerek Intézet, Híradástechnika és Infokommunikáció Tanszék vezető-helyettese. Oktatási tevékenysége a hírközlési rendszerek, földfelszíni, mobil, mikrohullámú, műholdas és mélyúri távközlés területére terjed ki. Kutatási területe a rádiótávközlési technológiák fejlesztése. Ezen belül kiemelten a különböző sávartományokban alkalmazott vétel módszertani vizsgálatok, hullámterjedési leírásmódok kutatása. Doktori értekezését a rövidhullámú sávartományú diverziti vételtechnológia stratégiai jellegű adatszerző rendszerekben lehetséges hatékonyságnövelési eljárások vizsgálata körében készíti.

### **LANGER Ingrid**

langer.ingrid@bgk.uni-obuda.hu

Ingrid LANGER graduated from the Faculty of Mechanical Engineering of the Budapest University of Technology in 1991. Since 1991 she has been teaching at the Institute of Mechatronics and Automotive Engineering at the University of Óbuda (formerly Budapest University of Technology). She is currently a PhD student at the Doctoral School of Security Studies, Óbuda University. Since 2008 she has been involved in research on colour vision correction in colour deficient people as a collaborator of Dr. habil Klára WENZEL (BME MOGI). She is involved in correcting colour vision in colour deficient people with spectacle lenses and in the manufacture of these lenses.

LANGER Ingrid a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán szerzett diplomát 1991-ben. 1991-óta oktat az Óbudai Egyetem (korábban Budapesti Műszaki Főiskola) Mechatronikai és Járőműtechnikai Intézetében. Jelenleg az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskolájának doktorandusz hallgatója. 2008 óta dr. habil WENZEL Klára (BME MOGI) munkatársaként vesz részt színtévesztők színlátás korrekciójával kapcsolatos kutatásokban, színtévesztők színlátásának szemüveglencsékkel történő javításában és a szemüveglencsék gyártásában.

<b>Safety and Security Sciences Review</b>	<b>Biztonságtudományi Szemle</b>
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságtudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata

## LAUFER Edit

laufer.edit@bgk.uni-obuda.hu

Edit LAUFER received the B.Sc. degree in information technology from the John von Neumann Faculty of Informatics of the Budapest Polytechnic, Budapest, in 2001, the M.Sc. degree in teacher of informatics from the Faculty of Natural Science and Informatics, Eötvös Loránd University, Budapest, in 2004, the Ph.D. degree from the Doctoral School of Applied Informatics and Applied Mathematics, Óbuda University, Budapest, in 2014, and Dr. habil title in 2020. She joined the Institute of Mechatronics and Vehicle Engineering, Budapest Polytechnic, in 2001 (from 2021 also Head of Institute), and its legal successor Óbuda University, where she has been involved in a number of scientific research projects. Her current research interests include soft computing, risk assessment and complex systems. Dr. LAUFER is member of several scientific society including IEEE, John von Neumann Computer Society, Hungary, and Hungarian Fuzzy Association. She is the president of the Hungarian Fuzzy Association.

LAUFER Edit a Budapesti Műszaki Főiskolán szerzett mérnök informatikus B.Sc. diplomát 2001-ben, informatika szakos tanár M.Sc. diplomát az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi és Informatika Karán 2004-ben, Ph.D fokozatot az Óbudai Egyetem Alkalmazott Informatikai és Alkalmazott Matematikai Doktori Iskolájában 2014, majd habilitált doktori címet 2020-ban. 2001 óta oktat az Óbudai Egyetem (korábban Budapesti Műszaki Főiskola) Mechatronikai és Járműtechnikai Intézetében (2021-től intézetigazgató). Számos tudományos kutatásban vesz részt. Fő kutatási területei: lágy számítási módszerek, kockázat kezelés és komplex rendszerek. Dr. LAUFER számos tudományos társaság, köztük az IEEE, a Neumann János Számítógép-tudományi Társaság, valamint a Magyar Fuzzy Társaság tagja. A Magyar Fuzzy Társaság elnöke.

## MANDIĆ Dorottya

mandic.dorottya@uni-obuda.hu

My name is Dorottya MANDIĆ, and I graduated from the Technical College of Applied Sciences in Bachelor of Management Engineering in Subotica, Serbia. I received my master's degree in Mechatronical Engineering from the Óbuda University Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering. I am currently a doctoral student in Safety and Security Sciences at the Óbuda University Doctoral School. My research area is the analysis of the security of smart devices.

MANDIĆ Dorottyanak hívnak, és a Műszaki Szakfőiskolán fejeztem be a tanulmányaimat Szabadkán, Szerbiában, mint mérnök menedzser. A mesterképzést az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnika Mérnöki Karán szereztem meg, mint okleveles mechatronikai mérnök. Jelenleg az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola doktorandusz hallgatója vagyok. A kutatási témám az okoseszközök biztonságának az elemzésével foglalkozik.

## NAGY Attila

attila.nagy@uni-obuda.hu

My name is NAGY Attila. I completed my studies at the Technical College in Subotica, Serbia, as an electrical and computer engineering engineer. I completed a specialization there as a mechatronics engineer. I obtained my first master's degree at the János Neumann Faculty of Informatics of the University of Óbuda as a certified engineering teacher (computer science engineer). I hold my second master's degree from the Donát Bánki Faculty of Mechanical and Security Engineering at the University of Óbuda as a graduate mechatronics engineer. I am currently a doctoral student at the Doctoral School of Security

NAGY Attilának hívnak. A Műszaki Szakfőiskolán fejeztem be a tanulmányaimat Szabadkán, Szerbiában, mint villamosságtan és számítástechnika mérnök. Ugyanitt befejeztem egy specializációt, mint mechatronikai szakmérnök. Az első mester fokozatot az Óbudai Egyetem Neumann János Informatikai karán szereztem meg, mint okleveles mérnöktanár (mérnök informatikus). Második mester fokozatot az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Karán, mint okleveles mechatronikai mérnök. Jelenleg az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola doktorandusz

<b>Safety and Security Sciences Review</b>	<b>Biztonságtudományi Szemle</b>
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságstudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata

Sciences of the University of Óbuda. My research topic is the detection of network anomalies using machine learning procedures.

hallgatója vagyok. A kutatási témám a hálózati anomáliák detektálása gépi tanulási eljárásokkal.

### **NAGY Sarolta**

nagy.sarolta@nnk.gov.hu

NAGY Sarolta is an occupational health specialist, she has been working in field of occupational health since 1996. She completed the “Training of trainers – Preparation for the teaching of training programs on accessibility in healthcare”, organized by Ltd. for Equal Opportunities for Persons with Disabilities (FSZK) in 2013, and she completed the post-graduate training in employment rehabilitation human and technical consultatnt at the Budapest University of Technology and Economy in 2017. Her research topics are the factors influencing the disabled persons’ employment, especially the aspects of occupational health and safety. Since 2011 she has conducted research with employees belonging to three disability groups (hearing-impaired, visually-impaired, mobility-impaired), mainly on their employment difficulties and about the assistive technologies they use, and the possible discrimination they experienced in the world of work. She participates in specialist training and also teaches at the Pedagogy and Rehabilitation of Hearing Impaired Persons Cours at the Eötvös Lorand University BGGYK Institute of Therapeutic Pedagogy and Rehabilitation.

NAGY Sarolta foglalkozás-egészségügyi szakorvos, 1996 óta dolgozik a foglalkozás-egészségügy területén. 2013-ban elvégezte az FSZK szervezésében a „Képzők képzése – Felkészítés akadálymentesítés témájú képzési programok oktatására az egészségügyben” képzést, 2017-ben pedig a Budapesti Műszaki Egyetemen a foglalkoztatási rehabilitációs humán és műszaki szaktanácsadó posztgraduális képzést. Kutatási témái a megváltozott munkaképességű, fogyatékos személyek foglalkoztatását befolyásoló tényezők, különös tekintettel a munkavédelemre. 2011-től három fogyatékosági csoportba tartozó (hallássérült, látássérült, mozgáskorlátozott) munkavállalókkal végzett kutatásokat, elsősorban a munkavállalási nehézségeikről, az általuk használt segítőtechnológiákról és az esetlegesen megélt hátrányos megkülönböztetésről a munkavilágában. Részt vesz a szakorvos képzésben és az ELTE BGGYK Gyógypedagógiai Módszertani és Rehabilitációs Intézet Hallássérült személyek pedagógiája és rehabilitációja szakon óraadóként oktat.

### **PÁL Anita Brigitta**

pal.anita@hm.gov.hu

In the past 15 years, I represented law firms, economic companies and commercial companies as an English and German Consecutive Interpreter in various projects. In terms of my studies, I started with law, but since my goal was to find a position in the diplomatic environment, I rather obtained my first diploma as a Specialist in Foreign Affairs and International Relations. After that, I completed my master's degree at the Faculty of Military Science and Defense Officer Training of the National Public Service University as an Expert in International Security and Defense Policy. I would like to deepen my knowledge in the strategic planning of security and defense systems and the effective operation of their organizations as well as in optimizing the possibilities between the defense organizations and institutions, that play a role in central and local defense administration, Currently I am serving with my knowledge the International Directorate of the Defense Economics Bureau of the Ministry of National Defense as a volunteer operational reserve

Az elmúlt 15 évben ügyvédi irodák, gazdasági cégek és kereskedelmi vállalatok angol és német nyelvű képviselőjét láttam el különböző projekteken belül. Tanulmányaimat tekintve először jogot tanultam, majd diplomát szereztem nemzetközi tanulmányokon, lévén hogy célom a diplomáciai környezetben való elhelyezkedés volt. Ezt követően a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Karának mesterképzésen végeztem nemzetközi biztonság- és védelempolitikai szakértőként. Tudásomat szeretném elmélyíteni a védelmi szervezetek, a központi és a helyi védelmi közigazgatásban szerepet játszó intézmények optimalizálásának lehetőségében, illetve a biztonsági és védelmi rendszerek stratégiai tervezésében és szervezeteinek hatékony működtetésében. Tudásommal jelenleg a Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatal Nemzetközi Igazgatóságát szolgálom önkéntes műveleti tartalékos hadnagyként. Bízom abban, hogy a későbbiek folyamán lehetőségem nyílik megfelelő

<b>Safety and Security Sciences Review</b>	<b>Biztonságtudományi Szemle</b>
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságtudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata

lieutenant. I trust that in the future I will have the opportunity to represent Hungary with appropriate expertise as a consecutive interpreter or expert in the field of diplomacy, in foreign representation, in the security and defense policy of the EU, and in the NATO.

szaktudással képviselni Magyarországot konzekutív tolmácsként vagy szakértőként diplomáciai területén, külképviseletben, az EU biztonság- és védelempolitikájában, illetve a NATO-ban.

### **SIMON János**

simon@mk.u-szeged.hu

Dr. János SIMON receives his PhD in 2014 at the Faculty of Technology of the “Josip Juraj Strossmayer” University of Osijek in the doctoral program in Telecommunications and Informatics. In 2020, he received a habilitation doctorate within the Óbuda University Doctoral School of Safety Studies. He specializes in the design and programming of Internet of Things (IoT) environments, the development of hardware and software for mobile robots and wireless sensor networks (autonomous systems), and the analysis of Industry 4.0 case studies.

Dr. SIMON János doktori fokozatát 2014-ben szerezte meg az eszéki „Josip Juraj Strossmayer” Tudományegyetem Műszaki Karán a Telekommunikáció és informatika doktori képzésben. 2020-ban az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola keretein belül habilitált doktori címet kapott. Szakterülete az Internet of Things (IoT) környezetek tervezése és programozása, mobil robotok és vezetékek nélküli szenzorhálózatok (autonóm rendszerek) hardware és software fejlesztése és az ipar 4.0 esettanulmányok elemzése.

### **ZAGYVAI Péter**

zagyvai.peter@ek-cer.hu

I am Péter ZAGYVAI. I graduated as a chemical engineer at the Budapest University of Technology (BME) in 1976. I dealt with radioanalysis even during my diploma thesis period, and I remained in this area. Between 1990 and 2010 I was the head of the radiation protection department of the training reactor of the Institute of Nuclear Techniques at BME. From 2010 my major workplace has been the Centre for Energy Research. I am senior research associate of the Environmental Physics Laboratory. I retired in 2021, but still, I hold the position of the radiation protection officer of the campus. As a part-time job I have lectures at BME with BSc and MSc subjects for the faculties of Natural Sciences, Mechanical and Energetic Engineering and Chemical and Bioengineering. In addition, I support the work of the ELI ALPS laser centre at Szeged, and occasionally I am invited as a lecturer or consultant of working units of the International Atomic Energy Agency (IAEA) in relation to emergency management and response and decommissioning of facilities.

ZAGYVAI Péter vagyok, okleveles vegyész-mérnöként végeztem 1976-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen (BME). Már a diplomázás alatt is radioanalitikával foglalkoztam, és utána is ezen a tudományterületen maradtam. 1990-től 2010-ig a BME Nukleáris Technikai Intézetéhez tartozó oktatóreaktor sugárvédelmi vezetője voltam, 2010-től fő munkahelyem a jelenlegi Energiatudományi Kutatóközpont lett. A Környezetfizikai Laboratórium tudományos főmunkatársaként dolgozom, 2021 óta nyugdíjas-ként, emellett ellátom a telephelyi sugárvédelmi megbízott feladatait. Másodállásban megmaradtam a BME-n, a Természettudományi Kar, a Gépészmérnöki és Energetikai Kar, valamint a Vegyész- és Biomeérnöki Kar BSc és MSc képzéseiben tartok előadásokat. Ezek mellett sugárvédelmi szakértőként segítem a szegedi ELI ALPS lézerközpont munkáját, és alkalmanként tanfolyami előadóként és konzulensként részt veszek az International Atomic Energy Agency (IAEA) baleset-elhárítással és létesítmények leszerelésével foglalkozó munkacsoportjaiban.

**Creator of the cover image | A borítón látható kép alkotója**

### **BORS Györgyi**

borsgyorgyi77@gmail.com

She was born in 1977 in Tapolca, Hungary. The tragic early death of his mother was decisive in her

Magyarországon, Tapolcán született 1977-ben. Édesanyja tragikus korai halála meghatározó volt az



Safety and Security Sciences Review	Biztonságtudományi Szemle
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságstudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata

life because she was then raised in state care until she was 18 years old. During her years there, she realized that she found the greatest pleasure in art. She studied graphic art for several years at the Railway School of Music and Fine Arts in Budapest with the painter and sculptor György BENEDEK, and later with Árpád “Pika” NAGY and Zoltán SEBESTYÉN. In 2007 she graduated from the King Zsigmond College with a degree in Cultural Management. From 2017, her master is Kálmán GASZTONYI, from whom she learned the different techniques of oil painting. She is narrative painter. It is important for her to be creative about something, a feeling, an idea, an impression, or even a human quality. She creates using the tools of abstract painting. With her innovative style, she brings experiences, feelings and thoughts with the tools of painting to a universal level that we have all known or experienced in some form. Her work has been successfully featured in various domestic and international competitions and exhibitions (Budapest, London, New Jersey, Hong Kong) and has appeared in several contemporary art albums and art magazines. One of her works can also be found in the public collection of the Hungarian Museum of Circus Art. Her expression is geometric and lyrical abstract, which are side by side yet reinforce her art organically intertwined.

életében, mert ezt követően 18 éves koráig állami gondozásban nevelkedett. Az ott töltött évek alatt jött rá, hogy a művészetben leli a legnagyobb örömet. Grafikai tanulmányokat folytatott több évig Budapesten a Vasutas Zene- és Képzőművészeti Iskolában BENEDEK György festő és szobrászművésznél, majd később NAGY Árpád „Pika”-nál és SEBESTYÉN Zoltánnál is tanult. 2007-ben diplomázott a Zsigmond Király Főiskola Művelődésszervező szakán. 2017-től Mestere GASZTONYI Kálmán, akitől elsajátította az olajfestés különböző technikáit. Narratív festő. Fontos számára, hogy alkotási szójának valamiről, egy érzésről, egy gondolatról, egy benyomásról, vagy akár egy emberi tulajdonságról. Az absztrakt festészet eszközeit felhasználva alkot. Innovatív stílusával olyan tapasztalatokat, érzéseket és gondolatokat emel a festészet eszközeivel egyetemes szintre, melyeket mindnyájan ismerünk vagy megéltünk már valamilyen formában. Munkái sikeresen szerepeltek különféle hazai és nemzetközi versenyeken és kiállításokon. (Budapest, London, New Jersey, Hong Kong) Több kortárs művészeti albumban, art magazinban jelentek meg munkái. Egyik alkotása a Magyar Cirkuszművészeti Múzeum közgyűjteményében is megtalálható. Kifejezőmódja a geometriai- és lírai absztrakt, melyek egymás mellett, de mégis szervesen összefonódva erősítik művészetét.

<b>Safety and Security Sciences Review</b>	<b>Biztonságtudományi Szemle</b>
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságtudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata

**Vol 4, No 4, 2022. | 2022. IV. évf. 4. szám**

**CONTENT | TARTALOM**

<b>Security Policy column</b>	<b>Biztonságpolitika rovat</b>
-------------------------------	--------------------------------

**PÁL Anita Brigitta**

The art of deterrence	Az elrettentés művészete
The role of the military industry in the arms competition (part 2.)	A hadiipar szerepe a fegyverkezési versenyben (2. rész)
1-14	

<b>Security Systems column</b>	<b>Biztonságtechnika rovat</b>
--------------------------------	--------------------------------

**HUGYI Milán**

Quality assurance of the production process parameters with help of statistical methods in the automotive industry using the Monte-Carlo method	Gyártási folyamat-paraméterek minőségének biztosítása statisztikai módszer segítségével az autóiiparban Monte-Carlo módszer alkalmazásával
15-25	

**KOVÁCS Róbert**

Investigation of conventional signal combining techniques in shortwave spatial diversity reception technology	Konvencionális jelkombinációs eljárások vizsgálata a rövidhullámú térdiverziti technológiában
27-42	

<b>Domotics column</b>	<b>Domotika rovat</b>
------------------------	-----------------------

**BOZSIK Nándor**

The domotics aspect of stand-alone systems	A szigetüzemű rendszerek domotikai aspektusa
43-57	

**MANDIĆ Dorottya – SIMON János**

Are smart devices used in smart homes safe?	Biztonságosak-e az okosotthonokban használt okoseszközök?
59-67	

<b>Information Security column</b>	<b>Információbiztonság rovat</b>
------------------------------------	----------------------------------

**KERSÁNSZKI Tamás**

The burden of cyber defense in the common security and defense policy of the EU	Kibervédelem térhódítása az EU közös biztonság- és védelempolitikájában
69-79	

<b>Industrial and Operational Safety column</b>	<b>Ipar- és üzembiztonság rovat</b>
---	-------------------------------------

**BODOR Károly – ZAGYVAI Péter**

Lost radioactive source exploration training capabilities at the Centre for Energy Research (EK)	Elveszett radioaktív forrás felkutatási gyakorlatozási lehetőség az Energiatudományi Kutatóközpontban (EK)
81-96	

<b>Safety and Security Sciences Review</b>	<b>Biztonságtudományi Szemle</b>
international peer-reviewed, professional and scientific journal of safety and security sciences	a biztonságtudomány nemzetközi, lektorált, szakmai és tudományos folyóirata

---

<b>Artificial Intelligence column</b>	<b>Mesterséges intelligencia rovat</b>
---------------------------------------	--

---

**KISS Lili**

Artificial intelligence and emotions or why do people want to play God?	Mesterséges intelligencia és az érzelmek, avagy miért akar az ember Istent játszani?
---	--

97-103

**NAGY Attila**

Classical and quantum machine learning in a nutshell	Klasszikus és kvantum gépi tanulás dióhéjban
--	--

105-113

---

<b>Safety and Security in General column</b>	<b>Munkabiztonság rovat</b>
--	-----------------------------

---

**FARAGÓ Ferenc**

Knowledge as a success factor in occupational safety	A tudás, mint sikertényező a munkavédelemben
Qualitative assessment of the knowledge management of companies operating in Hungary	Magyarországon működő vállalatok tudásmenedzsment gyakorlatának kvalitatív felmérése

115-131

**LANGER Ingrid – LAUFER Edit**

Assessing the occupational and professional competence of color vision deficient people	Szintévesztők munkaköri és szakmai alkalmasságának megítélése
---	---

133-143

**NAGY Sarolta**

Combined use of work diagnostic measuring instruments and ICF in occupational health and safety – first steps	Munkadiagnosztikai mérőeszközök és az FNO együttes használata a munkavédelemben – első lépések
---	--

145-154

---

<b>Book Review column</b>	<b>Könyvismertetés rovat</b>
---------------------------	------------------------------

---

**KISS Csaba – KOLLÁR Csaba**

Review about the book Marcus du Sautoy: The creativity code	Recenzió Marcus du Sautoy: A kreativitás kódja című könyvéről
---	---

155-160

**THE ART OF DETERRENCE  
THE ROLE OF THE MILITARY INDUSTRY  
IN THE ARMS COMPETITION (PART 2.)****AZ ELRETTENTÉS MŰVÉSZETE  
A HADIPAR SZEREPE A FEGYVERKEZÉSI  
VERSENYBEN (2. RÉSZ)<sup>1</sup>**PÁL Anita Brigitta<sup>2</sup>**Abstract**

The last decade of the Warsaw Pact was a decisive period in terms of the development of the struggles of the bipolar world order, which also decided the fate of Eastern Europe. Nuclear weapons reductions in Russia are part of a transformation process that encompasses political, economic, military, and ecological dimensions. For the first time, humanity had to cope with the political collapse of a nuclear-armed state, while individual nations were approaching each other in the 1980s in accepting the basic concept of general security, and a softening trend based on a new defense concept was unfolding, which is not experiencing the same change in military research and development. in its development.

**Keywords**

globalization, proliferation, transnationalization, defense industry

**Absztrakt**

A Varsói Szerződés utolsó évtizede meghatározó időszak volt a kétpólusú világrend küzdelmeinek fejleményét tekintve, amelyek eldöntötték Kelet-Európa sorsát is. A nukleáris fegyverek csökkentése Oroszországban egy átalakulási folyamat részét képezik, amely felöleli a politikai, gazdasági, katonai és ökológiai dimenziókat. Az emberiségnek először kellett megbirkóznia egy nukleáris fegyverrel rendelkező állam politikai összeomlásával, miközben az egyes nemzetek az általános biztonság alapkoncepciójának elfogadásában az 1980-as években közeledtek egymáshoz és kibontakozásban volt egy új védelmi koncepcióra épülő enyhülési tendencia, amelyvel azonos változás nem tapasztalható a katonai kutatás és fejlesztés fejlődésében.

**Kulcsszavak**

globalizáció, proliferáció, transznacionalizáció, védelemipar

<sup>1</sup> A tanulmány első része a Biztonságtudományi Szemle 2022. évi, IV. évf. 3. számában jelent meg:

<https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu/index.php/home/article/view/245/204>

<sup>2</sup> pal.anita@hm.gov.hu | ORCID: 0000-0003-4750-193X | volunteer operational reserve lieutenant, international relations expert, international security and defense policy expert, Ministry of Defence Defence Economic Bureau International Directorate Customs, Excise and Bordercrossing Branch | önkéntes műveleti tartalékos hadnagy, nemzetközi kapcsolatok szakreferens, nemzetközi biztonság- és védelempolitikai szakértő, nemzetközi kapcsolatok szakreferens, nemzetközi biztonság- és védelempolitikai szakértő, HM Védelemgazdasági Hivatal Nemzetközi Igazgatóság Vám, Jövedék és Határforgalmi Osztály

## COCOM, A MARSHALL-TERV TITKOS MELLÉKLETE

A Multilaterális Exportellenőrzések Koordinációs Bizottságát (COCOM) 1949-ben hozták létre azzal a céllal, hogy megakadályozzák a nyugati vállalatokat és országokat abban, hogy a „vasfüggöny” mögött stratégiai termékeket és szolgáltatásokat adjanak el a keleti blokk országainak. [1]

A COCOM alapító tagjai az Egyesült Államok, Belgium, Franciaország, Olaszország, Hollandia, Luxemburg és az Egyesült Királyság voltak. A COCOM-hoz később Spanyolország, Kanada, Ausztrália, Dánia, Németország, Görögország, Olaszország, Norvégia, Portugália, Japán és Törökország csatlakozott.

A második világháborút követően a Nyugat számára nyilvánvalóvá vált, hogy a szovjet blokk országaival szemben bármilyen stratégiai előnye nagymértékben függ a technológiai fölényétől. A párizsi amerikai nagykövetség melléképületében található COCOM kicsi és titkos szervezet volt. Egy veterán diplomáciai tudósító odáig ment, hogy „a Marshall-terv titkos mellékleteként” emlegette. A tagállamok összeültek, hogy frissítsék az ellenőrzött cikkek három listáját: a nemzetközi lőszer-lista; a nemzetközi atomenergia-lista; és a harmadik és legvitatottabb, az Industrial lista (a másik két kategóriába nem tartozó, civil és katonai célra is használható berendezések listája).

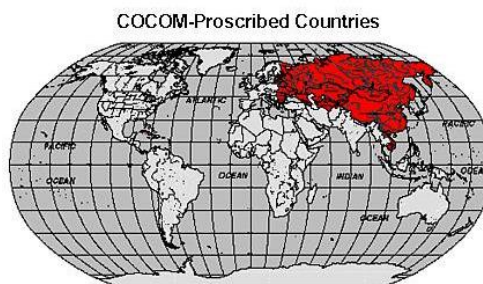
Az Industrial lista tartalmazta a „kettős felhasználású” cikkeket. Robert Rudney és TJ Anthony szerint ezek „olyan áruk, szolgáltatások és technológiák, amelyeknek ismert a kereskedelmi felhasználása, valamint ismert a katonai felhasználása vagy a tömegpusztító fegyverekben való felhasználása”. A „kettős felhasználású” technológia vitája az 1990-es évek végén is folytatódott, amint azt a Kínai Népköztársaság katonai ügynökségei által indított rakéták tetején távközlési műholdakat küldő amerikai vállalatok körüli zavargás is bizonyítja.

A COCOM sikertelensége nagyrészt a túlterhelt létszámnak (14 alkalmazott az 1980-as évek elején) és a tagországok általános hanyagságának tudható be. A jogsértések gyakoriak voltak a rossz végrehajtás, a szigorú szankciók hiánya és a magas haszon miatt. Az Egyesült Államok azonban mindig úgy vélte, hogy exportpolitikája megfelel a COCOM-előírásoknak. Annak ellenére, hogy a COCOM hivatalosan soha nem tette közzé „célországainak” listáját, ezek kétségtelenül egykor Afganisztán, Albánia, Bulgária, Kambodzsa, Csehszlovákia, Kuba, Kelet-Németország, Magyarország, Laosz, Mongólia, Észak-Korea, a Népköztársaság, Kína, Lengyelország, Románia, a Szovjetunió és Vietnam.

Az Egyesült Államokban a más országokba irányuló exportot az Egyesült Államok Kereskedelmi Minisztériumának része, az Egyesült Államok Exporthivatala szabályozza. Az exportot ellenőrző törvényhozó hatóság a következőket tartalmazza: Az 1949-es exportellenőrzési törvény, amely a COCOM létrehozásához kapcsolódott; az 1951-es csatatörvény, amely megakadályozta, hogy a keleti blokkba stratégiai termékeket exportáló országok kapjanak amerikai külföldi segílyt; valamint az 1969-es exportigazgatási törvény, amely a „kettős felhasználású” áruk exportjával foglalkozott. Ezt a törvényt 1979-ben, 1981-ben és 1985-ben módosították.

1994. március 30-án az Egyesült Államok bejelentette, hogy nagymértékben enyhíti a számítógépes és távközlési berendezéseknek a keleti blokkot alkotó országok számára történő értékesítésére vonatkozó korlátozásokat. A kommunizmus bukásával a Szovjetunióban és Kelet-Európa más országaiban a katonai és politikai fenyegetés, amely a COCOM létre-

jöttét táplálta, nagyjából szertefoszlott. Egyes rádió- és titkosítási technológiák exportszabályozása azonban érvényben maradt. 1994. március 31-én a COCOM formálisan feloszlott. [2]



I. ábra: Tiltott céországok a COCOM-listában  
(forrás: Állambiztonsági Szolgálatok Történelmi Levéltára

<https://www.facebook.com/121560831247609/photos/a-cocom-list%C3%A1r%C3%B3la-cocom-lista-egy-a-keleti-blokk-orsz%C3%A1gait-s%C3%BAjt%C3%B3-multilater%C3%A1lis-1541130289290649/>)

## A Wassenaari meállapodás

Alighogy a nemzetközi kommunizmus veszélye enyhülni kezdett, egy új fenyegetés jelent meg, az államilag támogatott terrorizmus veszélye. A nyugati kormányok gyorsan rájöttek, hogy továbbra is szükség van exportkorlátozásokra. Egy 1996-os beszédében Lynn E. Davis fegyverzet-ellenőrzési és nemzetközi biztonsági ügyekért felelős külügyminiszter-helyettes Iránt, Irakot, Észak-Koreát és Líbiát „pária országként” és a technológiai export korlátozásáról szóló új megállapodás célpontjaiként azonosította.

1995 decemberében létrejött a Wassenaari Megállapodás a hagyományos fegyverek és a kettős felhasználású áruk és technológiák kivitelének ellenőrzéséről. A tárgyalások helyszínül szolgáló hollandiai városról elnevezett megállapodásnak a következő tagjai vannak: Argentína, Ausztrália, Ausztria, Belgium, Bulgária, Kanada, Cseh Köztársaság, Dánia, Finnország, Franciaország, Németország, Görögország, Magyarország, Írország, Olaszország, Japán, Luxemburg, Hollandia, Új-Zéland, Norvégia, Lengyelország, Portugália, a Koreai Köztársaság, Románia, az Orosz Föderáció, a Szlovák Köztársaság, Spanyolország, Svédország, Svájc, Törökország, Ukrajna, az Egyesült Királyság és az Egyesült Államok.

A megállapodás hivatalos célja, hogy hozzájárul a regionális és nemzetközi biztonság-hoz és stabilitáshoz azáltal, hogy előmozdítja az átláthatóságot és a nagyobb felelősséget a hagyományos fegyverek és a kettős felhasználású áruk és technológiák transzferében, megakadályozva ezzel a destabilizáló felhalmozódást. A részt vevő államok nemzeti politikáik révén törekedni fognak annak biztosítására, hogy e tételek átadása ne járjon hozzá olyan katonai képességek fejlesztéséhez vagy fokozásához, amelyek aláássák ezeket a célokat, és ne fordítsák át az ilyen képességek támogatására.

A Wassenaari Megállapodás két ellenőrző lista fenntartását írja elő a COCOM-egyezmény alapján. Hiányzik az atomenergia lista, mert a résztvevők úgy érezték, hogy az ehhez a listához kapcsolódó tételekre már vonatkozik az atomsorompó-szerződés. Ezek a listák azonban nem kötelező érvényűek, a betartásuk önkéntes. Úgy érezték, hogy ez a politika, bár gyengébb, mint a COCOM-é, diplomáciai szempontból gyakorlatiasabb. [3]

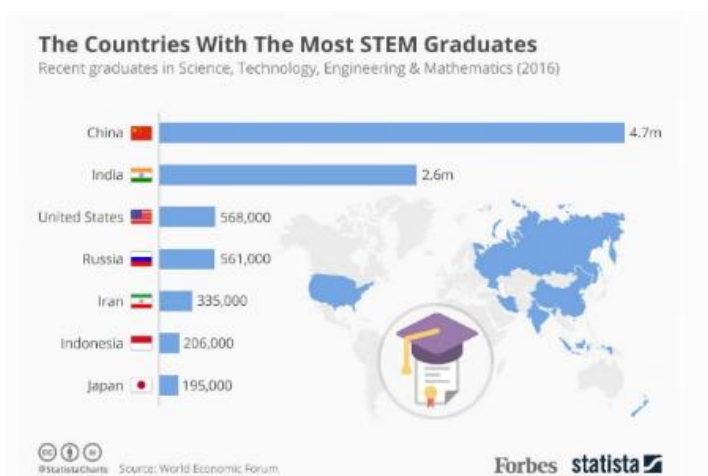
## XXI. SZÁZAD ÉS A KUTATÁS-FEJLESZTÉS

A globalizáció által létrejött egyenlőtlenségek hatására jelentős különbségek alakultak ki a világ államai között a 21. századra, haderejük mérete, felszereltsége és harckészsége, valamint anyagi és emberi erőforrás mobilizálhatóságának tekintetében. Ami a XXI. századi háborúk típusát illet, a meghatározó fontosságú államok stratégiai tervezői négy típust sorolnak fel: Formális, informális ún. hibrid háborúk, szürke közegben vívott háborúk, valamint az információs háborúk, amelyeknek az kiberhadviselés az alapvető eszköze. A vezető államok rendszerint megfogalmazzák azon általános érvényű követelményeiket, amelyekkel befolyást gyakorolhatnak a katonai kiadásokra, hadsereg reformra, haditechnikára és a védelmi iparra. [4]

Tartalmilag a tudomány és haderő kapcsolata nem változott az elmúlt évtizedekben, változatlanul a technológiai fejlődés maradt a fő katalizátora a hadviselésnek és a fegyveres erők transzformációjának. A hidegháborút követő időszakban, a haderő vezető pozíciója, „kizárólagos” megrendelői viszonya azonban jelentősen módosult. Mivel a tudomány és a korszerű technológia vált a társadalom és gazdasági fejlődés hajtóerejévé, a mai katonai fejlesztések többségükben (néhány politikai és biztonsági szempontból érzékeny technológia kivételével) a polgári K+F militarizált applikációi. A fejlődés kihatott a tudomány és technológia irányítására, a hadiipari bázis átszervezésére. A világ tudományos és technológiai szuperhatalma a 21. században is az USA maradt, s a globális katonai kiadások és védelmi kutatások tekintetében vezető szerepkört tölt be. A globalizáció, a gazdasági- kereskedelmi és tudományos együttműködés miatt a high-tech technológia, a know-how gyorsan terjed a világban, ami csökkenti a technológiai különbségeket a fejlett és fejlődő világ között, sőt erőteljes előretörés figyelhető meg az ázsiai nagyhatalmak (főleg Kína) vonatkozásában. A kutatási kiadások és fejlesztések hosszú távon meghatározzák a katonai eszközök és felszerelések minőségét, a haderők hadviselési képességeit. Bizonyítottá vált, hogy a tudományra legtöbb erőforrást fordító országok egyben a világ legerősebb fegyveres erőivel is rendelkeznek. A biztonságpolitikai felfogás változása, a tudományos és technológiai fejlődés meghatározó tendenciái, a gazdasági és társadalmi fejlődés lehetőségei folyamatosan alakítják a védelmi K+F-menedzsment rendszerét, eljárásait, szervezési módjait. A modern haderőkben is meghatározó szerepet kap a tudás és technikai felkészültség, a korszerű oktatás és kiképzés, a civil és katonai szakterületek együttműködése. [5]

Egy másik nagy probléma lehet, ha a nemzetközi versenyt nézzük: Kína felemelkedése. Amíg az elmúlt két évtizedben Kína több mint tízszeresére növelte K+F kiadásait, addig ugyanebben az időszakban az Egyesült Államok kiadásai változatlanok maradtak. Előrejelzések szerint Kína 2029-re tudományos téren le fogja előzni az Egyesült Államokat. Gyorsan változó világunkban a Kínai kormány azt tervezi, hogy világelsővé váljon a legmodernebb technológiák területén. Több szabadalmi kérelmet nyújtanak be, több tudományos cikket publikálnak, és több STEM-diplomát adnak ki, mint bármely más országban. [6] Ez azt jelenti, hogy hamarosan a kínai vállalatok uralhatják az olyan feltörekvő technológiákat, mint a mesterséges intelligenciát, a robotikát, a kvantumszámítást, a szintetikus biológiát és a következő generációs kommunikációs technológiákat, mint például az 5G. [7]





2. ábra: A legtöbb STEM diplomával rendelkező ország  
(forrás: Forbes Magazin, <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2017/02/02/the-countries-with-the-most-stem-graduates-infographic/?sh=47882eb7268a>)

## A globalizáció és a fegyverkereskedelem transzformációja

A nemzetközi globalizáció technológiai vívmányai felgyorsították az egész világot, annak működését, és átalakították a kereskedelmi hálózatok szerkezetét is. A nemzetközi szervezetek, a transznacionális vállalatok, a működő tőke kihelyezések összefonódása révén láthatatlanná váltak a valós hatalmi potenciállal rendelkező aktorok. Egyre átláthatatlanabb, hogy ki tekintendő hadiipari szereplőnek vagy ki nem.

A haditechnikai fejlődésre jellemző egyfajta önmozgás, ami megoszlik a fegyverkezési folyamat három egymástól nehezen elválasztható ütemétől. Az első a haditechnikai, hadfelszerelési kutatás-fejlesztés, illetve a harc annak finanszírozásáért. A második a gyártás, a harmadik pedig politikai, katonai döntések által alátámasztott rendszeresítés.

Az egyik legfontosabb előfeltétele a háború sikerességének az erőfölény megteremtése és az erő egyensúly megbontásának a képessége. A fegyverkezési verseny kínálatának oldalán meghatározó tényező a haditechnika, míg a keresleti oldalt meghatározó tényező a politikai akarat, a védelem és a biztonság iránt érzett szükséglete. „További lényeges tényező a katonai erő, a háborús képesség, ami mögött elsősorban a gazdasági erő áll, de az is lényeges, hogy ki mennyit áldoz rá, a GDP-je hány százalékát költi el fegyverkezésre. Az is számít, hogy milyen létszámú hadsereget tart fegyverben (e téren a kínaiak messze megelőzik az összes többi országot), de a legfontosabb tényező, hogy ki mennyi nukleáris robbanófejjel rendelkezik. A világ összes nukleáris robbanófejének közel fele Oroszországban és nagyjából ugyanannyi az Egyesült Államokban található. A többi eloszlik Franciaország, Nagy-Britannia, Kína, India, Pakisztán, Izrael és Észak-Korea között.” [8]

„A világrend szerkezeti átalakulásának két meghatározó tényezője és területe, a geopolitika és a világkereskedelem egyre erősebben egymásba kapcsolódik. Maga a szerkezet nem mutat tiszta geometriai formát, nem vertikális és nem horizontális, hanem heterarchikus jellegű, aminek lényege, hogy nincs egyetlen domináns hatalom, a különböző geopoliti-

tikai tényezők (GDP, népesség, terület, katonai erő, nukleáris robbanó fejek száma, technológia, végül, de nem utolsósorban a kultúra vagy „soft power”) terén változó a rangsor, tehát nincs (és sohasem volt) egyértelmű hegemonia. Ez a heterarchikus szerkezet nem állandó, hanem folyamatosan változik és a történelem alakulását ezek a változások határozzák meg. Mivel a tényezők összetettek és alakulásuk nehezen látható előre, a sokat emlegetett megatrendekkel szemben óvatosnak kell lennünk. Ezek a megatrendek döntően a „universal history” téveszméjében gyökereznek. Ugyanakkor a világrend jelenlegi alakulásának néhány fő tendenciája felismerhető. A globalizáció, különösen az árukereskedelem területén, lassul. Erősödik a fragmentáció és a lokalizáció, és e három tendencia egyszerre érvényesül. Az eredmény egy egyre összetettebb, veszélyesebb és a növekvő rendezetlenség miatt kaotikusabb világ. A multilaterális kereskedelmi rendszer súlyos válságban van, döntően az eddig jól működő vitarendezési rendszer de facto működésképtelensége következtében. Ennek egyik fő oka pedig éppen a biztonságpolitika és a kereskedelempolitika, végső soron a geopolitika és a világkereskedelem eddigi relatív elkülönülésének feloldódása.” [9]

A hidegháború időszakát követően általában a kormányok, vagy a hozzájuk köthető hadiipari szereplők kezében voltak a legmodernebb technológiák. Mára ez teljesen változó tendenciát mutat. Mivel a feldolgozóipari vállalkozások az államhoz tartoztak, a bevételek elosztásában az állami érdekek prioritást élveztek. Az exportból származó bevétel az állami költségvetésbe bekerült, és az állami bevételek egy részét képezte, de kis százalékát az állami szervezeteknél, minisztériumoknál az export lebonyolítása során felmerülő költségek fedezésére fordították: például a fegyverek átalakításának költségeit, az export, a szervizelés és javítás elvégzése, a fegyverszállítás, valamint a kíséret és védelem biztosítása közvetlenül visszaszerezhető volt. A megrendelések a vállalkozások leterheltségére és a munkaerőforrások foglalkoztatására vonatkoztak. Különös figyelmet fordítottak arra, hogy a nyereséget tudományos kutatásokra és kísérleti tervekre fordítsák. Ezeket és más gazdasági tényezőket a szerződés aláírása előtt alaposan elemezték és értékelték. A fegyverkereskedelemben közvetlenül részt vevő kereskedelmi szervezetek) érdekelték voltak a felszerelések magasabb áron történő értékesítésében. Keresetből kamatot kaptak a szerződéskötés során felmerült kiadásaiak kompenzálására, ezért érdeklődtek a nagyobb mennyiségben és értékben történő szállítás iránt. [10]

A 21. század elején a hadiipar fejlesztésére vonatkozó törekvések – jelentős részben a biztonsági környezet újabb változása kapcsán – újra felerősödtek. Ezeket a törekvéseket sok helyen gazdaságpolitikai célkitűzések és konkrét politikai programok is támogatják. [11] A nemzeti érdekek jegyében, majdnem mindenki modernizációs, átfegyverzési programba kezdett, és ez a folyamat a nemzeti hadiipar függőségét eredményezte. A nemzeti hadiipar fejlesztése iránti vágy azon országokban is érvényre tett szert, amelyek korábban csak import útján juthattak hozzá haditechnikai fegyverrendszerekhez és platformokhoz.

A hadiipari technológiák kettős rendeltetésű (katonai-polgári) fejlesztésére akkora tőkealapok jönnek létre, amelyekkel a kormányok már nem képesek versenyezni. Azzal, hogy a kutatás-fejlesztések átkerültek a polgári szektorba, az a baj, hogy nehezebbé válik a technológia elterjedésének a korlátozása, az, hogy hogyan tudják adaptálni az alkalmazásokat polgári szektorból a hadiiparba.

A sikeres hadiiparnak rendelkeznie kell egyfajta szentháromsággal. A legmodernebb technológiai eszközöket kell előállítani versenyképes áron, úgy hogy háború esetén is képes legyen az eszközvesztéseket pótolni, a hadianyag és haditechnikai ellátást fenntartani.



3.ábra: Hadiipar szentháromsága

(forrás: Taksás Balázs: *A hadiipar fejlesztésének feltételei és működésének követelményei*  
<https://docplayer.hu/198676802-A-hadiipar-fejlesztésének-feltételei-es-működésének-követelményei.html> )

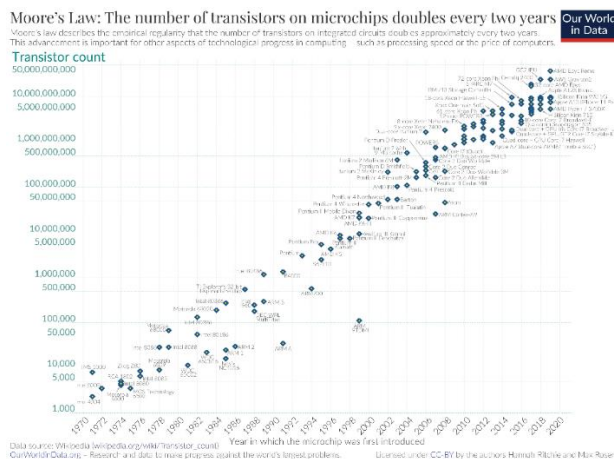
A hadiipar egy többdimenziós piaci viszonyaiból adódóan, az államnak fontos szerepe van a fejlesztésben. Éppen ezért a politikai akarat megléte a sikeres hadiipari fejlesztés második pillére. [12] Ez rendkívül fontos abból a szempontból, hogy a védelmi szektoron belül a honvédelmi szolgáltatás piacán az állam monopol előállító. Paradox módon a védelmi eszközök piacának tekintetében pedig egyedüli vásárló. Ezzel megtestesíti a tökéletlen verseny egyik formáját, hiszen az egyetlen fogyasztónak jelentős ár- illetve mennyiségbefolyásoló ereje van. Az állam így egyrészt, mint vásárló közvetlenül befolyásolja a védelmiipar működését, másrésztől gyakran megjelenik, mint tőkebefektető vagy tulajdonos az iparágban. „Azonban ne felejtjük el, hogy az állam hadiipari szerepe nem egy veszteséges iparág lélegeztetőgépén tartása, hanem a hosszú távú koordináció, a kapacitás és a finanszírozás tervezése, illetve a kutatás-fejlesztési tevékenységek összehangolása.” [13] Végső soron ha összehasonlítunk létfontosságú területeket, mint az energiaforrások, globális felmelegedés vagy ivóvízellátás, láthatjuk hogy a technológiai optimalizálás az összes közül szinte a legfontosabb fejlesztési aspektussá vált. Végeredményben az fogja megszerezni a globális verseny fölötti győzelmet, aki a mesterséges intelligencia terén megszerzi az első helyet.

A nemzetközi fegyverkereskedelem szempontjából nagyon éles különbség lelhető fel a kínálat és az államok oldaláról megjelenő kereslet között. Az egyik profitorientált, míg a keresleti oldalon a haditechnika, a hadügy egyik legváltozóbb elemének tekinthető. Korunk globalizációs hatására a technikai fejlődésnek és vele együtt a kutatás-fejlesztésnek meghatározó szerep jutott, mely folyamatos ám ciklikus fejlődéssel szolgálja, igazítja és formálja az igényeket.

Az államoknak jelentős tulajdonrészrel rendelkeznek közvetlen vagy közvetett formában a hadfelszerelést gyártó kapacitásokon keresztül, és a kereskedelemben megjelennek az új piaci struktúrák és kapcsolati formák. A termelés, a fogyasztás, a forgalom mélyrehatóan átalakul. A mindent behálózó technológia hatással van a jövedelem- és vagyonmozgási technikák folyamataira, a tudomány, valamint a kutatás területére, az oktatásra és az egészségügyre is. A technikai haladással szorosan összefonódva a globalizáció hallatlanul felgyorsította a pénzügyi tranzakciókat, és a pénzügyi szektorok tevékenységét is radikálisan újjáalakította.

Minden társadalmi tevékenység gyökeres változásokon ment keresztül: a honvédelem, a bűnözés és a bűnüldözés, a politikai hatalom megszerzése és a hatalom elleni tiltakozás, a kultúra és a kulturális szemét, a nemes eszmék és a hazugságok terjesztése.

„Moore törvénye” néven szoktuk emlegetni azt a tapasztalati megfigyelést, miszerint a technikai fejlődés gyorsulása, illetve annak egyes fontos részfolyamatai magas hatványkitevőjű exponenciális növekedési pályával írhatók le. Moore törvénye azon a megfigyelésen alapul, hogy egy sűrű integrált áramkörben (IC) körülbelül két évente megduplázódik a tranzistorok száma. A Moore-törvény egy történelmi trend megfigyelése és kivetítése. Ez nem a fizika törvénye, hanem egy empirikus kapcsolat, amely a termelési tapasztalatokból származó nyereséghez kapcsolódik. A folyamat legdinamikusabb része általában a csúcstechnológiai szektorokban, a számítógépek világában zajlik, melyet a digitalizált jelekre épülő technológia részeként infokommunikációs szektornak nevezünk. A változás viharos mivoltját ez a szféra szemlélteti a legjobban.



4. ábra: Moore törvénye és az integrált áramkörök exponenciális növekedési pályája

(forrás:

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2Fmoore%2527s\\_law&sig=AOvVaw3NoOqjLH61eexZHX-3tnrf&ust=1668073353094000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjRxqFwoTCODXmc\\_noPsCFQAAAAAdAAABABAc](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2Fmoore%2527s_law&sig=AOvVaw3NoOqjLH61eexZHX-3tnrf&ust=1668073353094000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjRxqFwoTCODXmc_noPsCFQAAAAAdAAABABAc))

Ilya Prigogine korszakalkotó meglátása az emberi világ és a társadalomtudományok szemszögéből nézve abban áll, hogy nem az a fontos ismeretelméleti kérdés, miszerint az emberi újítások és a társadalmi rendszerek változásai megmagyarázhatók-e a fizikaikémiai világ tudományainak segítségével – vagyis a módszerek és a szemlélet adaptálhatók-e. Ennél sokkal fontosabb az, hogy az emberi társadalmak újításai, fejlődése, elágazásai és saját törvényeihez való alkalmazkodása vajon szembe állítják-e őt a világ többi részével; valamint hogy nem válik-e az ember idegenné egy olyan világban, amelynek változásai megbízhatóan nem megjósolhatók. [14]

A védelmi ipar az egyik leginkább átalakuló piac, mely teret ad az érvényesülésre. Nehezen találhatóak olyan technológiai szektorok, amelyeket nem a Szilícium-völgy óriásai

uralnak. A világ egyik legnagyobb piacát a hadiiparban az Amerikai Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma fedi le. A hadsereg 2020-ban 445 billiárd dollár értékű szerződést ítélt oda külsős cégeknek. Összehasonlításképpen, a szoftverszolgáltatások piacát, melyet 104 billiárd dollár értékűre becsülték. [15]

### **Kutatásfejlesztés és innováció**

A hadviselés történetében a háborús elméletek egyik népszerű narratívája a technológiához kapcsolódik, amely nemcsak a világot és az emberiséget, hanem a háborúkat is megváltoztatta. [16] A második világháború utáni időszakban a tudomány és a technika együttes forradalma kezdte el meghatározni a termelést és a radikálisan változó fogyasztási struktúrákat. Az újonnan bevezetésre került hadi-technikai eszközök színvonala és minősége, a tudományok területén folytatott kutatások és kísérletek fejlettsége, valamint a tudományos és technikai eredmények közvetlen katonai célra történő felhasználása fokozta az országok hadi-ipari potenciáljának együttműködési készségét. [17] Mindez nagymértékben igénybe vette a gazdaságot, a természeti erőforrásokat, a kutatásfejlesztés és a termelés emberi tényezőit.

A gyorsuló technológia-áramlás hatásait a hidegháborús fegyverkezési verseny jelentős mértékben korlátozta, s az csak az 1990-es évek után gyorsult fel igazán, a bipoláris világrend megszűnését követően. [18] A minőségi változások közül talán a legfeltűnőbb a kutatásfejlesztés megnövekedett szerepe. Ugyanakkor, ha megvizsgáljuk a hadiipar alapvető tevékenységét, szoros kettős rendeltetésű kapcsolódást fedezünk fel katonai K+F tevékenység kiemelt projektumaival, ill. egyes katonai és polgári szférában egyaránt hasznosíthatóknak vélt kutatási területével.

A felgyorsuló fejlődés kihat a nemzetbiztonsági feladatok ellátását érintő információs és kommunikációs technológiákra (IKT), a digitális térbe áthelyeződő eszközök kiszolgáltatottságára és ennek kapcsán a mindennapok során alkalmazott megoldások kiberbiztonságára, de akár ide sorolhatók a kiberbűnözés növekvő jelenségei, a kibertér terroristacélú felhasználásai vagy az egyes államok működését célzó, nem kívánt „befolyásoló” jelenségek is.

A posztmodern társadalmak nagymértékben függenek az egyéneknek a tömegmédiával közvetített kommunikációba vetett bizalmától, ugyanis ez szinkronizálja az egyének által felépített valóságot társadalommá. Az a politikai osztály, amelyik sikeresen alkalmazza a komplex információmanipulációt a külpolitikai problémák megoldására, vélhetőleg a belpolitikában is alkalmazni fogja azokat. Ilyen módon lehet létrehozni azokat a világokat, amelyek szükség szerint az adott helyzetben a legnagyobb haszonnal kecsegtetnek. [19]

Az új technika nem kímélte az újratermelési folyamat klasszikus módját sem. A felgyorsult innovációs folyamatok követésére, az előnyök maximális kihasználására, a nemzetközi méretű termelés-szervezésre és gazdálkodásra csak a kis, közép és a transznacionális cégek voltak alkalmasak. A transznacionális vállalatok a telekommunikáció /műholdrendszerek/ segítségével szerteágazó kapcsolatok kiépítésére lettek képesek. A csúcstechnikai specializáció a nemzetközi /vállalkozói/ együttműködésnek is új formáját követelte meg, ami a K+F, a termelés és az értékesítés valamennyi területére vonatkozott. [20]

A gyorsuló technológia-áramlás korlátozott mértékben igaz a haditechnikára. Ez utóbbi védelmi stratégiái jelentőségénél fogva magasabb szintű, ezért a hadiiparban a technológia-áramlás lassabb, és a kereskedelem politikai oldalról továbbra is korlátozott.

Az új technológia világszerte történő gyors elterjedése azonban egyre nehezebbé teszi a hagyományos fegyverek és kettős felhasználású termékek és technológiák exportjának ellenőrzését. A globalizáció és a tudomány gyors fejlődése miatt az új tudományos eredmények egyre inkább elérhetőek lesznek minden átlagosan fejlett ország számára. A fejlődő új technológia területén ugyanis nagyon nehéz meghúzni a határt a polgári felhasználású technológia és a potenciális kettős rendeltetésű civil és katonai technológiák között. Ráadásul a piaci szféra a profitérdekeltség miatt exportra is termel, és a tudásalapú technológiai eredmények, eszközök, komponensek és összetevők diffúzióját szinte lehetetlen megakadályozni. [21]

### **A technológiai vállalatok növekvő szerepe a fegyveriparban**

Egyre nehezebb elkülöníteni, hogy ki-kit tekinthetünk hadiipari szereplőknek és kit nem. A transznacionalizációval végbemenő több dimenziós változások kapcsán szeretném megemlíteni, hogy a Microsoftot például majdnem 10 milliárd dolláros üzletet nyert el az USA védelmi minisztériumától felhőalapú számítástechnikai fejlesztésre. [22] A Google hozzájárulás felmerült az amerikai haderő mesterséges intelligenciát kutató és használó programjaihoz, valamint a kínai arcfelismerő rendszerek működéséhez is.

A globalizáció fejlődése szoros kapcsolatban áll a transznacionális vállalatok kialakulásával, valamint a termelési és értékesítési láncolat transznacionalizálódásával. [23] Hatására egyre kiemeltebb szerepet kap az innováció, valamint annak a technológiai környezetre gyakorolt, egyre jobban érezhető hatásai. A különböző platformokon keresztül beszűrődő veszélyek komoly biztonsági fenyegetéssé nőttek ki magukat. A nemzeti biztonságért felelős intézményrendszerek szolgálata is jelentősen megváltozott biztonsági és technológiai környezetben.

A globalizáció során a nemzetgazdaságok közötti kapcsolatokat az áru- és szolgáltatás-kereskedelem mellett egyre nagyobb mértékben kötik össze a termelési tényezők, melynek hatására a piacok is összefonódnak, növelve ezzel az egymásrautaltságot. [24]

Az internet feloldotta az élet idő és tér korlátait. A statikus szemlélet elfogadhatatlanná vált az információ nagy horderejű áramlásával, amely az piaci szereplőket új megoldások kigondolására ösztönözte. Új stratégiaként jelent meg a kutatás mellett a fejlesztés szükség-szerűsége is. Ha megnézzük a Bostong Consulting Group által összeállított 50 leginnovatívabb gazdagági társaságról készített felmérését, látni fogjuk, hogy 7 darab technológiai cég található az első 10 vállalat között (Apple, Alphabet, Huawei, IBM, Facebook, Microsoft, Samsung). A fennmaradt 3 cég tevékenysége alapvetően technológiai, ám azok a rendszerek fogyasztási cikkekre korlátozódtak (Amazon, Alibaba, Sony). A 21. században az innovációs fejlettség egyenes összefüggésben áll a cég vagyoni értékével, a használt márká értékével. Így nem meglepő módon – a brit Brand Finance piackutató és üzleti tanácsadó vállalat 2021-es „Global 500” ranglistája szerint – az Apple a legértékesebb márká a világon, de az Amazon, a Microsoft és a Facebook is az első tíz helyen szerepel. [25]

Az európai védelmi ipar lényeges tulajdonsága, hogy a fejlettebb védelmi ipari technológiai bázissal rendelkező nagyobb országok erőfőlényüket kihasználva érvényesítik érdekeiket a többi európai országgal, köztük hazánkkal szemben is. [26] Ugyancsak számottevő nehézséget jelent, hogy lehetetlenné vált a kis országok illetve cégek bejutása és bekapcsolódása beszállítóként a nemzetközi védelmi ipari értékláncokba, ami egyoldalú előnyökhöz juttatja a meghatározó országok iparát. A kisebb védelmi iparral rendelkező országoknak

ebben a környezetben nincs más esélye, mint egyrészt a specializációra való törekvés, amelynek révén lehetővé válhat a piaci résekbe való betörés, továbbá a termelés diverzifikációja, azaz a polgári célú termékek gyártása irányába történő nyitás, nem utolsósorban a kettős felhasználású termékek fejlesztése és előállítás.

## Az orosz-ukrán háború

Az orosz-ukrán háború több szempont alapján is előidézi a régmúltat. Leginkább az 1962-es kubai rakétaválsághoz kezd hasonlítani a nemzetközi helyzet, ahol az amerikai és szovjet erők feszülnek egymásnak hatalmuk érvényesítése szempontjából. A hidegháborúhoz képest azzal a különbséggel, hogy most nem az európai kontinens szorult be a két nagyhatalmi versengése közé, hanem Ukrajna. Légvonalban mért távolság Washington és Havana között 1824.2 km. A mostani konfliktusnál a Moszkva és Luhanszk között mért távolság légvonalban: 807.2 km.

A biztonsági percepcióra is hatást gyakorolt és felerősítette újra a nukleáris elrettentés lehetőségét. Bár nehezen elkülöníthető a nukleáris fegyverek hatása, a szélesebb körű hagyományos háborútól való félelemtől, de ennek ellenére jelen van. [27]

A biztonsági percepció kétélű ebben a tekintetben. Ha közvetlenül nem is érződik az Ukrajnai válság hatása, közvetetten elkezdődött a kereskedelmi láncolatok bojkottja, a gazdasági embargó listák megszavazása és a velük járó infláció megjelenése. Egyes megfigyelők a jelenlegi ukrajnai háborút az első lövésnek tekintik egy új hidegháborúban, amely két hatalmi blokkot állít szembe egymással. Az eredeti hidegháborúhoz hasonlóan érvényes ez a nézet a két blokk ideológiai megosztottságára nézve, valamint a gazdasági rendszerek differenciáltságára is. Az új hidegháborús harc tehát a demokrácia és a tekintélyelvűség, valamint a piacorientált és az államközpontú gazdaság között zajlik. [28]



5.ábra: A NATO's „frontline” országok megerősítése  
(forrás: Szenes Zoltán, Védelempolitika II. - Nemzeti Közszolgálati Egyetem)

A második világháború óta felállított status quo-t biztosított vasfüggöny mely „a Balti-tenger melletti Stettintől az Adriai- tenger mentén fekvő Triesztig” ereszkedett le, megvál-



tozott. A fal leomlását követően, a kapitalista eszme térhódítása előtt teret nyitott a kereskedelmi láncolatok transznacionalizálásának, a tőkepiacok liberalizálásának, valamint az információs technológiáknak. Amerika a NATO-n és az EU-n keresztül gyakorol nyomást a transzatlanti csatornájának biztonsági kérdéseiben, a gazdasági szankciólistán keresztül, valamint a Kijevnek nyújtott humanitárius és katonai támogatásával.

Ráadásul a változó biztonsági környezett fokozott feszültsége miatt az Államok újra fegyverkezési versenybe kezdenek. Az elmúlt hónapokban a nyugati védelmi fegyverek segítettek Ukrajnának megghiúsítani Oroszország villámháborús terveit. Az ukrán hadszíntérnek tükröznie kell az Egyesült Államok és a szövetséges katonai modernizációs erőfeszítéseket. A védelmi és támadó berendezések finanszírozása megmagyarázhatja azon kérdéskört, hogy ha Amerika 17.000 páncéltörő fegyvert küldött Ukrajnába harcokcsik ellen, akkor Lengyelország miért költ 6 milliárd dollárt 250 tankra, vagy miért hozna bármely nemzet tankokat a modern harctérre?

Érdemes megfigyelni, hogy milyen értékű – alapvetően védelmi célú – fegyverrel milyen értékű támadó fegyverrendszereket lehet megsemmisíteni, teljes gazdasági veszteségbe fordítva a támadó műveleteket:

- egy 10 millió dolláros harcokcsit megsemmisítenek egy 175.000 dolláros Javelin rakétával (vállról indítható páncéltörő rakéta), egy 6.000 dolláros Carl Gustav rakétával (kézi páncéltörő rakéta) vagy egy 100 dolláros rögtönzött robbanószerkezettel.
- egy 18 millió dolláros orosz Mi-28-as harci helikoptert egy 120.000 dolláros Stinger rakéta (egy ember által hordozható légvédelmi rakéta) lőtt le. Ha hozzáadjuk a pilótaképzési és jártassági költségeket (valószínűleg egyenként 5-10 millió dollár), csaknem 30 millió dollárt semmisített meg egy olcsóbb, mobilabb fegyverrendszer. [29]

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Állambiztonsági Szolgálatok Történeti Levéltára ÁBTL - 3.2.5. - O-8-414/4 <https://www.abtl.hu/> (letöltés: 2022.03.15)
- [2] John H. Henshaw: *The Origins of Cocom: Lessons for Contemporary Proliferation Control Regimes*, 1993.
- [3] The Wassenaar Arrangement at a Glance: <https://www.armscontrol.org/factsheets/wassenaar> (letöltés: 2022.04.12)
- [4] Boldizsár Gábor: *A haderő helye és szerepe a biztonsági kihívások kezelésében* [https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14609/Boldizsa\\_r\\_Ga\\_bor\\_Hadero\\_helyes\\_szerepe\\_IH\\_final\\_2019.pdf?sequence=1](https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14609/Boldizsa_r_Ga_bor_Hadero_helyes_szerepe_IH_final_2019.pdf?sequence=1) (letöltés: 2022.03.10)
- [5] Szenes Zoltán: *Tudomány és korszerű haderő* [http://www.matud.iif.hu/2015/02/10.htm?fbclid=IwAR0vQvaBTvMSU57BArthswWz3Is-VOiidjJiFe0HbArCgKMwNgLx6G0Q11\\_g](http://www.matud.iif.hu/2015/02/10.htm?fbclid=IwAR0vQvaBTvMSU57BArthswWz3Is-VOiidjJiFe0HbArCgKMwNgLx6G0Q11_g) (letöltés: 2022.03.15)
- [6] *A STEM a Science , Technology , Engineering és Mathematics kifejezések rövidítése* . Ez magában foglalja az összes részdiszciplínát ezeken a területeken, és a STEM végzettségűek nagy keresletet mutatnak a különböző iparágakban. A STEM-fokozatok gyakran interdiszciplináris, gyakorlati oktatási megközelítésűek, és felkészítik a

- hallgatókat egy olyan világra, amelyben több kutatóra, mérnökre, informatikusra és más szakemberre van szükség a legjobb STEM területekről. <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2017/02/02/the-countries-with-the-most-stem-graduates-infographic/?sh=40be8085268a> (letöltés: 2022.04.25)
- [7] Could the U.S. Lose Its Leadership in Science and Technology to China? <https://www.youtube.com/watch?v=R84qfjreZ4U> (2022.04.05)
- [8] Martonyi János: Geopolitika és nemzetközi kereskedelem, [https://kki.hu/wp-content/uploads/2020/04/06-Martonyi-J%C3%A1nos.pdf%20\(let%C3%B6lt%C3%A9s:%202022.03.22\)](https://kki.hu/wp-content/uploads/2020/04/06-Martonyi-J%C3%A1nos.pdf%20(let%C3%B6lt%C3%A9s:%202022.03.22))
- [9] Martonyi János: Geopolitika és nemzetközi kereskedelem, [https://kki.hu/wp-content/uploads/2020/04/06-Martonyi-J%C3%A1nos.pdf%20\(let%C3%B6lt%C3%A9s:%202022.03.22\)](https://kki.hu/wp-content/uploads/2020/04/06-Martonyi-J%C3%A1nos.pdf%20(let%C3%B6lt%C3%A9s:%202022.03.22))
- [10] Conventional arms transfers during the Soviet period: <https://www.sipri.org/sites/default/files/files/books/SIPRI98An/SIPRI98An03.pdf> (letöltés: 2022.04.01)
- [11] Taksás Balázs: A hadiipar fejlesztésének feltételei és működésének követelményei: [http://real.mtak.hu/107697/1/HSZ2020\\_2\\_125135\\_Taksas.pdf](http://real.mtak.hu/107697/1/HSZ2020_2_125135_Taksas.pdf) (letöltés: 2022.03.19)
- [12] Taksás Balázs: A hadiipar fejlesztésének feltételei és működésének követelményei <https://docplayer.hu/198676802-A-hadiipar-fejlesztésének-feltetelei-es-mukodese-nek-kovetelmenyei.html> (letöl-tés ideje: 2022.03.25)
- [13] Petkovics Tamás: A HADIIPAR FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI MAGYARORSZÁGON [http://www.epa.oszk.hu/02700/02735/00081/pdf/EPA02735\\_katonai\\_logisztika\\_2016\\_1\\_054-087.pdf](http://www.epa.oszk.hu/02700/02735/00081/pdf/EPA02735_katonai_logisztika_2016_1_054-087.pdf)
- [14] Magas István: VILÁGGAZDASÁGI FOLYAMATOK ÉS PÉNZÜGYI LIBERALIZÁCIÓ 1970-2010, 90. oldal [http://real-d.mtak.hu/521/4/dc\\_289\\_11\\_doktori\\_mu.pdf](http://real-d.mtak.hu/521/4/dc_289_11_doktori_mu.pdf)
- [15] Why the defense industry could be the most transformative market for startups: <https://www.fastcompany.com/90634168/why-the-defense-industry-could-be-the-most-transformative-market-for-startups> (letöltés: 2022.04.25)
- [16] TUDOMÁNY ÉS KORSZERŰ HADERŐ - Szenes Zoltán, Craughwell, 2012. [http://www.matud.iif.hu/2015/02/10.htm?fbclid=IwAR0vQvaBTvMSU57BARht-hsWz3IsVOiidjJiFe0HbArCgKMwNgLx6G0Q11\\_g](http://www.matud.iif.hu/2015/02/10.htm?fbclid=IwAR0vQvaBTvMSU57BARht-hsWz3IsVOiidjJiFe0HbArCgKMwNgLx6G0Q11_g) (letöltés: 2022.03.15)
- [17] Mátyás Mihály: A NATO-országok haditechnikai kutatásfejlesztés (K+F) tevékenységének főbb jellemzői, különös tekintettel az 1980-as évtizedre <https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/12206/ertekezes.pdf;jsessionid=7EE14F27F071CC4AD640D4667BE7F4A7?sequence=1> 29.old., (letöltés: 2022.03.14)
- [18] Taksás Balázs: Gazdasági biztonsági kihívások napjaink globalizált világában <https://ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/9706/Taksas%20Balazs%20ertekezes?sequence=1&isAllowed=y> (letöltés: 2022.03.15)
- [19] Jörg Wollscheid: Postmoderner Krieg - Die Verflechtungen von Krieg und Medientechnik 273.old
- [20] Csiki Tamás, Tálás Péter: A védelmi beszerzés és kutatás-fejlesztés kapcsolata a védelmi tervezés rendszerében – nemzetközi tapasztalatok, [http://www.nemzetesbiztonsag.hu/cikkek/nb\\_2013\\_3-4\\_09\\_csiki\\_tamas-talas\\_peter\\_-\\_a\\_vedelmi\\_beszerzes\\_es\\_kutatas-fejlesztes\\_kapcsolata\\_a\\_vedelmi\\_tervezes\\_rendszereben\\_-\\_nemzetkozi\\_tapasztalatok.pdf](http://www.nemzetesbiztonsag.hu/cikkek/nb_2013_3-4_09_csiki_tamas-talas_peter_-_a_vedelmi_beszerzes_es_kutatas-fejlesztes_kapcsolata_a_vedelmi_tervezes_rendszereben_-_nemzetkozi_tapasztalatok.pdf)

- [21] Szenes Zoltán: Tudomány és korszerű haderő [http://www.matud.iif.hu/2015/02/10.htm?fbclid=IwAR0vQvaBTvMSU57BArhthsWz3Is-V0iidjJiFe0HbArCgKMwNgLx6G0Q11\\_g](http://www.matud.iif.hu/2015/02/10.htm?fbclid=IwAR0vQvaBTvMSU57BArhthsWz3Is-V0iidjJiFe0HbArCgKMwNgLx6G0Q11_g) (letöltés: 2022.03.15)
- [22] Taksás Balázs: Hadipari transzformáció
- [23] Taksás Balázs Gazdasági biztonsági kihívások napjaink globalizált világában <https://ludita.uni-nke.hu/repository/bitstream/handle/11410/9706/Taks%c3%a1s%20Bal%c3%a1zs%20%c3%a9rtekez%c3%a9s?sequence=1&isAllowed=y> (letöltés: 2022.03.15)
- [24] Taksás Balázs: Gazdasági biztonsági kihívások napjaink globalizált világában <https://ludita.uni-nke.hu/repository/bitstream/handle/11410/9706/Taks%c3%a1s%20Bal%c3%a1zs%20%c3%a9rtekez%c3%a9s?sequence=1&isAllowed=y> (letöltés: 2022.03.15)
- [25] Szabó Hedvig, Dobák Imre: Az információs társadalom nemzetbiztonsága [http://real.mtak.hu/137926/1/08\\_szabo-dobak\\_93-110\\_nemzet\\_es\\_biztonsag\\_2021\\_02.pdf](http://real.mtak.hu/137926/1/08_szabo-dobak_93-110_nemzet_es_biztonsag_2021_02.pdf) letöltés: (2022.03.08.)
- [26] Nemzeti Biztonsági Stratégia 2020 Magyar Közlöny 29-es pont
- [27] <https://foreignpolicy.com/2022/03/22/ukraine-putin-russia-nuclear/>
- [28] <https://foreignpolicy.com/2022/03/22/ukraine-putin-russia-nuclear/>
- [29] Tanks and helos: How Ukraine can inform military modernization efforts: <https://www.defensenews.com/opinion/commentary/2022/03/31/tanks-and-helos-how-ukraine-can-inform-military-modernization-efforts/> (letöltés: 2022.04.18)

**QUALITY ASSURANCE OF THE  
PRODUCTION PROCESS PARAMETERS  
WITH HELP OF STATISTICAL METHODS  
IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY USING  
THE MONTE-CARLO METHOD**

**GYÁRTÁSI FOLYAMAT-PARAMÉTEREK  
MINŐSÉGÉNEK BIZTOSÍTÁSA  
STATISZTIKAI MÓDSZER SEGÍTSÉGÉVEL  
AZ AUTÓIPARBAN MONTE-CARLO  
MÓDSZER ALKALMAZÁSÁVAL**

HUGYI Milán<sup>1</sup>

**Abstract**

The production processes, or their effectiveness is influenced and determined by the process parameters of the individual processes, the result of which will be given by the characteristics of the finished product, and thereby (also) sold to the customer, so to speak. However, in order to be effective, it is worth predicting the expected result in the light of experience, or in the knowledge of customer requirements. An essential condition for effective forecasting, i.e. ensuring quality at the expected level, is not only to know it well, but also to be proficient in the applied (production) technology, the operation of the machines, as well as how changes in individual parameters induce the result (finished product), i.e. how the data are related to each other, how they correlate with each other. In the following, I will talk about the specific production area, as well as the related technology, which was the subject of the investigation. This is followed by method and material. And as a result of all this, I will explain the essence of the method in the light of the circumstances of the present use.

**Keywords**

quality, heat-treatment, statistical methods, risks, Monte-Carlo simulation, safety

**Absztrakt**

A gyártási folyamatokat, ill. azok eredményességét az egyes folyamatok folyamat-paramétereit befolyásolják, határozzák meg, amelynek eredőjét a késztermék jellemzői fogják adni, s ezáltal úgymond eladni (is) a vevő számára. Ahhoz azonban, hogy a hatékonyak tudjunk lenni, érdemes előre jeleznünk a várható eredményt a tapasztalatok tükrében, ill. a vevői követelmények ismeretében. Az eredményes előrejelzés, azaz az elvárt szinten történő minőség biztosításának elengedhetetlen feltétele, hogy nem pusztán jól ismerjük, de jártasok legyünk az alkalmazott (gyártás)technológiában, a gépek működésében, valamint abban is, hogy az egyes paraméterek változásai hogyan indukálják az eredmény (késztermék) minőségét, azaz az adatok milyen kapcsolatban vannak egymással, azok hogyan korrelálnak egymással. A következőkben szót ejtek az adott gyártási területről, valamint a kapcsolódó technológiáról, amely a vizsgálat tárgyát képezte. Ezt követi a módszer és anyag. S mindezek eredményeként a módszer esszenciáját ismertetem a jelen felhasználás körülményei alapján.

**Kulcsszavak**

minőség, hőkezelés, statisztikai módszerek, kockázat, Monte-Carlo szimuláció, biztonság

<sup>1</sup> milan.hugyi@uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0002-5638-3130 | PhD student, Óbuda University Doctoral School on Safety and Security Sciences | doktorandusz, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola

## INTRODUCTION

The statistical method presented below has a place in the activities of many manufacturing companies, but the automotive industry is one of the first areas in which such methods may appear in practice, which will later be transferred to other areas as well. Although the method is known in the scientific world, its practical implementation has not really spread in the toolbox of quality assurance, in manufacturing, in the automotive industry.

Naturally, it is a prerequisite to acquire a thorough knowledge of the specific production processes, of the technology and of the specifics as it is essential during the successful application of the method presented below, as well as for defining further conclusions.

In the next chapter, I will mention the literature of the investigated area, and I will also refer to the importance of the antecedents developed in the material and method chapter. In the research results chapter, I prove the usefulness of the method in relation to the given production process. Finally, I will talk about the conclusions.

## LITERATURE

Even today, motorized vehicles are of particular importance in all areas of life (e.g. logistics, competitive sports, etc.). And still a significant role and proportion are represented by engines with drives in which the four-stroke spark ignition engine provides its essence. It was Nikolaus August Otto (1832-1891) who invented the four-stroke engine. In internal combustion engines, the camshafts, or more precisely the cams on them, are moved with the help of valves to allow air to be sucked in, or to allow combustion products to be emitted. When the cam on the rotary shaft turns to the valve lifter, it opens the valve by pressing it down. By turning the cam, the given spring resets the valve to its original position. There are two strokes per crankshaft revolution: intake-compression or combustion-exhaust. Said cams, which are responsible for controlling the movement of the valves, are a chrome-alloyed cold-formed tool steel with high wear resistance. This material is usually used to manufacture parts where they will be subjected to heavy stress, pressure, and friction in terms of use. [2] [5] [10]

Only valves are used in internal combustion engines for air intake or for the emission of combustion products. The cam consists of one or more camshafts. In two-stroke engines, the camshaft rotates at the same speed as the crankshaft, while in four-stroke engines, the speed of the camshaft is half the speed of the crankshaft.

The work cycle after which they were named consists of the following four steps:

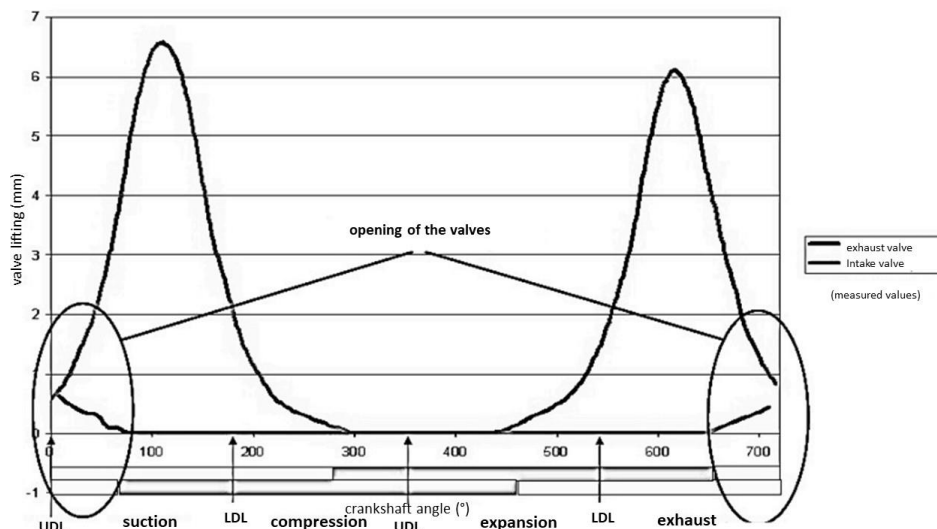


Figure 1.: Valve opening depending on crankshaft position [2]

In the first stage, by utilizing the full amplitude, the piston moving along the stroke increases the volume and creates a pressure drop. Atmospheric pressure air or the gas mixture moves into the lower pressure cylinder with the help of the valve opened by the cam. The piston is then set in motion by the flywheel and piston mechanism. In the second step, the previously mentioned mechanism pushes the piston towards the top deadlock and compresses the gas mixture found in the cylinder. Then, before the end of the compression cycle, the ignition arc ignites the gas mixture in a position corresponding to pre-ignition. In the third step, the burning gas mixture is at a fairly high temperature while its pressure increases. The higher pressure pushes the piston towards bottom deadlock. Thus, it works with the help of the expanding gas and piston and the crank mechanism. And finally, in the fourth stage, the momentum of the mechanism moves the piston in the direction of the top deadlock, so that the combustion product can flow out into the environment to a lesser extent through the open exhaust valves. During the four strokes, i.e. one cycle, the valves must be opened once, so the camshaft turns half as much as the crankshaft, as I mentioned above.

The following control types were used:

- Side valve camshaft
- Overhead camshaft
- Double Overhead camshaft
- Mixed-valve camshaft

In our case, we will examine the double overhead camshaft (DOHC) engine, since the use of our part to be installed on the customer side will be in such a unit. This is the most favourable solution for increasing the speed, because all the structural parts of the cam, except for the valves, perform a circular movement, so no mass forces are generated. In order for this type of arrangement to be the most effective, it is also necessary that the mix-

ture formation and the combustion of the gases take place as quickly and perfectly as possible. (For example, in the case overhead camshaft, the increase in revolutions may be limited by alternately moving valve rockers, valve lifter rods or lifting capitals.) [2]

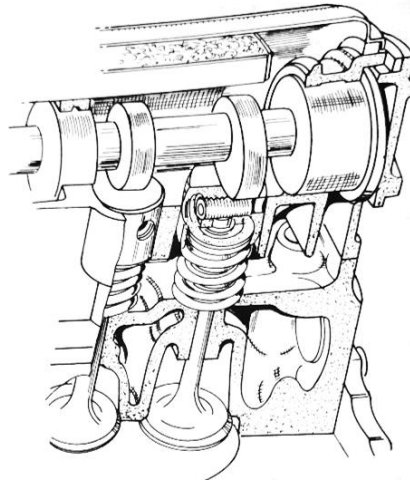


Figure 2.: Detail of a camshaft installation [2]

The valves of the internal combustion engine are moved along the profiled curved bodies formed on the cam (camshaft) - regardless of the engine control. Cam profiles are basically determined by the following aspects:

- a) the opening and closing point of the valve due to the gas dynamic effects occurs before or after the deadlock and not at the beginning and end of the cycle
- b) the size of the of the base circle radius of the cam ( $r_0$ ) or the camshaft diameter depends on the maximum valve lift height ( $h_{max}$ ) at the given control angles
- c) the accelerations that occur when opening and closing the valve are particularly important, since - within the opening time - the opening and closing speeds interact synergistically with one another
- d) the largest overflow cross-section must be exposed, according to which the goal is for the valve to open as quickly as possible so that the valve rises as high as possible during the given interval
- e) although the opening and closing speed should not be too high, as high accelerations and mass forces may stress and damage the control mechanism.

Among these conflicting aspects, it is necessary to find the "golden middle ground", i.e. to use a cam profile that, on the one hand, creates a large flow "cross-section" with not too harmful accelerations, in an effort to avoid excessive loads. However, it must not be forgotten that the rate of valve lift is determined together by the control cam profile and the associated lifting rocker, arm, and base, and it is also possible to test them together.



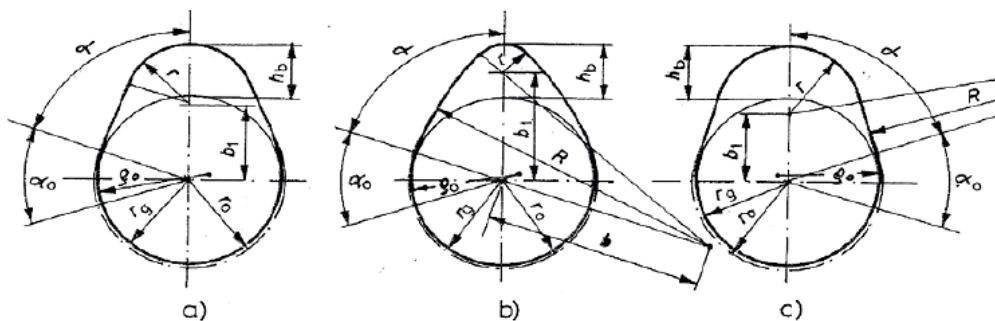


Figure 3.: Basic types of control cams [2]  
 a) tangential; b) convex-sided circular arc cam; c) concave sided

- a) tangential: can be used for larger control angles,  
 b) harmonic: uniform (sin, cos) phronomic curves in the case of a flat lifting base,  
 c) concave-sided: it provides a large control time cross-section for slow motors  
 (can only be used with a roller lifter)  
 Lifting motion laws: phronomic curves  
 (they depend on the cam profile and the design of the lifting foot): Acceleration, Speed, Stroke

Cam pairs are placed on the intake and exhaust camshafts. The cam pairs are tempered at 100-110° or they are placed according to the firing distance in the firing order of the cylinders. However, another important aspect - in addition to grinding - regarding the durability and load capacity of the cam is the heat treatment (hardening) process. Since durability, reliability and the life of the product play an important role in the assessment of the added value, in the eyes of the customer, this is why it is necessary to look at some aspects of the heat treatment process in more detail.

Heat treatment is a planned structural transformation process that includes heating, heat retention and cooling, which help to achieve the following properties:

- increasing hardness, wear resistance,
- high surface hardness,
- ensuring a high fatigue limit,
- increasing corrosion resistance,
- increasing heat resistance,
- reducing the stresses in the piece,
- ensuring a uniform grain size.

The heat treatment process consists of the mentioned three stages. By plotting the temperature as a function of time, we get the process diagram of the heat treatment, the stages of which differ in their characteristics [10]:

- The speed of heating is of high importance. It is advisable to slowly heat the alloy steels to the tempering temperature, or the other option to avoid harmful thermal stresses is selective heat treating. The workpiece placed in a warm oven does not heat up evenly to the heat treatment temperature. By definition, the

surface heats up faster than the interior of the material. Of course, this temperature difference is insignificant in the case of smaller pieces, which we call thermally thin bodies, and there are thick bodies in which this difference is significant.

- The heat-up rate is the timeframe required to reach the desired temperature on the surface of the workpiece from the start of heating. Furthermore, we can also talk about rewarming or equalization time, by which we mean the time required from reaching the required temperature on the surface to reaching the required temperature in the material core. Thus, the process consists of the heating and the heat-up rate. In heat treatment practice, the heating time must be determined mathematically, but it is calculated based on empirical relationships.
- The heat retention temperature determines the atmosphere. In an oxidizing atmosphere, decarburization is a harmful phenomenon, which means that the carbon is partially or completely burnt from the surface of the steel, so that the hardening cannot provide the desired hardness. In this part of the process, the desired metallurgical processes take place, which determine the duration of heat retention. A shorter time is usually suitable for the allotropic (ferrite-austenite) transformation, but diffusion (cementing, nitriding) transformations can take longer. We try to reduce our heat retention time as much as possible, taking into account the achievement of the goal, of course. The disadvantage of longer heat retention can be that it is expensive on the one hand, and that it promotes the initiation of harmful processes, such as the coarsening of the austenite grains, which can have a negative effect on the mechanical properties.

There are heat treatment processes that differ only in the cooling phase (normalization) and produce material with a different tissue structure and properties. Different cooling speeds can be used in the controlled cooling phase. We have to use a slow cooling process in order to achieve as little stress as possible on the material. If we cool quickly, we prevent the diffusion of individual elements. During the longer cooling period, a temperature difference may develop, which may even cause a crack in the material. Several cooling methods can be used to minimize this (water, oil, salt, metal baths). Blown, stationary (cooling pit) air cooling can be used for slow cooling. Since diffusion processes must be prevented, rapid cooling cannot be avoided in many cases.

In the following, the examined Monte-Carlo method analyses the production process of the induction tempering procedure. Above all, we need a production equipment that ensures stable quality in mass production with the help of an optimized cycle time, in accordance with the principles of reliability and stability, for which regular machine maintenance is also an essential condition. The result of the mentioned induction procedure, taking into account the prescribed requirement, is evaluated by the hardness depth measurement characteristic.

Briefly about induction tempering: if an electrically conductive metal is placed in a coil with an alternating current, an eddy current will be generated as a result of the magnetic field. This eddy produces Joule heat, which heats the metal. Furthermore, if the metal can be magnetized, the loss of magnetization can also generate heat, which accelerates the heating.

Our goal is to achieve the desired outcome as a result of the individual production process steps, and to make the customer satisfied. We have to think backwards, so to speak, about what we have to do at the expected level, in order to achieve the defined goal while minimizing the loss. As I mentioned above, you need to know the production process, i.e. the relationship between our data and data groups. This mentioned correlation study is included in the scientific thesis of Hugyi [5], with an emphasis on regression analysis, which serves as an important input for the results presented in this study.

## MATERIAL AND METHOD

Monte-Carlo method is what Pokorádi [8] calls numerical methods for solving mathematical problems that use the modeling of random quantities, and also their statistical evaluation, taking into account their characteristics. The method is widely used for the simulation of possible outcomes of differentiated events and their probabilities, in the case of system excitation parameters with some parametric uncertainty. [7]

The essence of the Monte-Carlo method is to randomly select a value for each uncertain, excited parameter based on the probability distribution. The advantage of the method is that the questions can be answered simply by solving the random numbers quickly and easily. [7]

Before applying the Monte-Carlo method, it is important to check the fit of the data. The purpose of the fit test is to decide, at a given confidence level, whether the random variable from which the statistical sample is taken can be a distribution that can be described by a given distribution function  $F(x)$ . This distribution can be discrete or continuous, as well as uniform or normal.

I conducted the fit test based on the Kolmogorov test. The Kolmogorov test is used to check whether the distribution function of a given continuous random variable  $\xi$  is a given function  $F(x)$ . First, we prepare the empirical distribution function of the examined random variable  $\xi$ , which is denoted by  $F_n(x)$  in the case of  $n$  observations, i.e. a statistical sample with  $n$  elements. The value of the empirical distribution function is the relative frequency of values smaller than  $x$  at a given location  $x$ . So  $F_n(x)$  has a jump of size  $x_i/n$  for each sample element  $\xi_i$ , where  $x_i$  is the number of observations of the given value. [4]

In the next step, in the case of the Kolmogorov test, the test statistic can be determined as follows. We calculate the maximum of the difference between the theoretical and empirical distribution functions [4]:

$$D_n = \max_x |F_n(x) - F(x)|; \quad (1)$$

and then the test statistic:

$$\sqrt{n}D_n \quad (2)$$

which can be shown to correspond to the Kolmogorov function  $K(z)$ :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(\sqrt{n}D_n < z) = K(z); \quad (3)$$

For a given confidence level, we find the critical value  $z$ , and if the value of the test statistic is smaller than the critical value, then the null hypothesis that the distribution function is  $F(x)$  is accepted [4].

### RESEARCH RESULTS: HARDNESS DEPTH WITH MONTE-CARLO SIMULATION TO UNDERSTAND ITS DEVELOPMENT

Our null hypothesis is that our data recorded through experience is uniformly distributed. In the case of the Kolmogorov test, as I mentioned above, in order to determine the test statistic, we calculate the maximum of the difference between the theoretical and empirical distribution functions, which, based on the methodology mentioned above, is: 0.1195460277427. Then we get the test statistic value: 0.963811. Since the critical  $z$  value at the 95% confidence level is 1.36, and the value of the test statistic is smaller than the critical value, we accept the null hypothesis that the distribution function is  $F(x)$ . Since the Kolmogorov test confirmed the even distribution of the empirical data, no further fit testing was warranted based on our data set, so I was able to proceed with the application of the Monte-Carlo method.

As the name implies, the Monte-Carlo method means the conscious application of randomness, which is the essence of gambling. The essence of Monte-Carlo algorithms is that we model or perform calculations in such a way that we generate random numbers a large number of times and then substitute them into the mathematical model. In Microsoft Excel, the RAND() function returns a uniformly distributed random value in the interval  $[0, 1[$ . This is the basis of all Monte-Carlo simulations and all other distribution simulations.

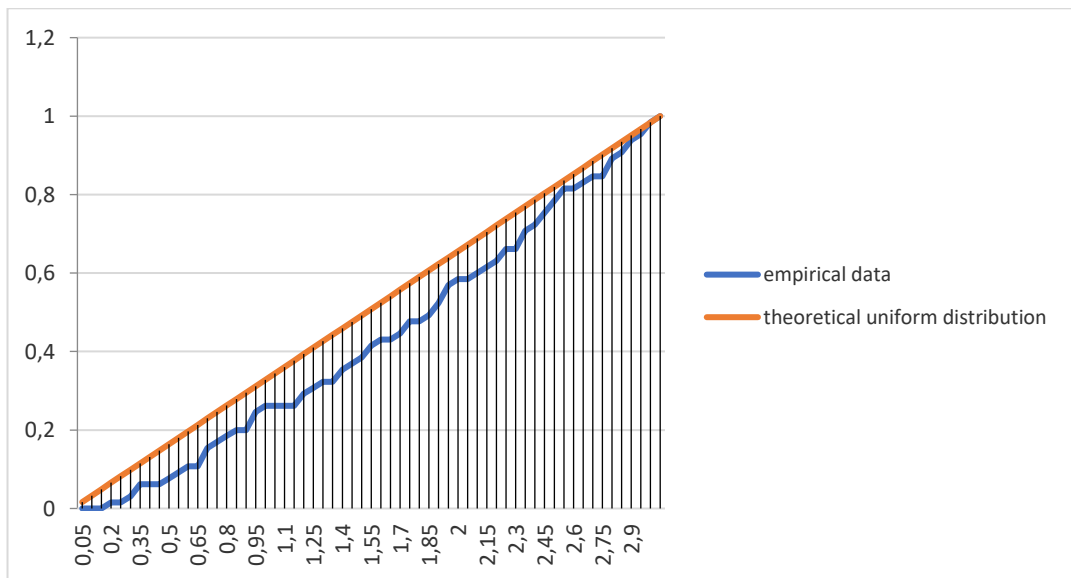


Figure 4.: Fit test based on Kolmogorov test, examining the null hypothesis

Uniform distribution in the interval  $[a, b[$ :

$$a + (b - a) \times \text{RAND()} \quad (4)$$

On the previously mentioned production machine, which implements the induction tempering process, the possible energy level for this product can be set to: 450-850.

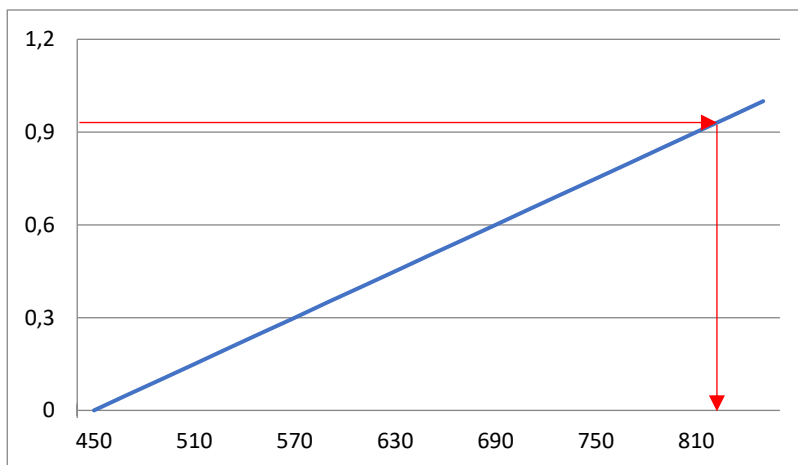


Figure 5.: Monte-Carlo simulation of continuous uniform distribution

The red arrows in Figure 5 show how random number generation in the interval  $[0, 1]$  produces a uniformly distributed random value, which in our study represents the parameter called the energy level. The value of the hardness depth was determined based on the relationship described in the previous chapter. The hardness depth values related to the induction tempering of the lifting cam (nose) using the Monte-Carlo method are described below. The results are presented in the bar chart shown in Figure 6, on which we can see the simulation of the evolution of the hardness depth in a series of observations consisting of 100 experiments.

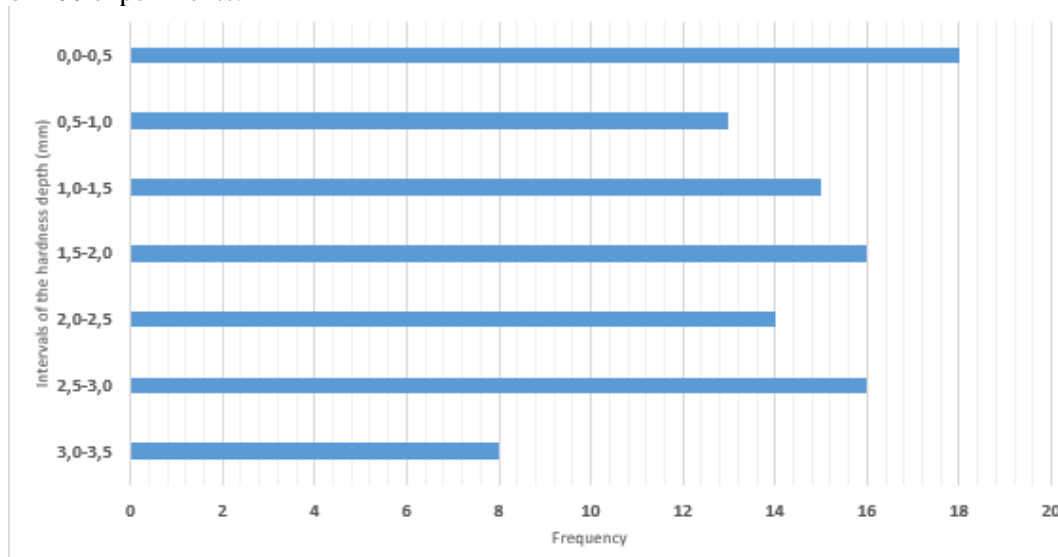


Figure 6.: Development of hardness depth intervals in the reflection of the frequencies of given hardness depths (mm) in the observation series consisting of 100 experiments

If cams with a hardness depth of 1.3 mm and 2.3 mm are considered adequate, taking into account the degree of material removal during further operations of the production process and - at the end of the process - also the customer's requirements. In this series of observations, it can be seen that only 34% of the products will be in the desired tolerance after induction training, which is illustrated in Figure 7.

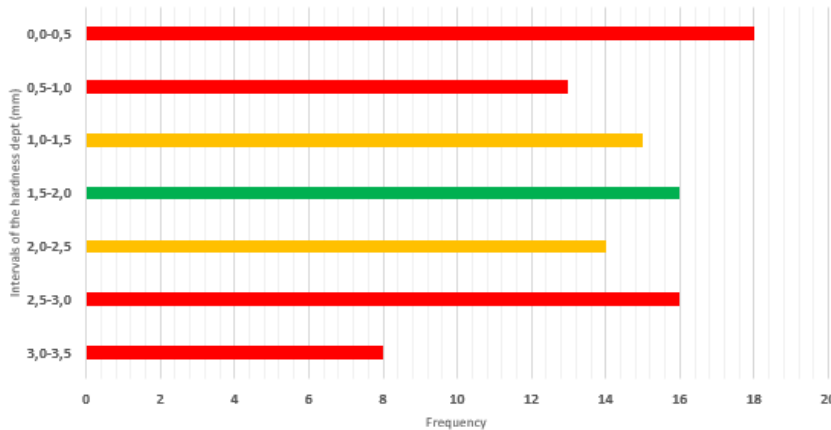


Figure 7.: Development of hardness depth intervals in the reflection of the frequencies of the given depths (mm) in the observation series consisting of 100 experiments, marked OK-NOK

It can be seen that with these settings, we could produce with 66% waste, which is unacceptable, as it is neither efficient nor economical. Thus, it is necessary to optimize the value of the energy level during the production process.

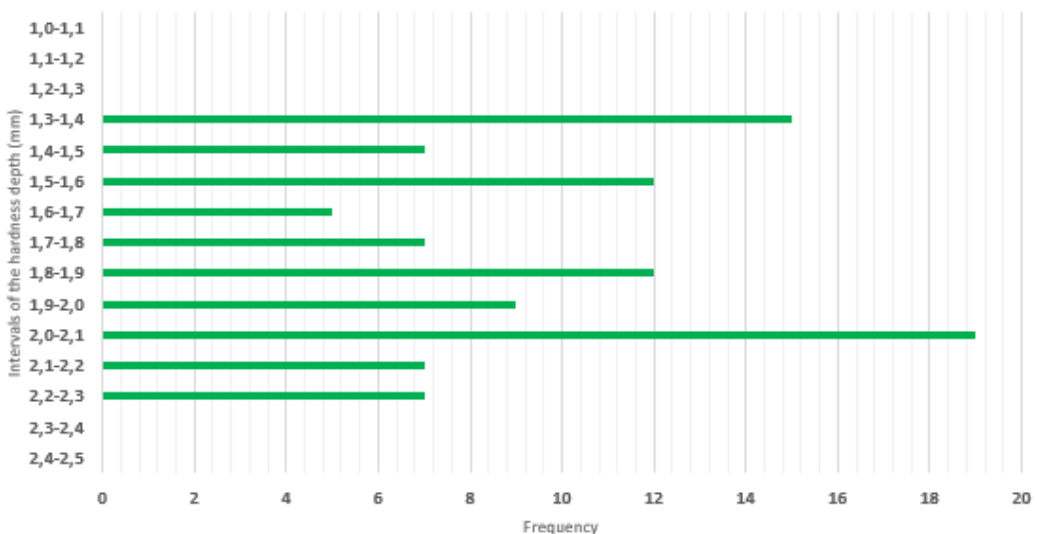


Figure 8.: Development of hardness depth intervals in the reflection of the frequencies of the given depths (mm) in the observation series consisting of 100 experiments, OK: 100%, NOK: 0%

Inserting the value of hardness depth (mm) into the related (hardness depth, nose) formula found in chapter of literature (lower limit: 1.3 mm and upper limit: 2.3 mm), we can also obtain the desired energy levels, in which case, if we repeat the Monte- Carlo simulation, we can see that in the observation series of 100 experiments, all (100%) hardness depth values will be within the desired tolerance. In the present case, these energy levels (lower and upper) are: 597 and 720, the results of which are illustrated in Figure 8.

## SUMMARY, CONCLUSION

We can state that with the help of the Monte-Carlo method, knowing the data relationships, we can estimate the interval of the expected results, thus the ratio of the results, whether they fall into the desired interval or not, and with what efficiency. In addition, it can be a very useful method for the purpose, if the tolerance, i.e. lower and upper limit, of the process parameters of the given machine can be defined in order to achieve the goal, with the help of which the amount of waste or - even more decisive for the interested parties - waste costs can be minimized. In this way, the importance and meaning of the described method can be clearly demonstrated - in the knowledge of the mentioned antecedents. This is an opportunity, a method to reduce quality costs.

## REFERENCES

- [1] Czizmazia Fné.: Hőkezelés. Széchenyi István Egyetem. Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék. Győr. 2003.
- [2] Dezsényi Gy. – Emőd I. – Finichiu L.: Belsőégésű motorok tervezése és vizsgálata. Egyetemi Tankönyv, Második változatlan kiadás. 1990.
- [3] Hajtó N.: Acélok hőkezelése. Táncsics könyvkiadó, Budapest, 1964.
- [4] Hanka L.: Application of the theory of stochastic processes and Monte-Carlo simulations for the analysis of the operation of charging stations for electric vehicles. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1237 : 1 pp. 1-17. Paper: 012002 , 17 p. (2022)
- [5] Hugyi M.: Ensuring quality of the heat-treatment process with the help of statistical methods. Proceedings of the Engineering Symposium at Bánki (ESB2021) Budapest, Magyarország, Óbudai Egyetem (2022) 192 p. pp. 69-75., 7 p
- [6] Német E.: Acélok és nemvasfémek hőkezelése a gyártástechnológiában. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1981.
- [7] Pokorádi L.: Monte-Carlo Szimuláció alkalmazása a légi közlekedés környezeti hatásainak elemzésére. Innováció és fenntartható felszíni közlekedés. Budapest. 2014. augusztus 25-27. pp 246-250.
- [8] Pokorádi L.: Rendszerek és folyamatok modellezése, Campus Kiadó, Debrecen. 2008.
- [9] Tuskó L. – Végvári F.: Anyagvizsgálat. Kecskeméti Főiskola, GAMF, Kecskemét, 1997.
- [10] Végvári F.: Fémek Anyagok. Kecskeméti Főiskola, GAMF, Kecskemét, 1998.





**INVESTIGATION OF CONVENTIONAL SIGNAL COMBINING TECHNIQUES IN SHORTWAVE SPATIAL DIVERSITY RECEPTION TECHNOLOGY****KONVENCIONÁLIS JELKOMBINÁCIÓS ELJÁRÁSOK VIZSGÁLATA A RÖVIDHULLÁMÚ TÉR DIVERZITATI TECHNOLÓGIÁBAN**KOVÁCS Róbert<sup>1</sup>**Abstract**

My research explores the potential of diversity reception technology and the signal combination techniques that can be used in its methodology. In the first part, I describe the historical development of diversity reception and its methodological possibilities. Within this, I focus on the study of relevant diversity procedures. By means of an analytical comparison of a conventional group of signal combination procedures, I illustrate their specific capabilities. I describe the signal-to-noise ratio based utility capabilities of conventional signal combination procedures. Finally, I provide applicable recommendations for the selection of SC, EGC and MRC signal combining procedures based on my simulation results.

**Keywords**

diversity reception, signal combining methods, SNR signal-to-noise ratio improvement, multi-band reception systems, SC, EGC, MRC signal combining methods

**Absztrakt**

Kutatásom a diverziti vételtechnológia és annak módszerében alkalmazható jelkombinációs eljárások hasznosíthatósági lehetőségét vizsgálja. Az első részben ismertetem a diverziti vétel történeti fejlődését és vizsgálati módszertani lehetőségeit. Ezen belül fókuszálok a releváns diverziti eljárások tanulmányozására. A jelkombinációs eljárások konvencionális csoportjának elemző összehasonlításával bemutatom azok egyedi képességeit. Ismertetem a konvencionális jelkombinálási eljárások jelzaj viszony alapú hasznosíthatósági képességeit. Végül szimulációs eredményeim alapján alkalmazható ajánlást adok az SC, EGC és MRC jelközösítési eljárások megválasztásához.

**Kulcsszavak**

diverziti vétel, jelkombinálási módszerek, SNR jelzaj viszony érték javítása, többantennás vételi rendszerek, SC, EGC, MRC jelközösítési eljárások

<sup>1</sup> kovacs.robert@kvk.uni-obuda.hu | ORCID:0000-0002-8812-4969 | assistant lecturer, Deputy Head of Department, Óbuda University Kandó Kálmán Faculty of Electrical Engineering | egyetemi tanársegéd, tanszékvezető-helyettes, Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar Híradástechnika és Infokommunikáció Tanszék

## DIVERSITY RECEPTION TECHNOLOGY

„As the development of radio communication technology began to offer solutions for long-wave and later short-wave links, the discovery and study of propagation anomalies in the short-wave band became inevitable. The recognition of the phenomenon of fading and its spatial, temporal and polarisation-dependent behaviour, paved the way for the development of a reception technique using several simultaneous reception branches and their combinations, called "diversity" to improve the quality of the received signal. [1]

### The historical development of diversity receiving

The first actual diversity reception was carried out by two RCA2 engineers. Harold Henry Beverage and H.O Peterson, who in the 1920s used empirical methods to test the possibility of simultaneous, parallel reception of a given radio transmitter signal at two different locations in the 1920s. As a result, they found that the signals received at the two sites had different fading properties, thus giving the bases for spatial diversity reception theory [2], [3], [4], [5]

Later, they developed the first long-range, reliable radio receiver system, patented as RCA DRS, consisting first of two and later of three separate receivers. [6] [7]

In the mid-1930s, Dr. James M. B. Hard developed the XE1G receiver, the first to use a chain-driven tuning system to cover the entire 1.7-30 MHz HF range in four sub-bands. [8]

It is necessary to mention that, in addition to the above, there had been other attempts to create a diversity receiver. In the September 1939 issue of QST, S. Gordon Taylor presented the results of a reception experiment based on the combined use of a Hallicrafters SX-17 and Skyrider 5-10 receivers. [9]

Shortly after this article was published, Hallicrafters' chief engineer Karl W. Miles built the first dual-diversion receiver (DD-1). This unit deployed several modifications thanks to further innovations, which resulted in a total of around 125 production units in two series. [10] [11] [12]

Since the early 1950s, CRC has also been producing mass-produced solutions for frequency-domain diversity. [13]

The emergence and rapid development of semiconductor technology gave rise to more smaller and mass-producible receivers, which could be considered as the predecessors of the later receivers with multiple input channels.

This technological change has also led to a new impetus in theoretical research in the second half of the last century. New scientific results appeared such as a generalised deterministic description of the field spectrum in single and multi-element receiver structures in coherent and multipath propagation environments. [14]

In the new services of the digital era, the use of diversity reception has already become a basic element in mobile technologies using complex digital modulations, mainly in the higher UHF and SHF frequency bands.

### Methodological approaches to diversity assessments

The purpose of diversity reception is basically to improve the reliability and quality of analogue or digital signal transmission on radio channels. There are several methods

---

<sup>2</sup> RCA: Radio Corporation of America

available to achieve this, the common feature of which is that the signal transmission on the different reception paths is treated as a separate, individual channel with its fading, interference and other characteristics. The conceptual basis for diversity reception is the assumption that the probability of simultaneous deep fading on multiple transmission channels, which can be considered independent and statistically in small extent. [15] [16]

Channel isolation can be implemented in different domains such as space, frequency, phase, time, polarization, angle of incidence or digital signals and even in modulation and code spacing. There are several literature sources available for the definition and (partial) classification of (some) types of diversity reception (e.g., [17] [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25]).

Diversity methods can be grouped in several ways. The most common approach is to perform some range analysis of the isolated signals passing through the fading channel. In my research, by processing the literature sources, I found that a significant amount of research material on 21st-century diversity reception methods is available, but it reflects only frequency band, technology and service-specific research approaches. There is no comprehensive source available that provides a complete systematic and comparative analysis. To achieve my research objectives, I considered it necessary to provide a gap analysis that summarises a general conceptual framework for diversity communication technologies and modes in a structured structural framework, taking a band-independent approach. A summary of this gap-filling work, based on a considerably broader source processing than the one in a thematic overview and classification of some types was elaborated and published in my paper "Diversity Reception in Radiocommunication Links". [26]

It is necessary to note that in some cases the content features of diversity classes have some overlapping, and therefore a perfect, all-feature, perpetual, exact conceptual classification, in which each diversity class category has exclusive features, is not feasible. The graphical result of the research work is illustrated in Figure 1.

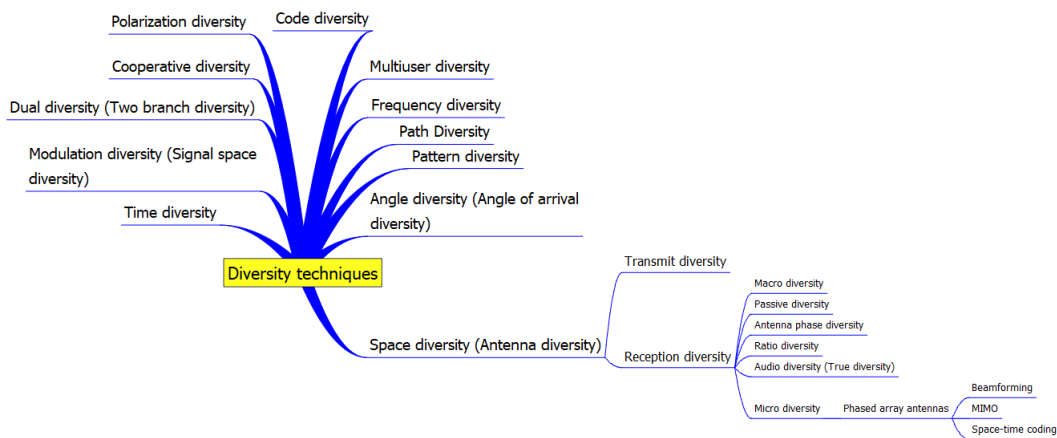


Figure 1. System of diversity receiving methods Source: Edited by the author

In the linked article, I have reviewed the types and categories identified in my research in the scientific literature. The sources are limited and mainly only available for modern mobile technologies (4G, WiFi, WIMAX, MIMO), which practically only approach diversity channel properties from the reception side. In order to fill this gap, I therefore found it

justified and appropriate to recommend the creation of an aggregate terminology system. For many of the diversity methods in strategic data retrieval systems, their application is not possible or it is only possible with significant limitations, since the following boundary conditions have to be considered:

- the radio source to be detected is unique and of unknown geographical location at the time of detection;
- the strategic (or even tactical) reception system has no control over the variation of the transmission characteristics;
- the reception polarisation must be the same as the polarisation of the broadcast transmission (in the case of a single transmitter, this can only be one type);
- in the short-wave range, the  $\lambda/2$  half-wavelength is originated from 4.5-5 m even at the very top of the range, and about 40 m at lower frequencies;
- although the characteristics of the bandwidth range make it possible to effectively apply advanced modulation schemes such as those already widely used in other technologies in the VHF and microwave bands, the wavelength size limits the applicability of some of these;
- As a consequence, only a limited range of diversity methods can be used to develop RH radio reception techniques in the shortwave band.

## RELEVANT DIVERSITY PROCEDURES

Given the variety of diversity options presented in the previous section, I will only discuss in detail the classes that are relevant to the research topic. These can basically be classified into the larger group of spatial diversities and other categories.

### Spatial diversity method

The most common - and perhaps the simplest - way to create diversity receiver branches is a process called space or antenna diversity. By basic definition, this is a radio reception technique in which two or more receiving antennas, spaced a few wavelengths apart, feed individual receivers and combine the output signals of the receivers using some technique. An appropriately chosen antenna spacing ensures that the signals received on the receiver branches are considered uncorrelated. The receiver branches have different fading properties due to varying propagation characteristics and propagation path lengths, but the resulting output signal of the system will have improved and time-varying transmission characteristics. [27]

Using a deterministic description method, it can be shown that:

- System performance improves as the separation distance  $D$  of the receiver sites increases;
- A two-element receiving arrangement results in better receiving performance under the assumption of nearly the same angle of incidence, if

$$D \geq \frac{\lambda}{B} \quad (1)$$

- is satisfied, where  $B$  is the bandwidth of the stochastic signal, which can be considered random, in any multipath propagation environment;

- the diversity gain decreases as the phase shift increases due to multipath propagation;
- the diversity gain decreases as a function of the increase in the energy of the signal propagating in the propagation path suffering a delay;
- assuming single-path propagation, a system with two receiver sites has a higher return compared to a single-receiver system than the incremental return of any multi-receiver system with the addition of additional receiver sites;
- reception methods that handle both multiple reception sites and multipath propagation (space-time diversity) yield additional gains. [14]

The minimum distance between the antennas of the receivers at a given reception frequency should be about  $\lambda/2$ . For a value lower than this, negative effects of other diversity mechanisms occur. For larger antenna separation, the multipath propagation channels are considered to be completely uncorrelated, and therefore the probability of deep fading decreases significantly with increasing antenna separation. [17] [20]

However, it should be noted, that there are also scientific approaches, other than the deterministic description, in which the complete independence of the reception channels is only

$$D > 10\lambda \quad (2)$$

is considered real if the condition is met. [28]

If the distance between the receiving sites is in the order of  $\lambda$ , we speak about microdiversity, if the distance is a multiple of  $\lambda$ , we speak about macro- or site-diversity.

For my investigations, it is also necessary to mention the method of baseband or real diversity, in which the outgoing baseband signals of the receiving branches are combined and processed according to some method. The practical testing and analysis of the latter method in real-time measurements were part of my research.

### Other applicable types of diversity

It is important to note that the beam diversity used, mainly for phase-driven antenna systems, can be considered a variant of microdiversity if the elements of the antenna array are considered individual receiving antennas. [19]

A further important finding for my research is that the use of beam diversity with separate, isolated antennas can be considered a sub-variant of macro-diversity (this option is not shown in the summary figure). Furthermore, MIMO technology can also be considered as a type of both transmitter and receiver diversity. The latter technology has been able to become a cost-effective and widely deployed component of systems mainly in the higher frequency bands (VHF, UHF). But it should be noted that research is also underway in the HF band to investigate the effectiveness of diversity reception on two-dimensional grid-based antenna systems. [29]

Scattering diversity is also an applicable method for multi-sensor data acquisition systems, provided that antennas with different directional characteristics are used at the receiving points. In this case, the signals received by the antennas will belong to different input directions, thus ensuring the uncorrelated assumption of the received signals from each branch. Scattering diversity is never used on its own but is usually used as a complement to spatial diversity. [30]

## ANALYSIS OF THE TRANSMISSION CHARACTERISTICS OF SIGNAL COMBINATION PROCEDURES

The mathematical description and practical realisation of diversity processes are possible by using the so-called signal combination methods. The aim is to combine the received signals with different channel characteristics on each receive branch, based on some algorithm, to produce a resulting output signal with better quality characteristics than if only one receiver branch were available. (Figure 2.)

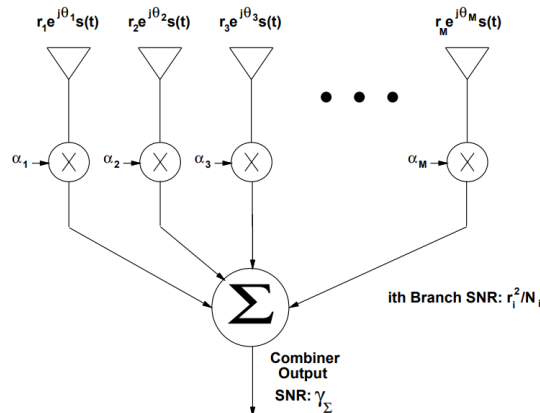


Figure 2. Scheme of linear diversity signal reception Source: [30], [31] (Accessed: 01.10.2022.)

In the linear description approach, we are talking about a rule-based summation/time-based selection of essentially coherent information channels, but the signal selection method and its input parameters differ in each approach. As a consequence, the technological and practical implementation of each method requires a different level of complexity and deployment of the equipment, thus determining the necessary financial backing of the technology. The description of the signal combining approach requires that the fading relations of the individual branches are considered independent, the signals of the channels uncorrelated. The signal combination methods can basically be divided into two major categories, namely the family of Conventional signal combinations and the heuristic approach, which is based on some (e.g. Evolutionary) algorithm.

### CONVENTIONAL SIGNAL COMBINING PROCEDURES

A general common feature of conventional signal selection methods is that, among the signals of the incoming signal channels, the branch is selected for output that has some characteristic that satisfies the instantaneous conditions of a decision algorithm built into the combinatorial algorithm. The decision value may depend, for example, on the current value of some feature of the incoming signals, a predefined feature threshold, or a leverage decision threshold calculated from the foregoing. In the case of variants requiring a feature change, the decision conditions may be met by actively modifying the incoming signals individually.

### Selection Combining

In Selection Combining (SC), the signal combiner selects the branch with the highest  $SNRr_i^2/N_i$  for output. (Figure 3.)

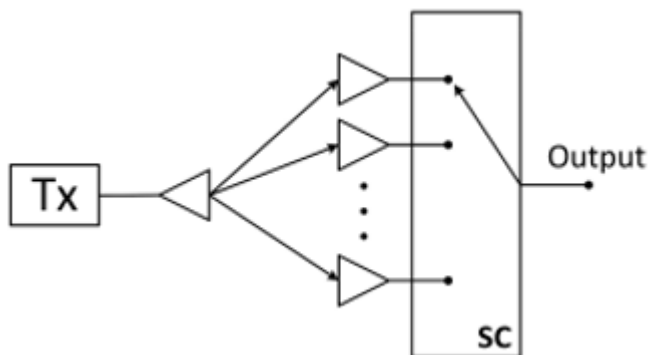


Figure 3. SC Selection combining procedure block diagram  
 Source: [32], (Accessed: 01.10.2022.)

The principle is equivalent to choosing the branch with the largest  $r_i^2 + N_i$ , assuming  $N_i = N$  noise power on each branch. Since only one input branch is selected for output at a time, the SC procedure often requires only one receiver to be connected to the currently active input branch. However, in continuous-mode transmission systems, each antenna branch requires a dedicated receiver/probe to measure the SNR of each channel simultaneously and continuously. By using the SC signal selector, the current  $SNR_{out}$  output signal-to-noise ratio value will correspond to the maximum of the input SNR values:

$$SNR_{out} = \max(SNR_i) \tag{3}$$

Since only one input branch is switched to the output at a time, no phase equalization of the input branches is required, making the signal selection method suitable for use in transmission systems with both coherent and differential modulation. For M branch diversity  $\gamma_\Sigma$ <sup>3</sup>:

$$P_{\gamma_\Sigma}(\gamma) = p(\gamma_\Sigma < \gamma) = \prod_{i=1}^M p(\gamma_i < \gamma) \tag{4}$$

Assuming an uncorrelated Rayleigh fading amplitude distribution  $r_i$  on each of the input M branches and defining the average signal-to-noise ratio on the i-th branch as  $\bar{\gamma}_i = E[\gamma_i]$ - the SNR distribution will be exponential:

$$(\gamma_i) = \frac{1}{\bar{\gamma}_i} e^{-\gamma_i/\bar{\gamma}_i} p \tag{5}$$

If the average SNR value is the same on all branches  $\bar{\gamma}_i = \bar{\gamma}$ , the average output signal-to-noise ratio value:

$$\bar{\gamma}_\Sigma = \bar{\gamma} \sum_{i=1}^M \frac{1}{i} \cong \bar{\gamma} \left( C - \ln M + \frac{1}{2M} \right) \tag{6}$$

where C is the Euler constant (the approximation is valid for  $M \geq 3$ ). [33]

<sup>3</sup>  $\gamma_\Sigma$ : The value of the resulting common output signal-to-noise ratio.

Note that even if a Rayleigh distributed fading signal is computed on each of the inputs, the output signal of the signal combiner will not be Rayleigh distributed.

The SC method is the simplest combining method, where the selector always selects the signal of the receiving branch with the best instantaneous quality characteristic - typically the best instantaneous SNR - for output. In principle, since only one branch is selected at a time, the reception of multiple branches could be achieved by connecting a single receiver input. However, if a continuous, coherent signal stream is required at the output - transmission systems, transmission channels using digital modulation, always require this - then to measure the instantaneous SNR of the receive branches, it is necessary to provide a unique receive function on each of the branches. (Figure 4.)

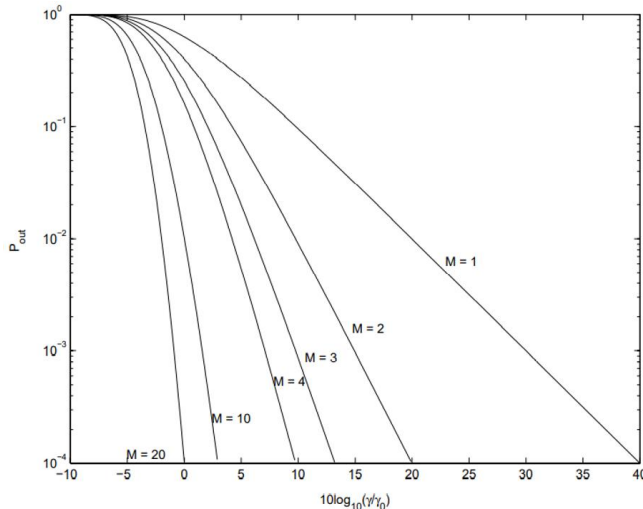


Figure 4. Outage Probability of Selection Combining in Rayleigh Fading  
Source: [32], (Accessed: 01.10.2022.)

The maximum of the best instantaneous SNR value achievable in this procedure corresponds to the quality of the branch with the best instantaneous SNR at that time.

From the above, it can be seen that the average SNR gain increases with the number of branches  $M$ , but not linearly. Switching from one to two channels yields significantly more gain than increasing the number of branches from two to three. However, further increasing the number of branches yields less and less return, i.e., in general, the average output relative SNR growth fraction decreases dramatically as the number of receive channels increases. [34] [35] [36]

### Switching or Switch and Stay Combining

In an SSC continuous-signal system, dedicated receivers are required for each channel to monitor the instantaneous SNR of each branch. The basic TC Threshold Combining method addresses the need for multiplexed receivers per channel since in this case the signal-to-noise ratio of each branch is determined by sequentially polling each branch in a cyclic manner. (Figure 5.)



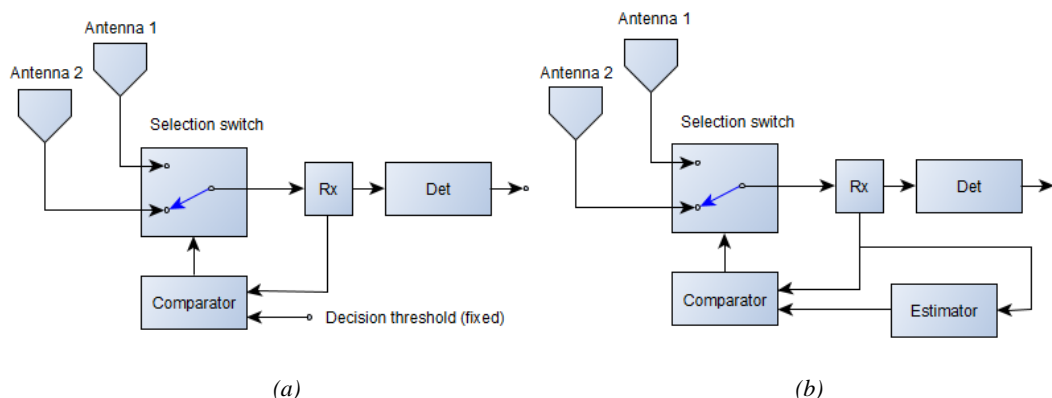


Figure 5. SSC procedure system structure fixed (a) and variable (b) threshold  
 Source: Edited by the author based on [34],

The output is the signal of the channel whose SNR exceeds the threshold of a given  $\gamma_T$  for the first time. As in the SC method, no phase equalisation of the channels is required. If the SNR of the selected branch signal falls below the threshold level, the signal selector selects another branch for output that is more favourable than the threshold SNR. The selection can be based on a number of criteria, the simplest of which is random selection.

For two input branches, the switchover occurs when the SNR of the previously selected channel falls below the  $\gamma_T$ , threshold. In this case, the method is called SSC Switch and Stay Combining. Although the SSC method is less complex, it is not able to select the channel with the highest SNR in its process, and therefore the resulting SNR gain in output is below the theoretical similarity of SC signal selection. It can be shown that, for the optimally chosen threshold level a  $\gamma_T$ , the probability distribution of the output SNR of the SSC signal selector is the same as that of the ideal SC procedure.

The disadvantage is that in the case of a random decision, if the selector does not find a channel above the threshold level when switching branches, it will enter a continuous channel search cycle until a more favourable reception condition occurs, forcing the transmission system to switch to a reception situation below the threshold level.

Arithmetic operations and continuous estimation of the actual signal-to-noise ratio (SNR) of channels are time and energy-consuming, which is impractical for some wireless communication systems. To further reducing the complexity of implementing a diversity reception scheme, a switching and sustaining signal combining (SSC) scheme was considered. In the SSC scheme, the receiver only needs to monitor and estimate the channel state of the single branch being used. The switch-based SSC method is particularly advantageous for receiver devices (e.g. mobile devices) where processing capability is limited due to other circumstances (e.g. limited power supply).

### Maximum Ratio Combining

The Maximum Ratio Combining (MRC) method takes all incoming branches into account in a weighted way, so none of the values of  $\alpha_i$  in this method is zero. Branches with a worse individual SNR are given a lower weighting, and channels with a better SNR are given a higher weighting in the resulting output signal. (Figure 6.)

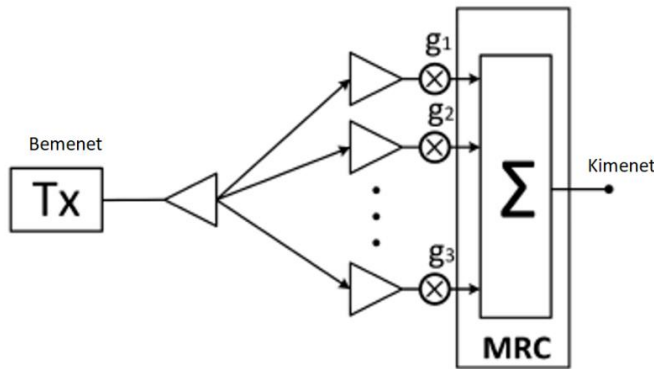


Figure 6. MRC Maximum Ratio Combining procedure block diagram  
Source: [32] (Accessed: 01.10.2022)

Since the incoming branch signals are phase-matched, each branch

$$\alpha_i = a_i e^{-j\theta_i} \quad (7)$$

where  $\theta_i$  is the phase of the  $i$ -th branch signal. The envelope  $r$  of the output signal of the signal combiner is

$$r = \sum_{i=1}^M a_i r_i \quad (8)$$

Assuming the same noise spectrum distribution probability on each input branch, the total instantaneous output noise power of the signal conditioner

$$N_{tot} = \sum_{i=1}^M a_i^2 N_0 \quad (9)$$

from which the output SNR is

$$\gamma_{\Sigma} = \frac{r^2}{N_{tot}} = \frac{1}{N_0} \frac{(\sum_{i=1}^M a_i r_i)^2}{\sum_{i=1}^M a_i^2} \quad (10)$$

is given by.

To produce an optimal output signal, each  $\alpha_i$ -s must be chosen such that  $\gamma_{\Sigma}$  takes the maximum value. It can be seen that for this, branches with higher SNR values must be considered with a higher weight, while those with lower values must be considered with a lower weight, so that the weighting factors  $a_i^2$  of the branches will be proportional to the SNR values  $r_i^2/N_0$  of each branch. With the optimal  $a_i^2 = r_i^2/N_0$  weighting, for the output noise we get:

$$\gamma_{\Sigma} = \sum_{i=1}^M r_i^2 / N_0 = \sum_{i=1}^M \gamma_i = \sum_{i=1}^M \gamma_i \quad (11)$$

It follows that for optimal weighting, the output SNR noise factor will be equal to the sum of the individual noise factors of the input branches. It can be seen that, in contrast to the SC and SCC methods, the averaged SNR noise factor of the MRC signal combiner increases in direct proportion to the number  $M$  of input branches. Similarly to the SC method, the output channel will not have a Rayleigh distribution for any number of input Rayleigh type channels. Assuming the same average  $\bar{\gamma}$  SNR value of Rayleigh type on each

branch, the resulting a  $\gamma_\Sigma$  noise distribution results in a distribution of  $\chi^2$ - with  $2M$  degrees of freedom

$$\bar{\gamma}_\Sigma = M\bar{\gamma} \tag{12}$$

with expected value and standard  $2M\bar{\gamma}$  deviation:

$$p_{\gamma_\Sigma}(\gamma) = \frac{\gamma^{M-1} e^{-\gamma/\bar{\gamma}}}{\bar{\gamma}^M (M-1)!}, \quad \gamma \geq 0 \tag{13}$$

The corresponding  $\gamma_0$  output power probability value is a function of a given threshold:

$$P_{out} = p(\gamma_\Sigma < \gamma_0) = 1 - e^{-\gamma_0/\bar{\gamma}} \sum_{k=1}^M \frac{(\gamma_0/\bar{\gamma})^{k-1}}{(k-1)!} \tag{14}$$

The correlation shows that the MRC method is significantly more effective in improving SNR than SC or SCC methods. The MRC method requires knowledge of the instantaneous SNR values for each branch, a quantity that cannot be measured continuously by simple methods (Figure 7.)

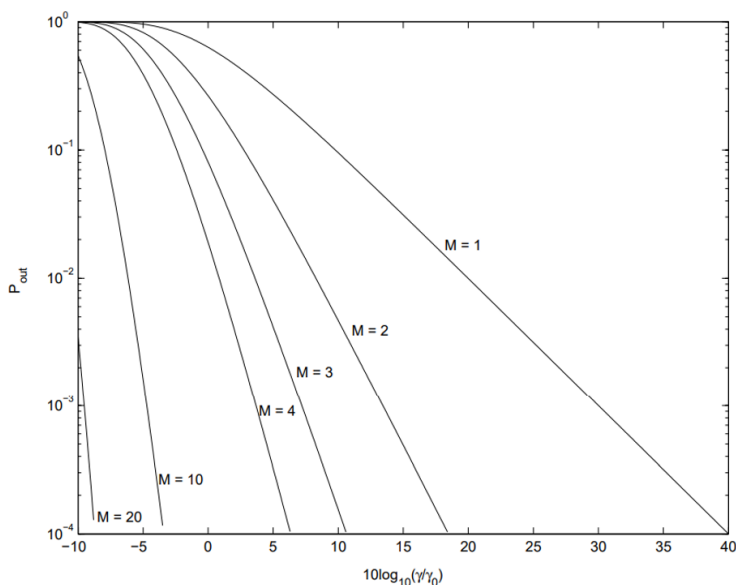


Figure 7. Outage Probability of MRC Maximum Ratio Combining in Rayleigh Fading channel  
Source: [32] (Accessed: 01.10.2022.)

From the mathematical model of the MRC procedure, it can be deduced that the resulting SNR gain of the signal combiner will be equal to the sum of the SNR gains of the individual channels. The average SNR gain of the combiner increases with the number of diversity branches in direct proportion to the number of diversity branches, unlike in the SC procedure. Note, however, that even though the fading distribution of the individual branches is Rayleigh, the output will no longer have this property ( $\chi^2$ - distribution). Increasing the number of receive branches in this procedure will yield a more significant SNR gain compared to the SC and EGC procedures, but its implementation may be difficult in some cases, as continuous measurement of time-dependent individual SNR values on all channels may be difficult.

## Equal Gain Combining

Equal Gain Combining (EGC) is a simpler solution that makes the incoming individual channel signals coherent and combines them with the same  $\alpha_i = e^{-j\theta_i}$  weighting. (Figure 8.)

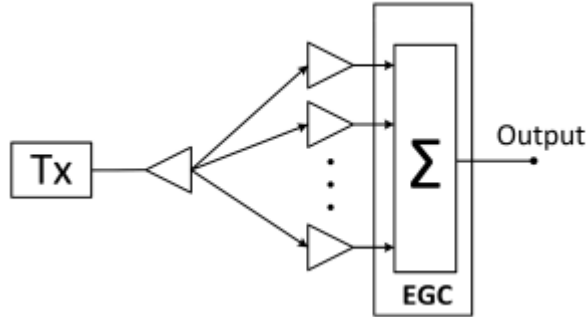


Figure 8. EGC Equal Gain Combining procedure block diagram

Source: [32] (Accessed: 01.10.2022.)

Assuming the same magnitude of the eigennoise power spectral distribution probabilities on each branch, the resulting output SNR value will be better than the SNR value of any individual channel.

$$\gamma_{\Sigma} = \frac{1}{N_0 M} \left( \sum_{i=1}^M r_i \right)^2 \quad (15)$$

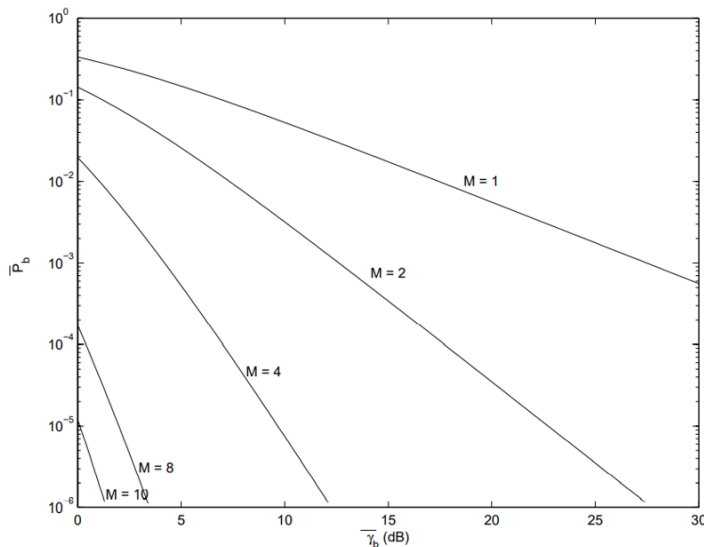


Figure 7. Outage Probability of EGC Equal Gain Combining in Rayleigh Fading channel

Source: [32] (Accessed: 01.10.2022.)

Its implementation requires complicated circuit considerations, but it can be used with good efficiency in cases where it is not possible, or only to a limited extent, to determine the characteristics of individual channels.

In my research, the real measurement data of diversity receivers are presented at the level of demodulated and decoded communications. From a signal combining point of view, the off-line combining method I use (baseband and simultaneous receiver diversity) is approximately equivalent to the SC Selection Combining method among the above signal combining methods, and therefore I interpret my investigations in this category.

## SUMMARY THOUGHTS, CONCLUSIONS

The theoretical effectiveness of diversity assumptions is essentially based on a theoretical study of the signal combining procedures that can be applied. Among the conventional signal-combining techniques, SC, EGC and MRC are the most relevant for spatial diversity.

My simulation studies presented for the investigation of signal-combining techniques have demonstrated that the variation of SNR gain as a function of the channel number of the diversity shows clear positivity. At the same time, the simulations have also shown that the largest incremental gain in this respect is obtained by integrating the first tributary branch into the system. With further increases in the number of branches having smaller and smaller returns in specific terms. For this reason, the possibilities for increasing the gains in the case of spatial diversity are significantly limited from both theoretical and a resource point of view.

The bit-rate and bit-time SNR for different channel models show similar trends, but when comparing AWGN and Rayleigh channels, AWGN shows more favourable values.

Increasing the distance of the diversity receiving antennas is decisive for the diversity gain up to a distance of  $\lambda/8$ , above which the gain increment decreases significantly.

The relative gain sensitivity of the combination modes to each other as a function of SNR change can be easily and visually demonstrated using this method, whereas it could not be demonstrated using the same parameter-based comparisons used in conventional previous work.

The improved simulation procedure system developed and developed for the investigation of spatial-diversity-based combinatorial methods presented in this paper provides a more detailed evaluation capability for diversity studies than previously available.

## BIBLIOGRAPHY

- [1] R. Kovács, "The History of First High Frequency Diversity Reception Techniques", *Hadmérnök*, VIII. 1., March 2013, Source: [http://hadmernok.hu/2013\\_1\\_kovacs\\_2.pdf](http://hadmernok.hu/2013_1_kovacs_2.pdf) (Accessed: 08.10.2022.)
- [2] The David Sarnoff Library, "Pioneering in Electronic", Source: <http://www.davidsarnoff.org/kil-chapter01.html> (Accessed: 23.02.2013.)
- [3] H. Rogers, "Restoration of the Skyrider Diversity DD-1 Concole Receiver", Western Historic Radio Museum, Source: <http://www.radioblvd.com/DiversityDD1.html> (Accessed: 23.02.2013.)

- [4] H. H. Beverage and H. O. Peterson, "Oral-History", Source: [https://ethw.org/Oral-History:Harold H. Beverage and H. O. Peterson](https://ethw.org/Oral-History:Harold_H._Beverage_and_H._O._Peterson) (Accessed: 23.02.2013.)
- [5] IEEE Cincinnati Section, "Harold H. Beverage", Source: <https://ieeecincinnati.org/2005/10/04/harold-h-beverage/> (Accessed: 23.02.2013.)
- [6] H. H. Beverage, "Explorer of the Wavelengths", *Radio's 100 Men of Science*, 1944 ISBN 0-8369-1916-5, Source: [http://www.olderadio.com/archives/people/Harold Beverage](http://www.olderadio.com/archives/people/Harold_Beverage) (Accessed: 23.02.2013.)
- [7] H. H. Beverage, "Dual Radio" Source: <http://oklike.c-a-v.com/soubory/beverage.htm> (Accessed: 23.02.2013.)
- [8] "Diversity Reception and the Hallicrafters DD-1 – Part III", *Carson Currents*, April/May 2003.12-13, Source: <http://www.cvrcc.net/members/newsletters/AprMay03.pdf> (Accessed: 23.02.2013.)
- [9] J. J. Nagle, "Diversity Reception: An Answer to High Frequency Signal Fading", *Ham Radio Magazine*, September 1979, pp. 48-55, Source: <http://www.epanorama.net/sff/Radio/Receivers/Diversity%20Reception.pdf> (Accessed: 23.02.2013.)
- [10] Radiomuseum online: Source: [http://www.radiomuseum.org/m/hallicraft usa en 1.html](http://www.radiomuseum.org/m/hallicraft_usa_en_1.html) (Accessed: 23.02.2013.)
- [11] Broadcasting History: Source: [http://www.americanradiohistory.com/Broadcasting\\_Individual\\_Issues\\_Guide.htm](http://www.americanradiohistory.com/Broadcasting_Individual_Issues_Guide.htm) (Accessed: 23.02.2013.)
- [12] Classic Pre-WWII Ham Gear 1928-1941, Radio Boulevard: Western Historic Radio Museum, Source: <http://www.radioblvd.com/Pre-WWII%20Ham%20Gear.htm> (Accessed: 23.02.2013.)
- [13] P. Stenman: The Muscle Radio: R-390A/URR., Source: <http://www.penan.net/dx/r-390a.htm> (Accessed: 23.02.2013.)
- [14] J. H. Derryberry and W. D. Gregg, "On Optimum Space Diversity of Correlated Multipath", Electronics Research Center, The University of Texas at Austin, Source: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD0676276.pdf> (Accessed: 23.02.2013.)
- [15] J. V. Traveset, G. Caire, E. Biglieri, G. Taricco, "Impact of diversity reception on fading channels with coded modulation. Part I: coherent detection", *IEEE Trans. Commun.*, 45(5), pp. 563-572, Source: <https://ieeexplore.ieee.org/document/592556> (Accessed: 23.02.2013.)
- [16] V. Tarokh, N. Seshadri. A. R. Calderbank, "Space-time codes for high data rate wireless communication", *IEEE Trans. Inform. Theory*, 44(2), pp. 744-765, Source: <https://ieeexplore.ieee.org/document/661517> (Accessed: 23.02.2013.)
- [17] Plicanic Vanja: Antenna Diversity Studies and Evaluation. Master of Science Thesis, Department of electrosience, Lund University, Sweden, Source: <http://www.es.lth.se/teorel/Publications/TEAT-5000-series/TEAT-5064.pdf> (Accessed: 23.02.2013.)
- [18] P. Mattheijssen, M. H. A. J. Herben, G. Dolmans, L. Leyten, "Antenna-Pattern Diversity Versus Space Diversity for Use at Handhelds", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 4 Vol. 53., 2004. pp. 1035-1042, Source: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.60.8790> (Accessed: 23.02.2013.)

- [19] "Space and Frequency Diversity", Ceragon Newsletter, December 2008., Source: [http://www.ceragon.com/newsletter\\_page.asp?id=32](http://www.ceragon.com/newsletter_page.asp?id=32) (Accessed: 23.02.2013.)
- [20] A. Farson, "Note on dual-diversity reception with the IC-7800", Source: <http://www.ab4oj.com/icom/ic7800/7800div.html> (Accessed: 23.02.2013.)
- [21] Wireless Microphone Systems, "Diversity Reception", Source: [http://www.download.n7tgb.net/Misc/wg\\_diversity.pdf](http://www.download.n7tgb.net/Misc/wg_diversity.pdf) (Accessed: 23.02.2013.)
- [22] The Free Dictionary, "Space diversity reception", Source: <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/space+diversity+reception> (Accessed: 23.02.2013.)
- [23] L. C. Godara, "Receive Diversity", Handbook of Antennas for Wireless Communications, CRC Press, 2002., Source: <http://www.comm.utoronto.ca/~rsadve/Notes/DiversityReceive.pdf> (Accessed: 20.08.2008.)
- [24] E. Viterbo, "Signal Space Diversity: A Power- and Bandwidth-Efficient Diversity Technique for the Rayleigh Fading Channel", *IEEE Trans. Inform Theory*, Vol. 44, No. 4, July 1998., pp. 1453-1466, Source: <http://www.ecse.monash.edu.au/staff/eviterbo/> (Accessed: 23.02.2013.)
- [25] M. K. Simon and M-S. Alouini, "Digital Communication over Fading Channels: A Unified Approach to Performance Analysis", John Wiley & Sons, New York, 2005. ISBN 978-0471649533
- [26] R. Kovács, "Diversity Reception in Radiocommunication Links", *Hadmérnök*, VIII.1. March 2013. Source: [http://hadmernok.hu/2013\\_1\\_kovacs\\_r\\_1.pdf](http://hadmernok.hu/2013_1_kovacs_r_1.pdf) (Accessed: 08.12.2022.)
- [27] Monitoring Times, "Diversity Reception, Smart Antennas and Reliable Communication", Vol. 26, No. 12., December 2007., p. 62.
- [28] C. Y. Soo, J. Kim, W. Y. Yang, C. G. Kang, "MIMO-OFDM Wireless Communications with Matlab", John Wiley & Sons, Singapore, 2010, ISBN 978-0-470-82561-7, p.281.
- [29] Antenna theory online, "Antenna Diversity", Source: <http://www.antenna-theory.com/arrays/diversity.php> Accessed: 16.08.2019.)
- [30] K. Sulonen, "Evaluation of Handset Antenna Configurations", Department of Electrical and Communications Engineering, Helsinki University of Technology, March 1999.
- [31] V. Mathuranathan, "Selection Combining architecture simulation", Source: <https://www.gaussianwaves.com/2019/12/receiver-diversity-selection-combining> (Accessed: 08.12.2022.)
- [32] M. Koohestani, "Diversity Gain Influenced by Polarization and Spatial Diversity Techniques in Ultrawide band", *IEEE Access*, 15. April 2015., Source: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7083698> Accessed: 16.08.2019.)
- [33] A. Goldsmith, "Wireless Communications", Cambridge University Press, 2005. Source: <https://www.cambridge.org/core/books/wireless-communications/800BA8A8211FBECB133A7BB77CD2E2BD> (Accessed: 16.08.2019.)

- [34] L. H. Liu: "Diversity Techniques", Department of Electrical and Computer Engineering, Fall 2014, Source: <https://www.coursehero.com/file/62926241/Lecture4pdf/> (Accessed: 08.12.2022.)
- [35] K. Sanjiv, "Performance Comparison of Various Diversity Techniques using Matlab Simulation", Source: <http://www.mecs–press.org/ijitcs/ijitcs–v5–n11/IJITCS–V5–N11–6.pdf> (Accessed: 08.12.2022.)
- [36] J. Wang, H. Yang, K. Yi: "Multipath Combining Scheme in Single-Carrier Transmission Systems", Source: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5282378> Accessed: 16.08.2019.)



**THE DOMOTICS ASPECT OF STAND-ALONE SYSTEMS****A SZIGETÜZEMŰ RENDSZEREK DOMOTIKAI ASPEKTUSA**BOZSIK Nándor<sup>1</sup>**Abstract**

Nowadays, there is an increasing demand for systems that help people to be independent. Such an area is the "detachment" from the energy networks, the so-called island operation. To be able to do this, we need as much locally produced renewable energy as possible. The availability of these energy sources varies over time, so a high degree of automation is necessary to ensure that it is continuously available. In addition to presenting the basics of building automation, this article shows an example of how it is possible to implement all of this with domotics tools. It does this while keeping safety, comfort, environmental protection and economy aspects in mind.

**Keywords**

domotics, building automation, renewables, offgrid, SCADA

**Absztrakt**

Napjainkban egyre nagyobb az igény az olyan rendszerekre, amelyek segítik az emberek függetlenségét. Ilyen terület az energiahálózatokról való „leválás”, az úgy nevezett szigetüzem is. Ahhoz, hogy ezt megtehesük, minél nagyobb arányú helyben megtermelt megújuló energiára van szükség. Ezek az energiaforrások időben változóan állnak rendelkezésre, ezért nagyfokú automatizálásra van szükség, hogy ez folyamatosan rendelkezésre álljon. Ez a cikk az épületautomatizálás alapjainak bemutatásán túl, arra mutat példát, hogyan lehetséges mindezt megvalósítani a domotika eszközeivel. Teszi ezt úgy, hogy közben szem előtt tartja a biztonsági, kényelmi, környezetvédelmi és gazdaságossági szempontokat.

**Kulcsszavak**

domotika, épületautomatizálás, megújulók, szigetüzem, SCADA

<sup>1</sup> [bozsi.nandor@uni-obuda.hu](mailto:bozsi.nandor@uni-obuda.hu) | ORCID: 0000-0002-6798-3844 | PhD Student, Óbuda University Doctoral School for Safety and Security Sciences | doktorandusz, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola

## BEVEZETÉS

A dolgok távirányítására, egyes folyamatok automatizálásra való igény már régóta foglalkoztatta az embereket. Az elsők egyike volt a görög templomok ajtónyitó „varázslata”, amelynél az oltáron gyújtott tűz hatására a szentély ajtaja kinyílt. A dolog mögött a hőtáguláson alapuló pneumatikai-, mechanikai rendszer működése állt. Természetesen ez még nem a tudatos épületautomatizálás jegyében született, hanem a cél a hívők elkápráztatása volt. (Bár ma is sok tulajdonos bemutatja vendégeinek „mit tud a rendszere”). [1]

Ezt a féle varázslatot adják ma a domotikai rendszerek, persze a kényelmi szolgáltatások mellet a gazdasági és biztonsági hasznosságot is szem előtt tartva. A domotika elnevezés etimológiailag a latin ház dom(os) és egyes helyek a robotika, mások az informatika szavakkal való egybeolvadásából eredeztetik. Eleinte informatizált épületet, házat értettek a domotika szó alatt. Idővel szó a jelentése kiszélesedett, mivel szorosan összefüggött az épületautomatizálással. Mára az informatikai hálózatok széleskörű elterjedésével ezek nem is választhatók szét. A domotikát, mint kifejezést az 1970-es évek óta alkalmazzák, mára mégis inkább az okos otthon elnevezés terjedt el, köszönhetően ez valószínűleg az okos eszközök megjelenésének. Gyakori elnevezés még az intelligens otthon, illetve a smart home is. [2]

A domotika számos épületgépészeti és multimédiás alkalmazásban megjelenik. Jelen van az épületek hűtés-, fűtés-, szellőzés- és árnyékolás rendszerei (HVAC) irányításában, de ott van a világítási-, biztonsági berendezések és az audió-vizuális eszközök vezérlésében is. Ezek mellett speciális területeken is megtalálhatók, mint például a lakók egészségét figyelő, diagnosztizáló eszközökben. A domotika fontos szerepet kap ma már épületek energetikai menedzsmentjében is, amely nagy részt köszönhető a megújuló energiák egyre szélesebb körű elterjedésének. Az épületautomatizálás alapjai mellett ez utóbbival részletesebben is foglalkozik ezen cikk. [3] [4]

## ANYAG ÉS MÓDSZER

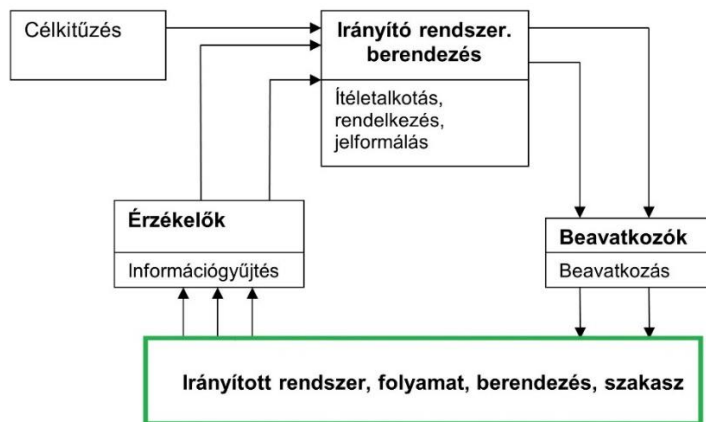
A szakirodalmi feldolgozást részben az Elsevier szolgáltatás kezelő ScienceDirect és Scopus adatbázisaiban a [[res OR diesel OR battery] AND [bacs OR domotica OR off-grid] AND energy] logikai kifejezésre szűkített eredményei szolgáltak (RES: megújuló energiaforrás, BACS: épületautomatizálási és vezérlő rendszer, offgrid: hálózaton kívül v. szigetüzem). Felhasználásra kerültek gyártói adatlapok, protokoll szabványok, illetve az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar épület- és közműautomatizálási szakirány oktatási anyagai. A módszer alapja az épületautomatizálási rendszerek együttes megközelítése irányítástechnikai-, (megújuló) energiaforrás és fogyasztási oldalról.

### **Az épületautomatizálás irányítástechnikai háttere**

Az okos otthon rendszerek egyik alapja az épületautomatizálás. Az automatizálás vagy más néven irányítástechnika célja lakóépületek esetén: komfort növelés, berendezések megbízhatóságának fokozása, hatékonyság növelés, életminőség javítása, közvetlen emberi jelenlétet nem igénylő működtetés, időmegtakarítás stb.

## Az irányítástechnikai alapok

Az irányítási rendszerben az irányító rendszer az a berendezés, amely a cél vagy felhasználói utasítás és az érzékelők adatai alapján állítja elő azt a jelet vagy utasítást, amelyet azután a beavatkozó szerv végrehajt. (1. ábra)



1. Ábra: Az irányítási rendszer elvi felépítése, [5]

Az irányítási rendszerben az irányítási feladatok szabályozással és/vagy irányítással oldhatók meg. Ez függ az irányított berendezés, a rendszer és az irányítási feladattól. A két különböző irányítási mód alapvetően a hatásláncban van. A hatáslánc a szerkezeti egységek sorozata az irányítási rendszerben. A hatásláncban minden egyes elemnek meghatározott irányítási feladata van, ezek nem felcserélhetők.

A szabályozás hatásláncában a szabályozott jellemző a visszacsatolással visszahat a szabályozó bemenetére úgy, hogy az értéke összehasonlításra kerül a kívánt értékkel és az, különbségtől függően (negatív visszacsatolás), befolyásolja a szabályozó kimeneti jelét.

A vezérlés hatáslánca nyitott, azaz nincs visszacsatolást a vezérelt szakaszcól, így a vezérlő jel a vezérelt jellemzőtől függetlenül jön létre.

## Analog-digitális és digitális-analog átalakítók

A körülöttünk lévő világ analóg, úgy is mondhatjuk folytonos jelek világában élünk. Ezeket a folytonos jeleket detektálják az érzékelők, szenzorok. Az érzékelőkben a jelek folytonos villamos jellé kerülnek átalakításra. Az automatizálásban az analóg jelek tárolása, feldolgozás és átalakítása nehézkes. Ezeket a jeleket mintavételezési eljárással digitalizálják, ahol az analóg jel amplitúdójához az idő függvényében diszkrét értéket rendelünk. Alapvetően két paraméterrel jellemezzük: a mintavételezés frekvenciájával és a mintavételezés felbontásával. Az analóg-digitális átalakítás legtöbbször már az érzékelőben megtörténik, de gyakori a mérésadatgyűjtőben vagy a központi feldolgozó egységben. Az első kettő esetén az adatbuszokon értelemszerűen már a digitalizált jelek „utaznak”.

A beavatkozók esetén tulajdonképpen fordítva járunk el, mint a szenzorok esetén. A legtöbb beavatkozó időben folytonos feszültség, áram működteti. Ezért a beavatkozók működtetéséhez analóg jelre van szükség, ezek digitális-analog átalakítót igényelnek. Ez

történhet a központi vezérlőben vagy a végrehajtott készülékben. Sok esetben ezek a készülékek rendelkeznek analóg-digitális átalakítóval is, hogy vissza tudjanak jelezni, nyugtázni a végrehajtott műveletet. Ezek a visszajelzések általában a hőmérsékleti, szögelfordulási, végállás stb. értékeket, állapotokat jelentik. [6] [7]

## Érzékelők, szenzorok

Ahhoz, hogy egy épület vezérelhető legyen ismernünk kell a környezetét és a benne lévő berendezések állapot jellemzőit. Ehhez szükséges mérni a környezet és az eszközök fizikai jellemzőit, amely érzékelőkkel más néven szenzorokkal történik. Ezek a szenzorok legtöbb esetben analóg fizikai értékeket mérnek, majd analóg-digitális (AD) átalakítás után kerülnek feldolgozásra. [8]

A kültéri érzékelőknek alapvetően két területe van az egyik a biztonsághoz a másik a környezethez - leginkább az időjáráshoz - kapcsolódik.

Vagyon- és személybiztonsági érzékelők:

- kamera rendszer,
- gázérezékelés (gázóra-, nyomáscsökkenő szekrény),
- vízérezékelés (vízóra akna, szikasztó, átemelő akna),
- üvegtörés,
- nyílászárók, zár, retesz, infrakapu,
- határoló elemek (rezgés-, nyomás-, lépés-, vágás érzékelő, infra-függöny). [9]

Környezeti (kert) érzékelők:

- időjárás állomás (szélsébség, -irány, hőmérséklet, fényerősség, páratartalom stb.),
- elkóborlás gátló (háziállatok),
- kertészeti,
- postaláda telítettség, stb.

A beltéri érzékelők felosztása ennél összetettebb, sokrétűbb. A hagyományos hőmérsékleti érzékelőktől egészen a lakók egészségügyi állapotát figyelő szenzorokig terjed. Ezeket az érzékelőket feloszthatjuk az épülethez, illetve a személyhez való kapcsolódásuk alapján.

Hagyományos érzékelők:

- készülékfelügyelet: energiafogyasztás mérés, állapotjelzés, rendellenes működés,
- komfortfelügyelet: hőmérséklet, páratartalom, CO2 mérés, világításkomfort (intenzitás, szín), huzat, harmatpont figyelés,
- jogosultság felismerés: arc, hang, véna, írisz, ujjlenyomat, NFC (telefon, karperec, implantátum stb.) személyes kód, címke (vonal-, QR kód),
- hozzáférés a készülékekhez: ujjlenyomat-felismerés, címke felismerés,
- vízszivárgás észlelése: árvízészlelés, áramlásmérés,
- tűzészlelés: füstérezékelés, hőmérsékletmérés, CO2 mérés, (infra)fény figyelés,
- gázérezékelés: gáz összetétel mérés, gázérezékelő.

Személyi, egészségügyi érzékelők:

- jelenlét figyelése: jelenlétérezékelés, felhasználói figyelés,

- esésérzékelés: padlófigyelés, állásfelismerés,
  - stresszfigyelés: tevékenység felismerés, pulzusmérés, izzadságérzékelés, hangérzékelés,
  - alvásfgyyelés: mozgásfigyelés, pulzusmérés,
  - egészségügyi megfigyelés: EKG, glükózmérés, vérnyomásmérés, pulzoximetriás mérés,
  - súlyfigyelés: súlymérés, testzsír mérés,
  - hozzáférés a gyógyszerhez: ujjlenyomat-felismerés, címke felismerés.
- [10] [11] [12]

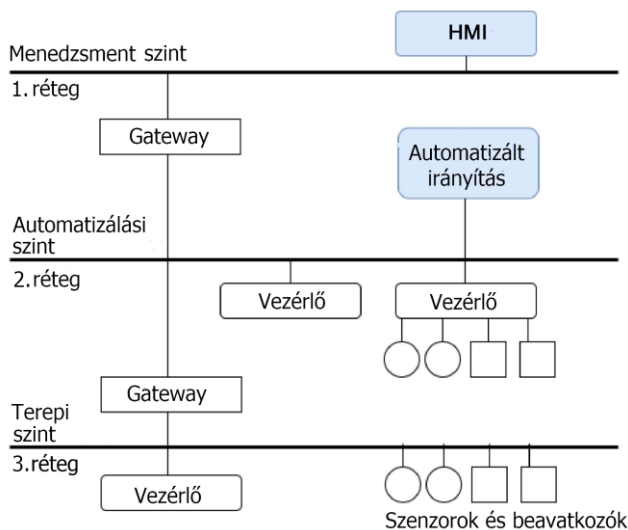
### Beavatkozók, végrehajtók

A végrehajtó elemek végzik el a tényleges beavatkozásokat. Ezek legtöbb esetben relék, meghajtó- vagy szelepvezérlő motorok. A beavatkozók a végrajtandó feladatot vagy az adatbuszról kapják digitális formában vagy valamilyen vezérlőtől (okosrelé) analóg jelként. A feladatuk, alkalmazási területük ugyan olyan sokrétű, mint a szenzoroké:

- Világítás: a világítás az elsők egyike, amely az épületautomatizálásban vezérelve lett. Alapvetően két funkcióval rendelkezik egyik a „sima” ki- és bekapcsolás, a másik a dimmelés. A dimmelés során fényerősség szabályozás történik, ami vagy feszültség- vagy kitöltési tényező változtatásával történik.
  - Árnyékolók: az árnyékolók esetén a mozgatót, az elfordulást és a ki és -betekerést egyenáramú-, illetve léptetőmotorok végzik. Mechanikus mozgásuk áramszünet esetén is megoldható manuálisan.
  - Beléptetők, zároldók: a zárok oldását legtöbbször relével vagy lineáris motorral oldják meg. Itt is, mint az árnyékolóknál áramszünet (meghibásodás) esetén manuálisan oldhatók a zárok, reteszek. Vészhelyzet-, tűz esetén minden menekülési út nyílászáró zárja old, reléje elenged!
  - Hűtés, fűtés, szellőztetés: a legtöbb és a legsokfélebb beavatkozó eszközöket érintő terület. Az eszközök nagy része pneumatikus-, illetve hidraulikus rendszer, amelyek mechanikus hajtása forgó- vagy lineáris villamosmotorral történik. Az egyes szelepek és elzárók relés megoldásúak is lehetnek. A bojlerekben, kiegészítő-, rásegítő melegítő berendezésekben fűtőszállak látják el a beavatkozók szerepét.
  - Média, robotizáció: a média eszközök esetén a beavatkozók magában a médiaeszközben vannak benne. A különféle szabványok miatt ezek hálózatba illesztése okozhat nehézséget. A robot porszívók is egyre gyakoribb végrehajtó eszközei az automatizált épületeknek.
  - Kert, öntözés: az épület körüli leggyakoribb beavatkozó, a kert öntöző rendszeréhez tartozó csapok, elzárók. Ritkaság számba megy, de előfordul végrehajtó szerepben robot fűnyíró, illetve a háziállatok esetén a nyomkövető- és az „elkóborlás gátló” nyakörv alkalmazása is.
- [13] [14]

## Az épület automatizálás szintjei és leggyakoribb protokolljai

Az automatizált épületeket, okos otthonokat, úgy tervezik, hogy a kényelem, a biztonság, a költségcsökkentés és a környezetbarát üzemelés mellett képesek legyenek későbbi belső rendszer bővítésre, illetve együttműködni más hasonló épületekkel, hálózatokkal. Az ilyen épületeket BACS (Building Automation and Control Systems) vezérlőrendszerek jellemzik. A hardvert és a kommunikációt az EN ISO 16484 határozza meg a BACS-ben. A BACS feladatai az automatizálás és a kommunikáció terén három részre tagolódnak, ezek: a menedzsmenti, az automatizálási és a terepi szint. (2. ábra)



2. Ábra: Az épületautomatizálás szintjei, saját szerkesztés

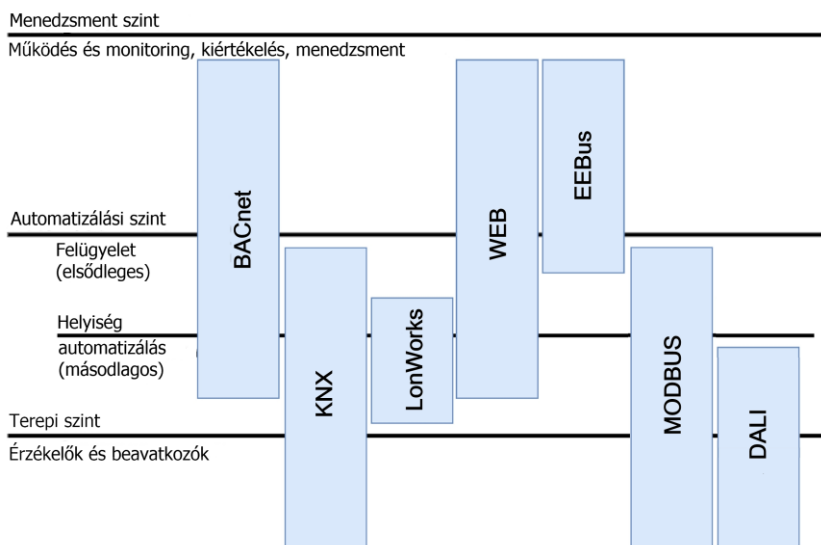
Az első réteg a menedzsment szint, ami a kommunikációs hálózatot jelenti. Itt történik az adatok feldolgozása, illetve az automatizálási rendszer felügyelete. Ez réteg felelős a más különálló rendszerekkel való együttműködésért is. A második réteg az automatizálási szint. Ez a réteg a különböző feladat specifikus vezérlőit csoportosítja, mint például a fűtés, a légkezelés stb. A harmadik réteg a terepi szint azokat az eszközöket fogja össze, amelyek fizikailag is vezérelt rendszerekhez csatlakoznak. Ezek önálló fizikai egységek, mit például a érzékelők vagy a beavatkozók. Ezek az egységek képesek önállóan is működni. A kommunikáció kimaradása vagy a vezérlés megszűnése esetén autonóm módon is képesek működni. [15]

Az épületautomatizálásban használt leggyakoribb szabványok, protokollok: a BACnet, a LonWorks, a KNX és a Modbus, illetve egy új kezdeményezés az EEBus. (3. ábra)

- A BACnet protokoll a berendezések közötti szabványos információt cserét biztosítja. A BACnet lehetőséget ad arra, hogy különféle helyi hálózatok egy egységet alkotva egymással és távoli hálózatokkal kommunikáljanak. [16]
- A LonWorks a Motorola/Echelon szabadalmaztatott protokollja, amely szabályozza az eszközök kommunikációjának tartalmát, illetve kommunikációs kapcsolat típusát. Hálózatvezérlési szabvány 1999 óta. [17]

- A KNX egy szabványosított kommunikációs protokoll az épületek automatizálására. Ez egy nyílt nemzetközi szabvány, amely lehetővé teszi a csavart érpárt, az épületek tápvezetékét, a vezeték nélküli kapcsolatokat és az Ethernetet használók kapcsolatát. Ide tartozik a DALI, ami KNX világítás irányítási (al)protokollja. [18]
- A Modbus a programozható logikai vezérlők soros kommunikációs protokolljaként ismert. A kapcsolatok master/slave (mester/szolga) alapján valósulnak meg. Az ipari automatizálásban a felügyeleti vezérlés és az adatgyűjtés területén használják, az épületautomatizálásban pedig a HVAC-k vezérlőiként ismert. [19]
- Az EEBus architektúra egy adatkommunikációs interfészt, amely kapcsolatot képez az épületen belüli kommunikáció és az energiaszolgáltató között. Az EEBus önfel-derítő mechanizmusa lehetővé teszi, hogy a rendszer automatikusan hálózatba kapcsolja az új eszközöket. [20]

Ezekon a szabványokon kívül sok más szabvány és protokoll létezik, amelyek bizonyos területeken bírnak jelentőséggel a BACS hatókörében, ilyen a 3. ábrán a Web sáv, ami a különféle webszolgáltatásokat képviseli. Ezek egyre nagyobb szerepet kapnak a felhasználók által is összeállítható „barkács” rendszerekben, ami mögött olyan cégek állnak, mint a Google, az Apple, a Xiaomi stb.



3. Ábra: A különböző protokollok helye az épületautomatizálásban, saját szerkesztés

### Energiamenedzsment (EMS)

A mai domotikai rendszerek fontos része az energiamenedzsment, amely az összes ki- és bejövő energiát méri és ezeket feldolgozva energiafelhasználási döntéseket hoz. Az energiamenedzsment elsődleges célja a felhasznált energia csökkentése, időbeli optimális elosztása, illetve a lehetőségek szerint szabályozni a fogyasztást és a termelést az energia pillanatnyi árának függvényében. [21] Fontos funkciója még – törvényi előírások szem előtt tartása mellett – az energiaszámlálás és a nyilvántartás. Ehhez a következőket kell hitelesen

mérni: villamosenergia, gázenergia, hőenergia, ivóvíz mennyiség, egyes döntések meghozatalához mérni kell a külső tényezőket is, a hőmérsékletet, a szélereősséget és -irányt, nap-sugárzást stb.

## Adattovábbítás

A mérési adat eljuttatása a feldolgozó berendezéshez (szerver, PC) az energiamenedzsment biztonsági szempontjából egyik leginkább kitett szegmense. Sokszor problémát okoz az utólagos kábelezés, amely nem minden esetben oldható meg.

A vezetékes adattovábbításnál a szenzor adatai közvetlen kábelen jutnak el az energiamenedzsment központjába. Az adatgyűjtő közbeiktatásával gazdaságosabbá tehető a kábelezés. Ezek a készülékek összegyűjtik a helyi szenzorok adatait és egy egységes protokollon (pl. MODBUS, Ethernet IP) keresztül juttatják el azokat az energiamenedzsment központjába.

Az adatok továbbítása sok esetben (pl. műemlék, tulajdonjog) vezetékes úton nem, vagy csak nagy nehézségek árán lehetséges. A vezeték nélküli adattovábbítás történhet nyilvános frekvencián. Ilyen például WLAN vagy egyéb nyílt frekvencia. Azt érdemes szem előtt tartani, hogy ezekben az esetekben az adatátvitel során hordozott információ nincs kódolva. Ezért zavarható, hamisítható, illetve a GDPR és más adatvédelmi előírások sem támogatják az adatok átvitelének ezt a módját. A vezeték nélküli adattovábbítás nagy biztonsággal, valamely LPWAN (Low Power Wide Area Network) technológiával érdemes. Ilyenek például az NB-IoT, a LoRaWAN vagy a Sigfox rendszerek.

## Az energiamenedzsment „készülékek” típusai

- Az 1-es típusú esetben egy vezérlőbe van integrálva a hardver- és a szoftver rendszer, amelyek az összes energiamenedzsment feladatot elvégzik. Ezeknek a készülékeknek az egymással való kompatibilitása a különböző gyártó sajátosságai miatt kicsi.
- Az 1-es altípusú energiamenedzsmentnél a rendszer már rendelkezik egy szabadon programozható controllerrel. Ez a controller kapja meg a szabályozási feladatain kívül az energiamenedzsment elvégzéséhez szükséges programkódot.
- A 2-es típusú energiamenedzsment esetén valamilyen már rendelkezésre álló felügyeleti ellenőrző és adatgyűjtő rendszer mellé kapunk egy szoftvert vagy más integrált megoldást, amellyel személyre szabhatjuk (programozhatjuk) a rendszerünket. Ezek a szoftverek valamilyen számítógépes rendszeren, szerver megoldáson futnak. Ezek a rendszerek már széleskörű tudással bírnak, utólagos frissítésük vagy fejlesztésük könnyen megoldható. Ezek a rendszerek már „mindent” tudnak.
- A 2-es altípus energiamenedzsmentnél már rendelkezünk valamilyen SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) rendszerrel és már csak ezt kell kiegészíteni energiamenedzsment bővítménnyel. Ez a megoldás gazdaságosabb, hiszen a licenc olcsóbb és kevesebb programozást igényel, mint a 2-es típusú rendszer. [22]



## Az épületirányítási rendszereket érintő veszélyek

A hálózatok elterjedésével az okos otthonok is egyre nagyobb felületet adnak a támadásoknak. Az összetettségük miatt pedig a meghibásodásoknak adnak teret. A rendszerek kiterjedését három fő kategóriába sorolják szándékos- és nem szándékos fenyegetések, illetve meghibásodások közé. [10]

### Szándékos fenyegetés/visszaélés

- Csalás a személyazonossággal  
Az épületek informatikai rendszerei tárolják a jogosultak hitelesítői adatait. A csálók cselekvése ezek megszerzésére irányul, majd ezek felhasználásával felhasználónak adják ki magukat és visszaélést követhetnek el az okosotthon szolgáltatásain keresztül. Külön veszélyt jelent még az ilyen visszaéléseknél, hogy a módosíthatják a rendszer beállításait.
- Szolgáltatás(ok) megtagadása  
A szolgáltatás megtagadása a rendszer egyedi vagy csoportos komponenseit érintheti. A támadás lehet alkalmazáspecifikus, például DDoS-támadás, ping of death stb. Ekkor az összetevő nem reagál vagy abnormális viselkedést mutat, mint például a termosztát vezérlése, világítás- és média ki- és bekapcsolása stb.
- Adathamisítás  
Az adathamisítás során az épület érzékelőihez vagy rajtuk keresztül hamis adatok kerülhetnek a rendszerbe ezzel számos biztonsági funkciót felülírva csalást követhetnek el.
- Lehallgatás  
Az érzékelők által generált nagy mennyiségű adat bizalmas információkat is hordoz. Ezen adatok birtokában következtetni lehet a lakók szokásaira. Olyanokra például, mint a távollét vagy étkezési szokások. Ezeket felhasználhatják a lakók zsarolására vagy az ingatlan biztonsága ellen.

### Nem szándékos fenyegetések

- Véletlen változtatás a beállításokon  
Mint minden más informatikai rendszerben, az okosotthonok esetén is előfordulhat véletlenül hibásan bevitt adat vagy beállítás. Ezek, ha nem is azonnal, de meghibásodásokhoz vagy rendellenes működéshez vezethetnek
- Információ szivárgása, megosztása  
A helytelen, nem elég szigorú beállítások következtében az érzékelők nem kívánt érzékeny adatokat árulhatnak el a lakókról. Ezek között kiemelten veszélyt jelentenek az IoT-eszközök, amelyek alacsony számítási kapacitásuk miatt nem rendelkeznek megfelelő szintű biztonsági szoftverekkel.
- Nem megbízható adatforrás  
Az okosotthon eszközei feldolgozzák és reagálnak az érzékelőktől, illetve a felhőből származó adatokra. Ezeknél előfordulhat nem megbízható vagy hibás beolvasás, ami nem kívánt működéshez vezethet.
- Hibás, hiányos tervezés

A tervezési hiányosságok lehetnek a tervek, a telepítés, a komponens és a házirend szintjén. Az alkalmazások hibás tervezése a szolgáltatások minőségi romlásához vezet. A házirendbeli hibák biztonsági és adatvédelmi problémákat okoz idővel. Ezért kulcsfontosságú a helyes működés és a biztonság érdekében az alapos és a lehető legtöbb eshetőséget figyelembe vevő tervezés.

#### Infrastruktúra/kiszolgáló hiba

- **Internet kimaradás**  
Az internet és a felhő elérésben történt kimaradás jelentős zavart okozhat az ezektől függő eszközök működésében. Az egyik ilyen probléma a streaming szolgáltatással üzemelő okos tévéknél jelentkezik. A másik probléma akkor jelentkezik amikor az internet segítségével próbáljuk meg beállítani az otthoni eszközeinket, ez mindaddig nem fog sikerrel járni, míg a kapcsolat helyre nem áll. [23]
- **Adatátviteli csatorna meghibásodása**  
A kommunikáció megszűnésének oka lehet hardverhiba, szoftverhiba, áramkimaradás vagy szándékos támadás. A kapcsolatok elvesztése részleges vagy teljes funkció elvesztését okozhatja.
- **Érzékelők/beavatkozók/működtetők meghibásodása**  
Az okosothonok eszközeinek meghibásodása egyszeres vagy többszörös hibához vezethet. Egyes esetben ez csak kellemetlenséget okoz, például fel nem fűtött bojler, más esetben ez akár súlyos kárral is járhat, például nem észlelt csőtörés.
- **Áramkimaradás**  
Míg a kisebb eszközök rendelkeznek áramszünet esetére véstartalékkal (akkumulátor), addig a nagy energia igényű eszközök, mint például a fűtési rendszerek nem. A rövidebb idejű kimaradások nem okoznak különösen gondot, mivel a fűtési rendszereknek, illetve hűtőknek a tehetetlensége ezeket át tudja hidalni. A hosszabb idejű áramszünet viszont jelentős károkkal is járhat, például hűtő, fagyasztó leolvadása. [24]

A széleskörben elfogadott tény, hogy amit az internetre kötünk, az feltörhető. Ezért az okos biztonságtechnika során fokozott figyelemmel kell eljárni. Fontos a titkosítás, a VPN alkalmazása. Esetenként az ujjlenyomat, hang- és arcfelismerés használata. Természetesen az a legegyszerűbb megoldás, ha az alapvető rendszereknek és a biztonságért felelős berendezéseknek nincs kapcsolata a külvilággal, ez viszont jelentős funkció veszteséssel jár. [25]

#### A szigetüzemű rendszerek

Sok felhasználó igénye, hogy a hálózattól való energiafüggőségüket csökkentsék vagy akár meg is szüntessék. Ennek megvalósulása egyben magával hozza az energiabiztonságukat is. Az ilyen rendszereket sokféleképpen nevezik, illetve definiálják. Gyakori elnevezésük a szigetüzem vagy az offgrid. Az, hogy ezek rendszerek nem terjedtek el annak természetesen a magas költségvonzat az oka. A megtérülésük sok esetben kétséges, vagy csak igen hosszú távon valósul meg. A hálózattól függetlenül szigetüzem során csak a helyben lévő, illetve helyben előállított hő- és villamosenergia jöhet szóba. Ezek alapvetően két kategóriába sorolhatók megújuló energiák, illetve fosszilis alapú energiák. A megújuló energiák időjárás, napszak és évszak kitettsége miatt igénylik a fosszilis energiahordozók

alkalmazását. Igaz a rendszer ezek nélkül is megoldható, de a fosszilis energiák nélkül a rendszer jelentős energia tároló kapacitást igényel, ami már az amúgy is drága rendszer árát tovább növeli. [26]

A leggyakoribb szigetüzemű energiaforrások:

- napelem,
- szélérőmű,
- akkumulátor,
- dízel generátor,
- hőszivattyú.

## EREDMÉNYEK

### Forrás oldali kiválasztás

A szigetüzem esetén a hálózattól való szándékos függetlenség vagy a hálózat hiánya miatt a rendszert több területen is redundánsá, több lábon állóvá kell tenni. Az energiaforrás oldalról két olyan megújuló energiaforrás – a nap és a szél – került kiválasztásra, amelyek termelési függvénye csak részben esik egybe. [27]

A hűtést, a fűtést és a melegvíz szolgáltatást hőszivattyú látja el. Ez a meglévő energiák felhasználásnak határfokát növeli, a hőszivattyú az 1 kWh villamosenergia befektetéssel 3-4,5 kWh hőteljesítmény állít elő. [28]

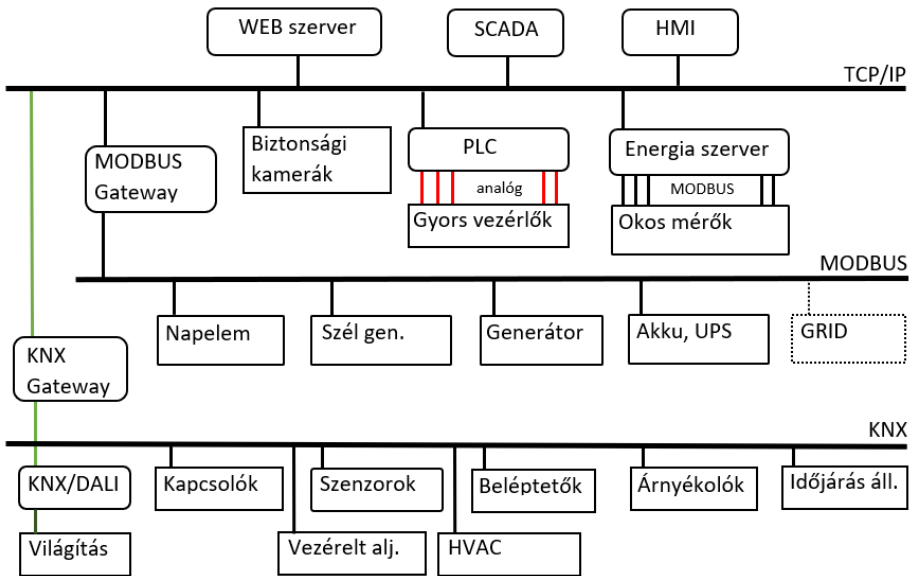
A megújuló energiák termelése időben sokszor nem esik egybe a fogyasztással. Az energia menedzsmentben erre két stratégia van. Az egyik stratégia a fel nem használt villamosenergia akkupakkba - amely egyben UPS-ként is üzemel -, a hőszivattyú fölös hőenergiája pedig hőtárolós bojlerben kerül eltárolásra. A másik alkalmazott stratégia a rugalmas fogyasztók üzemének időbeli eltolása „energia bő” időszakra. [29]

A rendszernek elengedhetetlen része a fokozott üzembiztonságú dízel aggregátor.

### Irányítástechnika

A szigetüzemre képes és domotikai feladatokat ellátó irányítástechnikai megoldások közül a SCADA alapú rendszer került kiválasztásra, többek között a sokoldalúsága és a kiváló paramétereizhetősége miatt. (4. ábra) Ez az irányítási rendszer alapvetően két részre osztható. Az egyik a hardveres rész, ami a vezérlés, az üzemeltetés, az adatátvitel, az adatgyűjtés és a kommunikációt jelenti. A másik része a szoftveres rész az adattárolás, a feldolgozás, az optimalizálás, a megjelenítést stb. jelenti.

A SCADA a hardver oldalon négy fő területet ölel fel, az RTU (Remote Terminal Unit) adatgyűjtőt, a közös kommunikációra képes adatkapcsolati réteget a különböző eszközök között, az energiaforrásokat kezelő PLC-t és az ember-gép kapcsolatot segítő interfészt, a HMI-t.



4. Ábra: A SCADA vezérelt épületautomatizálási rendszer struktúrája, saját szerkesztés

A hálózat négy különböző protokollt alkalmaz:

- a TCP/IP, ami a hálózat gerincét adja és amin keresztül feltölthetők a SCADA szoftverek. Ide kapcsolódik a többi protokoll átjárója, a biztonsági kamerák, HMI-k a WEB- és energia szerver. Ez csatlakozik vezetékes- (LAN), illetve vezeték nélküli (WLAN) kapcsolaton más hálózatokhoz (WAN, Internet),
- PLC, ez szolgál a gyors vezérlésekhez,
- Modbus-on keresztül történik forrás (energia)oldali vezérlés, illetve ezt a protokollt használja a kapcsolótábla és az energia szervert a mérőórákkal összekötő vonal.
- KNX rendszerre csatlakoznak, a kapcsolók, a szenzorok, a beléptetők és az árnyékolók. Ezen a protokollon keresztül történik az intelligens AC csatlakozók és HVAC-k vezérlése is. Egyéb, mint például az időjárás állomás is erre a protokollra csatlakozik. A KNX DALI alrendszere adja a világítás vezérlést. [30]

### Valós idejű üzem

Az energia menedzsmentet érintő vezérlés alapja, hogy az RTU/Modbus a valós idejű adatokat összegyűjti az energia szerverbe. A rendszer az energiagazdálkodási stratégia alapján küldi a PLC-nek a vezérlési parancsokat, amely utána a termelői végberendezéseket (inverterek, generátor, akkupack) kapcsolja. Amikor a megújuló termelése csökken vagy kiesik, akkor a vezérlés először prioritás alapú terhelés csökkentést rendel el. Ez a rugalmas fogyasztók ideiglenes leválasztását jelenti, megfelelő lekapcsolási sorrend mellett. Amennyiben ez kevésnek bizonyul vagy az éjszakai órákban, amikor a napelemes termelés kiesik és a szélenergia sem elegendő, akkor kapcsolódik be a hálózatba az akkupack. Sok esetben – szigetüzem lévén – a megújuló energiák nem elegendők az akkumulátor megfelelő szintre

való töltéséhez, ekkor a feltöltést a diesel generátor végzi el. A dízel generátor üzemel kritikus terhelés, illetve veszélyhelyzeti üzemmódokban is. Az előbbieket alapján különböztet meg a rendszer normál-, kritikus- és veszélyhelyzeti fő üzemmódokat. [31]

## KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A megújuló energiaforrásokra támaszkodó szigetüzemű rendszer létesítéséhez, sokoldalú irányítástechnikai megoldásra van szükség. Ennek képesnek kell lennie különböző protokollokat, eszközöket összefogni és irányítani, amelyek külön-külön alapvető vezérlési területekért felelnek.

Az egyik legismertebb ilyen célra a SCADA, ami számos célszoftverrel bővíthető. A (W)LAN kapcsolat és átjáró segítségével szinte bármely eszközzel kommunikáció képes. Hatékonyan tudja üzemeltetni az épületek energiaforrásait, fogyasztóit, okosmérőit, biztonsági- és kényelmi berendezéseit. Az épületautomatizálás területén az egyik leghatékonyabb szolgáltatása az energiamenedzsment, ami képes gondoskodni a mindenkori energiaellátásról és az energiának a (költség)takarékos felhasználásáról.

Javasolt a rendszer vezeték nélküli adatátvitelének rendszeren belüli alkalmazásának mellőzése. Egyrészt ez növeli a rendszer biztonságát, illetve csökkenti az torlódásból, elektromágneses zavarokból adódó problémákat. A külvilág felé a kommunikációt mindenképpen tűzfalal kell ellátni. A rendszert úgy kell beállítani, hogy programozása csak helyileg és kábeles úton legyen megoldható. Szoftveresen gondoskodni kell arról is, hogy a programozást csak az arra jogosult tehesse meg. A távolról való irányítás esetén pedig csak szigorúan behatárolt műveleteket lehessen elvégezni, a paramétereket pedig csak előre definiált intervallumon lehessen állítani. Ne legyen lehetőség olyan műveletet indítani távolról, ami bárminemű kárt okozhat.

A jövőre nézve érdemes már a tervezésnél fontolóra venni, hogy a szigetüzem a hasonló szomszédos rendszerekkel kompatibilis módon valósuljon meg, így a későbbiekben ezek kisebb energiaközösséget alkothatnak. Az ilyen együttműködés csökkenti a költségeket, növeli az energiabiztonságot és ezzel együtt növeli a közösségi jólétet. [32] [33]

## IRODALOM

- [1] Ritkán látható történelem – blog, (letöltés: 2022.10.10.), [https://ritkanlathatortenelem.blog.hu/2014/09/26/okori\\_csodak](https://ritkanlathatortenelem.blog.hu/2014/09/26/okori_csodak)
- [2] WordSense Dictionary, (letöltés: 2022.10.10.), <https://www.wordsense.eu/domotics/>
- [3] EOQ MNB Egyesület, (letöltés: 2022.10.11.), <https://eoq.hu/arh/akt16/domotika1.pdf>
- [4] P. Moreaux, F. Sartor, F. Vernier, "An Effective Approach for Home Services Management", 2012. 20. Euromicro International Conference on Parallel, Distributed and Network-based Processing , 2012, 47-51. o., doi: 10.1109/PDP.2012.45.
- [5] Jármái Ferenc, Automatika I., Oktatási segédlet, BMF-KVK, 2006
- [6] Nagy Lóránt, Gemeter Jenő, Az automatizálás villamos gépei, Budapesti Műszaki Főiskola Kiadó, Budapest, 2001
- [7] Farkas András, Gemeter Jenő, Nagy Lóránt, Villamos gépek, Műszaki kiadó, Budapest, 2014, ISBN: 978-963-337-061-2

- [8] S. Makonin, L. Bartram és F. Popowich, "A Smarter Smart Home: Case Studies of Ambient Intelligence", *IEEE Pervasive Computing*, vol. 12, sz. 1, 58-66., jan.-márc. 2013, doi: 10.1109/MPRV.2012.58.
- [9] S. Ramapatruni, S. N. Narayanan, S. Mittal, A. Joshi and K. Joshi, "Anomaly Detection Models for Smart Home Security," 2019 IEEE 5th Intl Conference on Big Data Security on Cloud (BigDataSecurity), IEEE Intl Conference on High Performance and Smart Computing, (HPSC) and IEEE Intl Conference on Intelligent Data and Security (IDS), 2019, pp. 19-24, doi: 10.1109/BigDataSecurity-HPSC-IDS.2019.00015
- [10] Kollár Csaba, Domotika otthonaink kényelme és biztonsága a mesterséges intelligencia korában, Kutatók éjszakája, Óbudai Egyetem, 2022., (letöltés: 2022.10.20.), <https://www.slideshare.net/drkollarcsaba/domotika-253192725>
- [11] Claudia Diamantini, Alessandro Freddi, Sauro Longhi, Domenico Potena, Emanuele Storti, A goal-oriented, ontology-based methodology to support the design of AAL environments, *Expert Systems with Applications*, Volume 64, 2016, Pages 117-131, ISSN 0957-4174, doi: 10.1016/j.eswa.2016.07.032.
- [12] U. Zafar, S. Bayhan és A. Sanfilippo, "Home Energy Management System Concepts, Configurations and Technologies for the Smart Grid", *IEEE Access*, vol. 8, pp. 119271-119286, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3005244.
- [13] ECOhome, (letöltés: 2022.10.21.), <https://ecohome.hu/intelligens-otthon-okos-haz/>
- [14] Nagy Lóránt, Intelligens Épület Konferencia és Épületautomatika 2009, ELEKTRO-INSTALLATEUR 17 : 8-9 pp. 18-19. , 2 p. (2009)
- [15] Vitor Graveto, Tiago Cruz, Paulo Simões, Security of Building Automation and Control Systems: Survey and future research directions, *Computers & Security*, Volume 112, 2022, 102527, doi: 10.1016/j.cose.2021.102527
- [16] Won Seok Song, Seung Ho Hong, Tae Jin Park, The effects of service delays on a BACnet-based HVAC control system, *Control Engineering Practice*, Volume 15, Issue 2, 2007, Pages 209-217, doi: 10.1016/j.conengprac.2006.06.003.
- [17] OPTIGO Networks, (letöltés: 2022.10.26.), <https://www.optigo.net/what-lonworks/>
- [18] J. Lázaro, S. Abejón, A. Astarloa, F. Chamorro, U. Bidarte, "SoPC Implementation of the TP-KNX Protocol for Domotic Applications", 2008 International Conference on Advances in Electronics and Micro-electronics, 2008, pp. 115-120, doi: 10.1109/ENICS.2008.9.
- [19] W. You and H. Ge, "Design and Implementation of Modbus Protocol for Intelligent Building Security," 2019 IEEE 19th International Conference on Communication Technology (ICCT), 2019, pp. 420-423, doi: 10.1109/ICCT46805.2019.8946996.
- [20] EEBus, (letöltés: 2022.11.11.), <https://www.eebus.org/what-is-eebus/>
- [21] Florides M, Oureilidis K, Efthymiou V, Georghiou G, Bayindir K, Kubicek B, et al. Enabling rising penetration and added value of photovoltaic generation by implementation of advanced storage systems (Erigeneia). In: *Solar Integration Workshop, SIW*. Dublin, Ireland; 2019.
- [22] Opitzer Gábor, Energiamenedzsment, in. *Elektromosipari szakemberek kézikönyve*, Edinfo Rendszerintegrátor Kft., Budapest, 2020, ISBN 978-615-00-9303-1

- [23] I. Alam, S. Khusro and M. Naeem, "A review of smart TV: Past, present, and future," 2017 International Conference on Open Source Systems & Technologies (ICOSST), 2017, pp. 35-41, doi: 10.1109/ICOSST.2017.8279002.
- [24] M. N. Anwar, M. Nazir and K. Mustafa, "Security threats taxonomy: Smart-home perspective," 2017 3rd International Conference on Advances in Computing, Communication & Automation (ICACCA) (Fall), 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICACCAF.2017.8344666.
- [25] Frész Ferenc, Kálovics Tamás, Puha Gábor, Hálózatok Biztonsága, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2014
- [26] Bozsik, Norbert, A kelet-közép európai országok energiafelhasználásának elemzése, JOURNAL OF CENTRAL EUROPEAN GREEN INNOVATION 6: 3 pp. 37-62. Paper: 2, 26 p. (2018)
- [27] Bett, Philip & Thornton, Hazel. (2016), The climatological relationships between wind and solar energy supply in Britain. Renewable Energy. 87. 96-110. doi: 10.1016/j.renene.2015.10.006
- [28] Komlós Ferenc: Hőszivattyú – kitörési lehetőség, Épületgépészet, 2011. május, (letöltés: 2022.11.02.), [http://real.mtak.hu/25830/1/Hoszivattyu\\_uj.pdf](http://real.mtak.hu/25830/1/Hoszivattyu_uj.pdf)
- [29] Ertem, Funda Cansu & Acheampong, Michael. (2018). Impacts of Demand-Driven Energy Production Concept on the Heat Utilization Efficiency at Biogas Plants: Heat Waste and Flexible Heat Production. Process Integration and Optimization for Sustainability. 2. doi: 10.1007/s41660-017-0024-z
- [30] Mostafa Kermani, Behin Adelmanesh, Erfan Shirdare, Catalina Alexandra Sima, Domenico Luca Carni, Luigi Martirano, Intelligent energy management based on SCADA system in a real Microgrid for smart building applications, Renewable Energy, Volume 171, 2021, Pages 1115-1127, doi: 10.1016/j.renene.2021.03.008
- [31] Akbar Maleki, Alireza Askarzadeh, Optimal sizing of a PV/wind/diesel system with battery storage for electrification to an off-grid remote region: A case study of Rafsanjan, Iran, Sustainable Energy Technologies and Assessments, Volume 7, 2014, Pages 147-153, doi: 10.1016/j.seta.2014.04.005
- [32] L. Martirano, S. Rotondo, M. Kermani, F. Massarella and R. Gravina, "Power Sharing Model for Energy Communities of Buildings," in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 57, no. 1, pp. 170-178, Jan.-Feb. 2021, doi: 10.1109/TIA.2020.3036015
- [33] Takács István, Helyzetértékelés az északmagyarországi régióról, kérdésfeltevések, in Takács István (szerk.), Az együttműködési attitűdök gazdasági-társadalmi hatótényezői az észak-magyarországi régióban működő kkv-kban, OTKA Tanulmánykötet, Gyöngyös, 2017, ISBN 978-12-8815-5





**ARE SMART DEVICES  
USED IN SMART HOMES  
SAFE?****BIZTONSÁGOSAK-E AZ  
OKOSOTTHONOKBAN HASZNÁLT  
OKOESZKÖZÖK?**MANDIĆ Dorottya<sup>1</sup> SIMON János<sup>2</sup>**Abstract**

Nowadays, there is a growing demand for various smart devices and more users are choosing to buy them. Smart devices are now used in many areas since they have many benefits. Customers pay not only for convenience, fun, and cost savings for smart devices in their homes, but also to increase security. Many users are unaware that smart devices can pose a number of security challenges, even the most harmless devices, when connected to cyberspace, can expose users to a variety of threats. In this study, we learn about the benefits of smart devices and security challenges.

**Keywords**

smart devices, IoT, smart homes, cybersecurity

**Absztrakt**

Napjainkban egyre nagyobb a kereslet a különféle okoseszköz iránt, és egyre több felhasználó vásárol okoseszközt. Az okoseszközt már nagyon sok területen használják, hiszen számos előnnyel jár a használatuk. A felhasználók nem csak a kényelem, a szórakozás és a költségmegtakarítás miatt vásárolják meg az okoseszközt otthonaikban, hanem az otthonuk biztonsága növelése érdekében is. A felhasználók közül sokan nincsenek tudatában azzal, hogy az okoseszközök számos biztonsági kihívást rejthetnek, ha kapcsolódnak a kibertérhez, még azok az eszközök is veszélyt jelenthetnek, melyek a legártalmatlanabbnak tűnnek. A tanulmányban megismerkedünk az okoseszközök előnyeivel, és biztonsági kihívásaikkal.

**Kulcsszavak**

okoseszközök, IoT, okosotthonok, kiberbiztonság

<sup>1</sup> [mandic.dorottya@uni-obuda.hu](mailto:mandic.dorottya@uni-obuda.hu) | ORCID: 0000-0002-3384-5590 | PhD student, Óbuda University Doctoral School on Safety and Security Science | PhD hallgató, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola

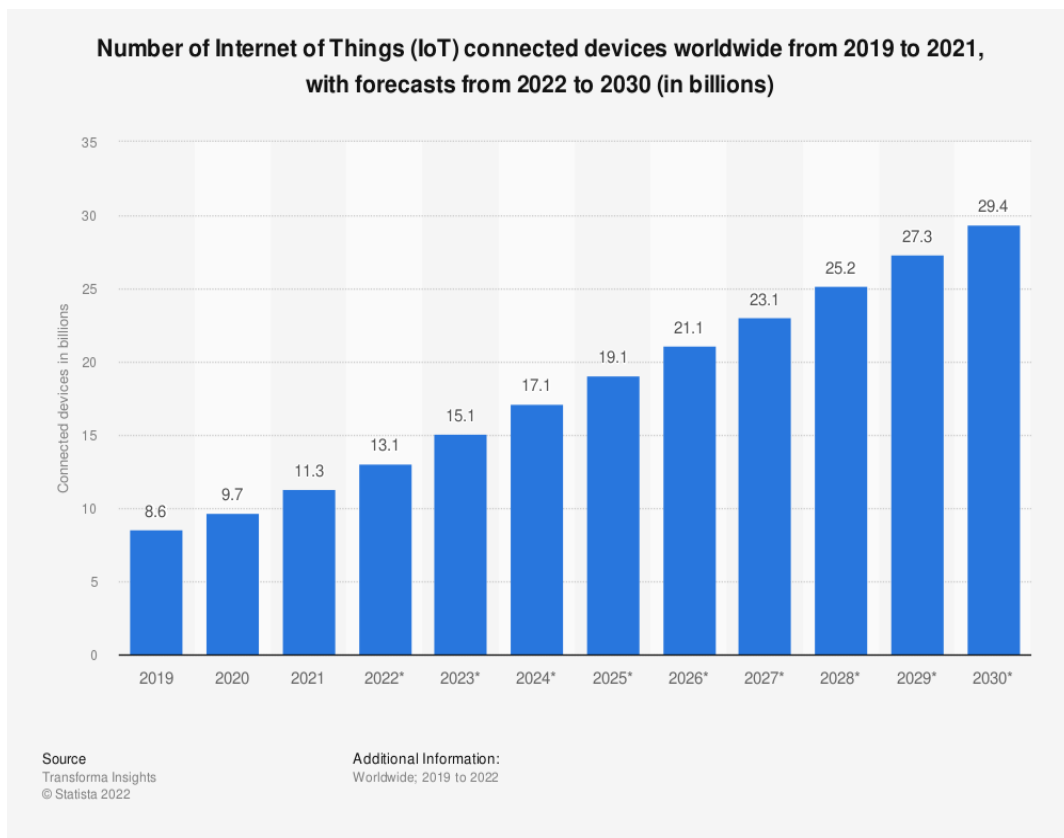
<sup>2</sup> [simon@mk.u-szeged.hu](mailto:simon@mk.u-szeged.hu) | ORCID: 0000-0003-2870-5718 | associate professor, Department of Mechatronics and Automation, Faculty of Engineering, University of Szeged | egyetemi docens, Mechatronikai és Automatizálási Intézet, Mérnöki Kar, Szegedi Tudományegyetem

## BEVEZETÉS

Az okoseszközök egyre elterjedtebbek napjainkban, és egyre több felhasználó vásárol otthonában különféle típusú okoseszközt. Az első dolgok internete eszköz az 1980-as évek elején jött létre a Carnegie Mellon Egyetemen, ami egy Coca-Cola automata volt. [1] Az Internet of Things magyarul azt jelenti, hogy dolgok internete. Az Internet of Things vagy csak rövidítve IoT alatt értünk, minden olyan dolgot és használati tárgyat, melyet egy hálózaton keresztül más gépekhez csatlakozva működnek. [5] Az eszközök egymás közötti kommunikációját Machine to Machine vagy magyarul gép-gép kommunikációnak hívunk, ami emberi beavatkozás nélkül történik. [43] Az IoT eszközök alkalmazását feloszthatjuk fogyasztói, kereskedelmi, ipari és infrastrukturális területekre. [3] Ezek a területek lehetnek például az okosvárosok, okosépületek, okosházak, okosjárművek, mezőgazdaság, egészségügy, viselhető eszközök, és egyéb területek. [2] A felhasználók közül sokan nincsenek tudatában azzal, hogy az okoseszközök használata komoly biztonsági kihívásokat okozhat, és sokszor azok az eszközök is veszélyforrássá válhatnak, ha az internetre vannak csatlakoztatva, melyekre talán nem is gondolnánk. [15] Az internetet világszerte 5 milliárd ember használja, ami a világ teljes népességének a 63%-át jelenti. [35] Az IoT Analitics elemzése szerint az IoT eszközök száma el fogja érni a 30.9 milliárd eszközt 2015-től 2025-ig. [4] A biztonság egyre fontosabbá vált a mindennapi életünkben. Napjainkban a kiberbűnözés jelenti az egyik legnagyobb kihívást. [9] Az IoT eszközök biztonságának a védelme az egyik legnagyobb kihívást jelenti, hiszen az IoT eszközök olyan információkat gyűjtenek, amelyek lehetnek személyes, vállalati vagy ipari információk. [22] Az elmúlt évek során megnőtt az érdeklődés az okosotthonokban használt okoseszközök iránt, amihez hozzá járult a COVID-19 járvány is. [7] Egyre elterjedtebbek az épületautomatizálási eszközök, okoszenzorok és egyéb megoldások, és a becslések szerint 175 millió okosotthon található meg a világon. [8] [18] Az okoseszközök számos előnyt nyújtanak az otthonokban, mint például az energia és költségmegtakarítás, kényelem, jobb életminőség vagy a biztonság növelése. [34] Európa szerte egyre gyakrabban fordulnak elő kibertámadások, és a kiberbűncselekmények, ami a jövőben várhatóan még nagyobb számban lesz jelen, hiszen még több eszköz fog az internethez csatlakozni. [28] Az Európai Unió tanácsa elfogadta a következtetéseket a csatlakoztatott eszközök kibertbiztonságáról, melyben elismerik, hogy az internetre csatlakoztatott fogyasztási cikkek, és ipari eszközöknek a használata megnőtt, és új kockázatok jöttek létre, valamint Európa digitális jövőjének az alakításában is fontos szerepet fognak kapni. [25]

### Az okoseszközök előnyei az okosotthonokban

Az Internet of Things vagy csak rövidítve IoT alatt, olyan internetre csatlakoztatott eszközöket értünk, melyek kommunikálni tudnak más eszközökkel. Az internetkapcsolat segítségével lehetővé válik a felhasználók számára az, hogy az IoT eszközöket távolról is használni tudják. [43] Egyre többen vásárolnak okoseszközöket az otthonaikban, hiszen fontosnak tartásák a kényelmet, a költségmegtakarítást, a szórakozást vagy az otthonuk biztonságosabbá tételét. A Statista jelentése szerint az IoT eszközök száma egyre nő, és 2019-től 2030-ig az IoT eszközök száma elfogja érni a 29.4 milliárd eszközt. [11]



1. Ábra: Az IoT eszközök száma 2019-től 2030-ig. [11]

Az okoseszközök az otthonok különböző funkcióit vezérelhetik, automatizálhatják vagy optimalizálhatják. [13] Az okos termosztátok használata nagyban hozzá járul az energiatakarékossághoz. [41] A Google 2014-ben 3,2 milliárd dollárt fizetett a Nest okos termosztátok és okosfüstriasztókért. [33] Az okosotthon fűtéssel például átlagosan 30%-kal kevesebb fűtési energia használdik el. [36] Mivel az okoseszközökkel energiát takaríthatunk meg otthonunkban, ez által pénzt is spórolhatunk, hiszen kevesebbet kell majd fizetnünk a számlákra. A biztonságról sem szabad megfeledkezni, hiszen az okoseszközök segítségével az otthonunkat is biztonságosabbá tehetjük például egy kamera által, amely segítségével figyelemmel tudjuk kísérni az otthonunk történéseit, abban az esetben is, amikor nem tartózkodunk otthon. Az internethez különféle módon tudnak csatlakozni az IoT eszközök, ez leggyakrabban a Wifi által történik. [17] A Statista jelentése szerint az okosotthonok száma 2025-ig elérheti a 478.2 millió okosotthont világszerte. [16] A Deloitte felmérés szerint egy átlagos amerikai háztartásban 25 egymáshoz csatlakoztatott eszköz található meg. [12] A felhasználók körében a legnépszerűbb IoT eszközök közé tartoznak a termosztátok, biztonsági kamerák, zárok, hangszórók. [19] Ezen kívül még népszerűek az okosajtócsengetők kamerával, okosvillanykapcsolók, okosfüstjelzők, okosizzók, okoskonnektorok is. [45]



2. Ábra: Az IoT használata az okosotthoni rendszerben. [14]

A hangasszisztensek igen népszerűek lettek, mint például az Amazon Alexa, Google Assistant vagy az Apple Siri. [17] Minél több eszközt csatlakoztatunk az internetre, annál nagyobb veszélynek leszünk kitéve. [44] Sokan úgy gondolják, hogy egy okosház kiépítése költséges viszont, ha jobban bele gondolunk az okosotthonok által számos előnyre tehetünk szert. Ez mellett pedig takarékoskodni is tudunk, ezért megéri választani az okosotthont még ha költségesebb is, mint egy átlagos ház kiépítése. Az okosotthon biztosítsa a tulajdonos, illetve az ott lakók kényelmét, költségmegtakarítását, és a biztonságát. A biztonság egyre fontosabbá vált, és mindenki azt szeretné, ha otthona biztonságban lenne, akkor is, amikor távol tartózkodik otthonától. Az okosotthon által ez is lehetséges, hiszen a távoli vezérlésnek köszönhetően bárhol is tartózkodunk a világon az internet által folyamatosan tudjuk például az okostelefonunk segítségével otthonunkat figyelni. [21] [38]

### A biztonsági kihívások és ajánlások

Az IoT eszközök biztonsága aggodalomra adhatnak okot, hiszen ezek az eszközök gyenge vagy semmilyen védelemmel nem rendelkeznek. [43] Az IoT a kibertámadások, és egyéb veszélyek célpontjává vált. [10] Ha a biztonságot vesszük figyelembe tudnunk kell, hogy nem minden gyártónak az elsődleges célja, hogy minél biztonságosabb eszközt hozzon létre, inkább más szempontok kerülnek előtérben a biztonság helyett, mint például a profit szerzés, vagy az olcsóbb és gyorsabb megjelenítés. [23] Az IoT-vel foglalkozó szakemberek kihívásai, hogy biztosítsák, a hálózatok, az adatok, és az eszközöknek a védelmét. [37] Az

elmúlt évek során több olyan támadás is történt az IoT eszközöket iránt, amelyek esetében gyenge vagy rosszul védett IoT eszközök miatt történtek a támadások. A támadók az eszközöket próbálták támadni, és próbálták kihasználni a sebezhetőségeket, és a gyenge biztonsági megoldásokat. [42] Egyre többféle okoseszkoz vásárolható meg, az egyik legnépszerűbb a felhasználók körében a biztonsági kamera. Az olcsó IP kamera az egyik leggyakrabban feltört eszközök közé tartozik. [20] Az IoT biztonsági kihívások, valamint a veszélyek egyik leglátványosabb példája 2016-ban történt meg, amikor az USA keleti partján DNS-szolgáltatásleállás következett be, valamint az Egyesült Államok más területein is. A támadás DDoS támadássorozat volt, és a támadás három hullámban történt. A következménye pedig az lett, hogy több tízmillió IP-cím vált elérhetetlenné. A támadásban IoT eszközökre épülő botnetek vettek részt, és nagy szerepe volt a Mirai néven ismert malwernek. [44] A Palo Alto Networks 42 kutatói 2020-as jelentése szerint az IoT eszközök több mint fele ki van szolgáltatva különböző típusú támadásoknak. A személyes és bizalmas adatokhoz a támadók könnyen hozzá tudnak jutni, ami kiberbiztonsági szempontból hatalmas kockázatot jelent. [24] Egyes szakértők szerint fontos lenne a gyártók támogatása a biztonság növelése érdekében. [26] Az NCC Group és a Global Cyber Alliance (GCA) végzett kutatásban az okosotthonban található IoT eszköz elleni irányuló támadásokat elemezték. A kutatásnak az eredménye szerint egy hét alatt 12.807 támadás érte ezeket az eszközöket. [29] Az ESET véleménye szerint fontos lenne, hogy a vásárlók az eszközök megvásárlása előtt néhány szabályra oda figyeljenek, mint például az eszközök megvásárlása előtt fontos lenne utána nézni az adott eszköz leírásának, valamint fontos lenne elkerülni azokat a márkákat, melyek kevésbé ismertek. [20] Az IoT eszközök gyártásában Kínának igen meghatározó szerepe van, és fen áll annak a veszélye is, hogy az adott eszköz nem rendelkezik megfelelő biztonsági védelemmel. A felhasználók sokan úgy használják az IoT eszközöket, hogy nincsenek még alapvető ismereteik sem arról, hogy hogyan kellene megvédeniük az IoT eszközöket a kibertámadásoktól. [40] Az Európai Távközlési Szabványosítási Intézet (ETSI) által elérhető az IoT eszközök kiberbiztonsági szabványa. [31] [32] A SANS és a Nemzeti Kibervédelmi Intézet (NKI) közös kiadványában olvashatunk az otthonokban található okoseszkozokról, melyben arról írnak, hogy a legtöbb gyártónak nincs tapasztalata kiberbiztonsági téren, és a legtöbb eszköz nem rendelkezik védelemmel. Fontos lenne, hogy csak azokat az eszközöket csatlakoztassuk az internethez, melyekre tényleg szükségünk van. A frissítés is fontos, ezért minden eszköz fontos, hogy frissítve legyen. [27] A Nemzeti Kibervédelmi Intézet (NKI) és az Európai Unió Kiberbiztonsági Ügynökség (ENISA) közösen készített összefoglalásában írnak arról, hogy hogyan kellene használni biztonságosan az IoT eszközöket. Ezek közül néhány ajánlást megemlítenék, mint például azt, hogy az eszközöket biztonságosabbá tehetjük úgy, hogy például erős jelszavakat használunk, és amennyiben elérhető, akkor beállítjuk a kéttényezős hitelesítést (2FA). Az alkalmazások ellenőrzése is fontos, mivel a hivatalos áruházból letöltött alkalmazások a legbiztonságosabbak. Figyelembe kell venni azt is, hogy a telepítés előtt milyen információkat fogunk majd megadni, illetve, hogy milyen engedélyeket hagyunk majd jóvá. Abban az esetben, ha támadás érné az eszközöket csökkenthetjük a veszteségünket úgy, hogy elkülönítsük a munkára használt, és az otthonunkban használt eszközöket. [39] Fontos megemlíteni, hogy minden új eszköz, ami csatlakozik az internethez biztonsági kockázatot rejthet, ezért fontos lenne, hogy megfelelő figyelmet fordítsunk ezekre az eszközökre. A Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nem-

zeti Kibervédelmi Intézet oldalán elérhető a CTI tájékoztató az otthoni hálózatok biztonságáról, melyben javaslatok találhatóak meg a felhasználók számára, melyek segítségével az otthoni hálózatukat biztonságosabbá tehetik. [44] A Nemzeti Kibervédelmi Intézet oldalán szintén megtalálható egy CTI tájékoztató az IoT eszközök biztonsági kérdéseivel az okosothonokban. Ennek a dokumentumnak a célja, hogy bemutassa az IoT eszközöket, a biztonsági hiányosságokat, valamint megoldásokat adjanak a kockázatok elkerülésére. [45]

## ÖSSZEZGÉS

A tanulmány célja az volt, hogy bemutassa, hogy az okoseszközök használata számos előnnyel jár az okosothonokban, viszont ezeknek az eszközöknek a használata az előnyök mellett számos kihívást is rejthet. Az okoseszközök igen hasznosak a mindennapi életünkben, hiszen segítik a mindennapi tevékenységeink elvégzését, és számos más előnyt nyújtanak, viszont nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy ezeknek az eszközöknek a használata veszélyeket is hordozhat. Nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy a gyártók felelőssége is fontos szerepet játszik, viszont a piaci verseny, és a profit szerzése sokszor előtérbe kerül a biztonság helyett. A felhasználókat is meg kell említeni, hiszen a felhasználóknak is fontos szerepük van az IoT eszközök biztonságosabbá tételéhez, viszont a felhasználók közül sokan még az alapvető ismeretekkel sem rendelkeznek, hogy megvédjék az eszközöket a kibertámadásoktól. [6] A biztonság komoly kihívást jelent az IoT eszközök esetében, és akár a jövőben súlyos következményeket is vonhat maga után, ha nem foglalkozunk megfelelően az IoT eszközök biztonságával. Az IoT technológia várhatóan a jövőben még fontosabb szerepet fog kapni a társadalomban, és még több eszköz fog csatlakozni az internethez, ami biztonság szempontjából aggodalomra adhat okot. [30]

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] A Brief History of the Internet of Things [Online]. Elérhető: <https://www.dataver-sity.net/brief-history-internet-things/> (Letöltve: 2022.03. 20.)
- [2] Hol alkalmazható az IoT? [Online]. Elérhető: <https://iotzona.hu/meg-tobb-iot/hol-alkalmazhato-az-iot> (Letöltve: 2022. 03. 25.)
- [3] Mesterséges intelligencia: A negyedik ipari forradalom, [Online]. Elérhető: [https://books.google.rs/books?id=tx3NDwAAQBAJ&printsec=frontcover&rdi=c=y#v=one\\_page&q&f=false](https://books.google.rs/books?id=tx3NDwAAQBAJ&printsec=frontcover&rdi=c=y#v=one_page&q&f=false) (Letöltve: 2022. 04. 07.)
- [4] State of the IoT 2020: 12 billion IoT connections, surpassing non-IoT for the first time, [Online]. Elérhető: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/> (Letöltve: 2022. 04. 09.)
- [5] A tárgyak internete-IoT, [Online]. Elérhető: <https://hu.rs-online.com/web/generator/display.html?id=i/iot-internet-of-things> (Letöltve: 2022. 04. 09.)
- [6] A 10 legjobb otthoni automatizálás az IoT (dolgozók internete) használatával, [Online]. Elérhető: <https://ciksiti.com/hu/chapters/6280-the-10-best-home-automation-using-iot-internet-of-things> (Letöltve: 2022. 04. 09.)
- [7] Mit jelent a COVID-19 az intelligens otthoni technológiához? [Online]. Elérhető: <http://hu.denizatm.com/pages/48116-what-covid-19-has-meant-for-smart-home-technology> (Letöltve: 2022. 04. 09.)

- [8] IT, OT, IoT - a biztonságosnak hitt környezet is potenciális veszélyforrása válhat, [Online]. Elérhető: [https://www.itbusiness.hu/technology/aktualis\\_lapszam\\_kiadvanyok/clico-2021/it-ot-iot--a-biztonsagosnak-hitt-kornyezet-is-potencialis-veszelyfor-rassa-val-hat](https://www.itbusiness.hu/technology/aktualis_lapszam_kiadvanyok/clico-2021/it-ot-iot--a-biztonsagosnak-hitt-kornyezet-is-potencialis-veszelyfor-rassa-val-hat) (Letöltve: 2022. 04. 10.)
- [9] Mezei Kitti: A modern technológiák kihívásai a büntetőjogban, különös tekintettel a kiberbűnözésre, Állam és Jogtudomány, LXI. évfolyam, 4.szám 2020
- [10] Samuel Greengard: The Internet of Things (MIT Press Essential Knowledge series), Massachusetts Institute of Technology, 2021, ISBN: 9780262542623
- [11] Number of Internet of Things (IoT) connected devices worldwide from 2019 to 2021, with forecasts from 2022 to 2030 [Online]. Elérhető: <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/> (Letöltve: 2022. 04. 11.)
- [12] Deloitte: How the Pandemic Stress-Tested the Increasingly Crowded Digital Home, [Online]. Elérhető: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/about-deloitte/articles/press-releases/deloitte-pandemic-stress-tested-digital-home.html>(Letöltve: 2022. 04. 11.)
- [13] Hogyan fejleszthetjük otthonunkat okosotthonná? [Online]. Elérhető: <https://okosotthon.bolt.hu/webaruhaz/okosotthon-diy-blog-termekesztek/hogyan-fejleszthetjuk-otthonunkat-okosotthonna/> (Letöltve: 2022. 04. 12.)
- [14] Zia, Ahmad. (2020). A Research Paper on Internet of Things based upon Smart Homes with Security Risk Assessment using OCTAVE Allegro. International Journal of Engineering Research and. V9. 10.17577/IJERTV9IS060692. [Online]. Elérhető: [https://www.researchgate.net/publication/342538259\\_A\\_Research\\_Paper\\_on\\_Internet\\_of\\_Things\\_based\\_upon\\_Smart\\_Homes\\_with\\_Security\\_Risk\\_Assessment\\_using\\_OCTAVE\\_Allegro](https://www.researchgate.net/publication/342538259_A_Research_Paper_on_Internet_of_Things_based_upon_Smart_Homes_with_Security_Risk_Assessment_using_OCTAVE_Allegro) (Letöltve: 2022. 04. 25.)
- [15] Mi az IoT-biztonság? [Online]. Elérhető: <https://azure.microsoft.com/hu-hu/overview/internet-of-things-iot/iot-security-cybersecurity/> (Letöltve: 2022. 04. 25.)
- [16] Number of Smart Homes forecast in the World from 2017 to 2025, [Online]. Elérhető: <https://www.statista.com/forecasts/887613/number-of-smart-homes-in-the-smart-home-market-in-the-world> (Letöltve: 2022. 10. 14.)
- [17] Minden amit az Okos Otthonról tudni kell, [Online]. Elérhető: <https://bitt-hon.hu/2022/03/27/minden-amit-az-okos-otthonrol-tudni-kell/> (Letöltve: 2022. 04. 20.)
- [18] 30 Smart Home Statistics for All High-Tech Enthusias, [Online]. Elérhető: <https://comfyliving.net/smart-home-statistics/> (Letöltve: 2022. 04. 27.)
- [19] Dinamikus növekedés előtt áll az okosotthon piac, [Online]. Elérhető: <https://iot-zona.hu/meg-tobb-iot/dinamikus-fejlodes-elott-all-az-okosotthon-piac> (Letöltve: 2022. 05. 02.)
- [20] Az okoseszközök valóban kényelmesek, de biztonságosak is? [Online]. Elérhető: <https://www.eset.com/hu/hirek/az-okoseszkozok-kenyelmesek-de-vajon-biztonsagosak-is-2020/> (Letöltve: 2022. 05. 03.)
- [21] Teljes körű távoli hozzáférés,[Online]. Elérhető: <https://www.okosotthon.me/teljes-korui-tavoli-hozzaferes/> (Letöltve: 2022. 05. 07.)



- [22] Sher Ali & Syed Babar Ali Rizvi & Yousaf Ali & Afia Zafar, 2020. "Survey Paper On Iot Attacks And Its Prevention Mechanisms," Information Management and Computer Science (IMCS), Zibeline International Publishing, vol. 3(2), pages 38-41, December.
- [23] Simon János, "A tárgyak internete – Internet of Things (IoT)", Proceedings of the Conference: A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken - 2014, pp. 1-9, Novi Sad, Serbia, 2014.
- [24] 2020 Unit 42 IoT Threat Report, [Online]. Elérhető: <https://iotbusinessnews.com/download/white-papers/UNIT42-IoT-Threat-Report.pdf> (Letöltve: 2022. 05. 08.)
- [25] A Tanács következtetéseket fogadott el a csatlakoztatott eszközök kiberbiztonságáról, [Online]. Elérhető: <https://www.consilium.europa.eu/hu/press/press-releases/2020/12/02/cybersecurity-of-connected-devices-council-adopts-conclusions/> (Letöltve: 2022. 05. 09.)
- [26] Óvatosságra intenek az okos eszközök kapcsán a szakértők, [Online]. Elérhető: <https://www.ludovika.hu/magazin/eloado/2021/10/07/ovatossagra-intenek-az-okos-eszkoz-ok-kapcsan-a-szakertok/> (Letöltve: 2022. 05. 10.)
- [27] Az okos otthon eszközök – Sans Ouch! – Augusztus, [Online]. Elérhető: <https://nki.gov.hu/en/it-biztonsag/kiadvanyok/sans-ouch/okos-otthoni-eszkozok-sans-ouch-augusztus/> (Letöltve: 2022. 05. 11.)
- [28] Kiberbiztonság: hogyan kezeli az EU a kiberfenyegetéseket? [Online]. Elérhető: <https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/cybersecurity/> (Letöltve: 2022. 10. 16.)
- [29] Smart Home Experiences Over 12,000 Cyber-Attacks in a Week, [Online]. Elérhető: <https://www.infosecurity-magazine.com/news/smart-home-experiences-cyber/> (Letöltve: 2022. 05. 13.)
- [30] S. A. Kumar, T. Vealey, and H. Srivastava, "Security in internet of things: Challenges, solutions and future directions," in Proc. 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). IEEE, 2016, pp. 5772–5781
- [31] Unió szabvány készült a konsumer IoT eszközök biztonságossá tételéhez, [Online]. Elérhető: <https://nki.gov.hu/it-biztonsag/hirek/unios-szabvany-keszult-a-konzumer-iot-eszkozok-biztonsagossa-tetelehez/> (Letöltve: 2022. 05. 13.)
- [32] Cyber Security for Consumer Internet of Things, [Online]. Elérhető: [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/103600\\_103699/103645/01.01.01\\_60/ts\\_103645v010101p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103600_103699/103645/01.01.01_60/ts_103645v010101p.pdf) (Letöltve: 2022. 05. 15.)
- [33] 10 tudnivaló a Dolgok Internetéről, [Online]. Elérhető: <https://iotzona.hu/big-data/10-tudnivalo-a-dolgok-internetrol> (Letöltve: 2022. 05. 16.)
- [34] Az okos otthon valódi előnye, [Online]. Elérhető: <https://otthonautomatika.hu/blog/107-az-okos-otthon-valodi-elonyei/> (Letöltve: 2022. 05. 17.)
- [35] Digital around the world, [Online]. Elérhető: <https://datareportal.com/global-digital-overview> (Letöltve: 2022. 05. 18.)
- [36] Fűtés okos otthonnal: Akár 30%-kal kevesebb energia és teljes kényelem, [Online]. Elérhető: <https://www.oott.hu/futes-okos-otthonnal-akar-30-kal-kevesebb-energia-es->



- [telj-eskenyelem/?gclid=Cj0KCQjwm6KUBhC3ARIsACIwxBhroUHgu5OSjfgiu-qgWsCwsl8k2XBziPitf0k1H8OfmVwdFz3\\_9lMYaAhXtEALwwcB](telj-eskenyelem/?gclid=Cj0KCQjwm6KUBhC3ARIsACIwxBhroUHgu5OSjfgiu-qgWsCwsl8k2XBziPitf0k1H8OfmVwdFz3_9lMYaAhXtEALwwcB) (Letöltve: 2022. 05. 19.)
- [37] Az IoT rendszerek biztonságának a növelése, [Online]. Elérhető: <https://computerworld.hu/biztonsag/iot-rendszerek-biztonsaganak-novelese-266828.html> (Letöltve: 2022. 05. 19.)
- [38] Az okosotthon és az épületautomatika, [Online]. Elérhető: [https://ezermester.hu/cikk-9030/Okosotthon\\_es\\_epuletautomatika](https://ezermester.hu/cikk-9030/Okosotthon_es_epuletautomatika) (Letöltve: 2022. 05. 20.)
- [39] Tippek az otthoni kiberbiztonság megteremtéséhez, [Online]. Elérhető: <https://nki.gov.hu/it-biztonsag/kiadvanyok/segedletek/tippek-az-otthoni-kiber-biztonsag-megteremtesehoz/> (Letöltve: 2022. 05. 21.)
- [40] „Kutyuk támadása” – az IoT eszközök veszélyei, [Online]. Elérhető: <https://ahrt.hu/hu/kutyuk-tamadasa-az-iot-eszkozok-veszelyei-2> (Letöltve: 2022. 10. 15.)
- [41] Otthonunk okosítása, [Online]. Elérhető: [https://ezermester.hu/cikk-8179/Ott\\_honuk\\_okositasa](https://ezermester.hu/cikk-8179/Ott_honuk_okositasa) (Letöltve: 2022. 05. 24.)
- [42] Mi az IoT-biztonság? [Online]. Elérhető: <https://azure.microsoft.com/hu-hu/overview/internet-of-things-iot/iot-security-cybersecurity/> (Letöltve: 2022. 05. 25.)
- [43] Kovács László: A kibertér védelme, Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2018
- [44] Otthoni hálózatok biztonsága, [Online]. Elérhető: <https://nki.gov.hu/it-biztonsag/elemlzesek/otthoni-halozatok-biztonsaga/> (Letöltve: 2022. 09. 13.)
- [45] IOT eszközök biztonsági kérdései – Az okosotthon, [Online]. Elérhető: <https://nki.gov.hu/it-biztonsag/elemlzesek/iot-eszkozok-biztonsagi-kerdesei-az-okosotthon/> (Letöltve: 2022. 10. 14.)



**THE BURDEN OF CYBER DEFENSE IN THE  
COMMON SECURITY AND DEFENCE  
POLICY OF THE EU****A KIBERVÉDELEM TÉRHÓDÍTÁSA  
AZ EU KÖZÖS BIZTONSÁG-  
ÉS VÉDELEMPOLITIKÁJÁBAN**KERSÁNSZKI Tamás<sup>1</sup>**Abstract**

The European Union, which has been building its instruments for peace for almost 80 years, still plays a key role in maintaining regional and world peace. Today, this European Union faces terrorism, hybrid threats, climate change, economic crises, energy security and migration, which pose significant challenges for its member states and at the EU central level. Therefore, today Europe's policy and the basis of its collective security are determined by the action guidelines for security, defense, the fight against terrorism, cyber security, energy security, and strategic communication. The article highlights the main political decisions and declarations of the EU, which led to the creation of the Strategic Compass from transatlantic cooperation. It specifically addresses the political and strategic decisions related to cyber defense, which are becoming more and more prominent, which are gaining an increasingly important role in geopolitical security and defense decisions.

**Keywords**

European Union, cyber security, strategic compass, security policy

**Absztrakt**

Az Európai Unió mely már közel 80 éve a békére építette fel instrumentumait és mai napig kulcs szerepet játszik a régió és a világbéke fenntartásában. Ez az Európai Unió ma a terrorizmussal, hibrid fenyegetésekkel, éghajlatváltozásokkal, gazdasági válságokkal, energiabiztonsággal és migrációval néz szembe mely jelentős kihívásokat jelent tagállamainak és uniós központi szinten is. Ezért ma Európa politikáját és a kollektív biztonságának alapját a biztonság, védelem, a terrorizmus elleni küzdelem, és a kiberbiztonság, energiabiztonság, stratégiai kommunikáció cselekvési irányvonalak határozzák meg. A cikk kiemeli az EU főbb politikai döntéseit és nyilatkozatait, ami Transzatlanti együttműködésektől a Stratégiai Iránytű megalkotáshoz vezetett. Külön kitér az egyre hangsúlyosabbá váló kibervédelemmel kapcsolatos politikai és stratégiai döntésekre, mely egyre fontosabb szerephez jut a geopolitikai biztonsági és védelemi döntésekben.

**Kulcsszavak**

Európai Unió, kiberbiztonság, stratégiai iránytű, biztonságpolitika

<sup>1</sup> kersanszki@uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0002-4268-9892 | head, Obuda University STEM Office | PhD student, Obuda University Doctoral School for Safety and Security Sciences | vezető, Óbudai Egyetem STEM Iroda | PhD hallgató, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola

## BEVEZETÉS

Európa tagállamai közel 80 éve a békére fektetve kezdték el megalapozni az együttműködésüket. A NATO és az EU ma már kulcs szerepet játszik a régió és a világbéke fenntartásában, akkor amikor a bipoláris világrendszer felbomlott.

Európai Unió, terrorizmussal, hibrid fenyegetésekkel, éghajlatváltozásokkal, gazdasági válságokkal, energiabiztonsággal és migrációval néz szembe, mely kihívásokat jelent tagállami és uniós szinten is egyaránt. Európa kollektív biztonsága az elmúlt évtizedben terrorizmus elleni uniós belüli és kívüli terrorizmus elleni küzdelem, a kiber-, energiabiztonság, közös nemzeti és transznemzeti fellépések köré szerveződött.

A hibrid hadviseléssel járó új megközelítést és stratégiai szemléletet a kibervédelem fontosságát újból előtérbe helyezte. Az Európai Unió ezért több területen kezdett el fejlesztéseket kiberezisztencia biztosítása érdekében. A kibervédelem sokszor több államot érintenek egyszerre, és a társadalom és gazdaság számára fontos kritikus infrastruktúrát érinthetik, ezért az azt felügyelő uniós és kormányzati szervek megerősítése, újjak létrehozására, stratégiai irányvonala meghatározására és az ezzel kapcsolatos haderőfejlesztések fokozására elengedhetetlenül szükség volt.

Míndez úgy valósult meg, hogy a hagyományos területvédelmet háttérbe szorította a válság- és konfliktus megelőzés tudva azt, hogy az érdekellentétek hosszú távon jelen lesznek a bel és külpolitikai szinten. A tagállamok és az uniós szervezetek és politikák részéről ez egy közös stratégiai problémamegoldást kíván, úgy, hogy közben a nemzeti szuverenitás önkéntelenül korlátozódik.

## TRANSZATLANTI EGYÜTTMŰKÖDÉSEK A VÉDELEM ÉS BIZTONSÁG TERÜLETÉN

Az Európai Unió sikeres külpolitikáját és azon belül is a védelemét és biztonságát a mai napig a transzatlanti partnerség adja. A transzatlanti kapcsolatok már 1953-ben lekezdődtek, az akkor még Szén és Acél Közösséggel, melynek formalizálása 1990-ben történt a Transzatlanti nyilatkozat aláírásával. Ebben már megjelentek a biztonsággal, védelemmel kapcsolatos elköteleződések, mint a béke megőrzése és a nemzetközi biztonság előmozdítása másokkal együttműködve az agresszió és a kényszer ellen, hozzájárulva ezzel a konfliktusok békés rendezéséhez a világban. [1]

Az együttműködésnek azonban új területei váltak szükségsszerűvé a globális kihívások és a gazdasági kapcsolatok erősítése miatt, mely így, a korábbi gazdasági, oktatási, tudományos és kulturális területek mellett a politika lépett be a béke, biztonság, demokrácia és a fejlődés előmozdítása érdekében. Az Új Transzatlanti Napirend (1995) aláírásával egyben elfogadták az EU-USA Közös akciótervet és rendszeres találkozókról döntöttek az USA elnöke, az Európai Bizottság, az Európai Unió Tanácsának soros elnöke, illetve az EU közös külügyi és biztonságpolitikai képviselőjének részvételével. [2]

Az Új Transzatlanti Napirend biztonságpolitikai szempontból egy hosszútávú együttműködés alapjait rakta le, mely egy új európai biztonsági architektúra felépítését tűzi ki célul, melynek központi elemeként a NATO-t jelöli meg. Fontos elemként jelent meg, hogy az új tagok csatlakozásnak az EU-hoz és a NATO-hoz nemcsak a jólétet, de egyben a biztonságot és stabilitást is szolgálniuk kell. A Partnerség a Békéért az Együttműködési

Tanács, valamint a NATO és Oroszország közötti biztonsági partnerség létrehozása, továbbá a NATO és Ukrajna közötti együttműködés az EBESZ megerősítése a régió desztabilizációjának megelőzése érdekében szoros és hosszútávú elköteleződés alapjait fektette le az államok között.

Az EU jövőképét a gazdasági válságból való kilábalás után erősebb Európában és globális stratégiában látta, ahogy ezt a 2017-ben megjelentetett Közös jövőkép, közös felépés: erősebb Európa című stratégiai dokumentum és ennek gyakorlati értékelését tartalmazó Az EU kül- és biztonságpolitikára vonatkozó globális stratégiája a gyakorlatban megfogalmazta. [3]

A dokumentum középpontjában továbbra is a katonai képességek és a terrorizmus elleni küzdelem áll, de emellett megjelenik a foglalkoztatás kérdésköre, az inkluzív társadalmak és az emberi jogok. Kiemeli, hogy továbbra is a békeépítés a legfontosabb szempont mindezt a “puha erő” alkalmazásával. A globális szó túllép a földrajzi értelmezésen és már szakpolitikák széles skáláját tartalmazza államokon átívelően.

Az uniós biztonsági és védelmi politikának már rugalmasnak és összefogónak kell lennie, a Lisszaboni Szerződésben lefektetett elvek mentén kell megvalósulnia, miszerint el kell mélyíteni a tagállamok közötti együttműködést és a külső szakpolitikákban határozottabb összefogásra van szükség a tagállamok, az uniós intézmények között. A dokumentum külön kitér a fenntarthatóság célok mellett a terrorizmus elleni közdelem, migráció, biztonság, mint kiemelt területekre az együttműködés területén. [4] [5]

Az EU-nak legfőbb stratégiai partnere ezen a téren az USA, melyet Joe Biden beiktatása után az Európa Tanács megerősített azzal, hogy az éghajlatváltozás elleni küzdelem, klímasemlegesség, a COVID-19 által érintett gazdaság helyreállítása és a globális non-proliferációs leszerelési és fegyverzetellenőrzési rendszer megerősítése mellett való közös kiállással a terrorizmus elleni küzdelem, nemzetközi bűnözés, migráció, energiaügyek területén szorosabb együttműködést tervez. [6]

Mindenhez az EU-nak egy asszertívabb, erősebb és egységesebb külföldi és belpolitikára van szüksége, melyben válaszokat kell adni Kína egyre erősödő jelenlétére, a gazdaság, kiberbiztonság területén. ennek tudatában az EU-nak újra kellett gondolni a transzatlanti kereskedelmi kapcsolatokat, a NATO és WTO-ben rejlő előnyök kihasználását, a hybrid fenyegetésekre való határozottabb fellépéseket és a globális környezetvédelmi (EU–USA éghajlat-politikai munkacsoport létrehozása), gazdasági és egészségügyi problémák hatékonyabb kezelését, mint például a WHO reformját. Ennek érdekében a már meglévő kapcsolatok és párbeszédok “sűrítését” irányozta elő az agytrösztök és a civil társdallamom felé történő aktívabb kommunikáció kialakítását, melyek kiegészültek például speciálisan Kínával foglalkozó szervekkel. [7]

A védelmi és biztonsági területen ezen cselekvések feltételeznek, egyfajta közös stratégiai ambíciót, autonómiát és kultúrát a tagállamok részéről, mely feltételezi, hogy fejlesztik védelmi képességeiket, ami a NATO tagok esetében a felelősségvállalásaik betartását jelenti, ezzel válhatnak az USA egyenrangúbb partnerévé. [8]

## **Az új partnerséggel járó kihívások**

Az amerikai előválasztások körüli politikai megszólalások újra ráirányítják a figyelmünket a Joe Biden és Ursula Von der Leyen elnök új “A globális változásra irányuló új EU–USA program” -ra mely a globális változásokra való egységes fellépésre szólít fel azon

két ország tekintetében, melyek a világ GDP-jének és kereskedelmének közel egyharmadát és a közvetlen külföldi befektetések 60%-át adják. [8] Az új elnökség szakít a Donald Trump status quo ante megközelítésével és egy új partnerség megközelítését helyezi előtérbe. A két hatalomnak olyan szilárd együttműködést kell kialakítani az egészségügy, a biztonság, az éghajlatváltozás, a kereskedelem, a technológiáról, és a szabályokon alapuló multilaterális rendszerek tekintetében, mely ellenállnak az önkényuralmi hatalmak destabilizációs törekvéseinek, melyek az elmúlt időszak geopolitikai hatalmi átrendeződései, az országok közötti kétoldalú feszültségek és az egyoldalú politikákhoz való visszatérés is erősített.

Az ezen kihívásokra és elköteleződésre létrejött új transzatlanti program alapelve, hogy a a transzatlanti partnerségnek és a multilaterális rendszerek kölcsönösen erősítik, nem pedig kölcsönösen kizárják egymást. [10]

A transzatlanti partnerség alapelvei, hogy az államoknak a globális közjavak előmozdításán kell munkálkodniuk, úgy, hogy erősebb többoldalú fellépés vár el az intézmények részéről. Az EU és az USA közös érdekeire alapozva határozottan kell kiállni közös stratégiai prioritásaink tekintetében, azzal együtt, hogy tiszteletben tartják közös értékeket, mint a méltányosságot, a nyitottságot és a versenyt, akkor is, ha kétoldalú különbségek állnak fenn.

Az Együttműködés egy biztonságosabb, virágzóbb és demokratikusabb világért alfejezet fő gondolata a nemzetközi biztonság iránti közös elköteleződés, különösen annak a fényében, hogy Kína és Oroszország eltérő stratégiai és gazdasági érdekek mentén politizál, melynek kapcsán 2022 elején Oroszország látványos lépést tett az ukrajnai háború megindításával kapcsolatban.

Az EU határozott lépéseket tett a védelmi szerepének megszilárdítását többek között a képességfejlesztési beruházások támogatása révén, mely előnnyel jár a NATO és a transzatlanti együttműködés számára. Kitér arra is, hogy az EU-nak és az USA-nak együtt kell működnie egy határozottabb nemzetközi fegyverzet-ellenőrzési és leszerelési menetrend előmozdítása érdekében. Az utóbbi az ukrán háború miatt felülvizsgálatra szorul a felek részéről. [8]

A szorosabb biztonsági és védelmi partnerségi megállapodás újabb fejezete a 2021. Brüsszelben megrendezett EU-USA csúcstalálkozó nyilatkozat a Towards a Renewed Transatlantic Partnership volt, melyben a Párizsi Megállapodásban lefektetett célok végrehajtásáról, a transzatlanti kereskedelmi és gazdasági kapcsolatok elmélyítését (Pittsburgh Statement), a meglévő kereskedelmi rendszer reformjáról (Kereskedelmi és Technológiai Tanács felállítása) és biztonsági, védelmi kérdésekről döntöttek. Ennek geopolitikai szempontból legfontosabb felajánlása az EU részéről történt, melyben felajánlotta az USA csatlakozását a PESCO-hoz (Permanent Structured Cooperation) [10] [11]

## STRATÉGIAI IRÁNYTÚ ÉS A KIBERVÉDELEM EU STRATÉGIÁJA

Az Unió védelemmel kapcsolatos stratégiájának koncepcióját az Európai Bizottság 2016-os „Út egy hatékony és valódi biztonsági unió felé vezető út előkészítése” című közleményében jelentette meg, mely a 2015-ös európai biztonsági menetrendet vette alapul. A javaslat az Európai Unió és az uniós országok közötti megosztott felelősségen alapul az európai polgárok biztonsága érdekében. Azt ezt követő stratégia a 2020 és 2025 közötti

időszakon belül azokra a kiemelt területekre összpontosít, ahol az EU segítheti a tagállamokat az Európában élők biztonságának előmozdításában, miközben tiszteletben tartja európai értékeinket és elveinket.

A Tanács 2022 március 24-25. ülésén hivatalosan jóváhagyta az EU első biztonsági és védelmi fehér könyvét, a Stratégiai Iránytűt, amely olyan nagyívű cselekvési tervet jelent, megalapozza az elkövetkezendő tíz évben Európai Unió biztonság- és védelempolitikáját. [12]

A stratégiai iránytű az EU meglévő biztonsági és védelmi elemzi és a bizonytalan globális helyzet miatt fennálló fenyegetésekre ad iránymutatást közös értékelését. A stratégiai dokumentum négy alappillére, a lépünk partnerségre, cselekedjünk, ruházzunk be és védjük meg magunkat olyan javaslatokat és ütemtervet tartalmaz, hogy az uniós és társult tagországok közösen fel tudjanak lépni a válság, háború idején megvédve ezzel az polgárait. Ilyen például egy uniós gyorstelepítésű kapacitást, mely válságok esetén 5000 katona bevetését teszi lehetővé, vagy a közös biztonság- és védelempolitika keretébe tartozó polgári missziós kétszáz fős szakértői csapat, mely a hybrid hibrid fenyegetéseket kivédésben és kezelésében nyújt segítséget erősítve ezzel is az uniós kibervédelmi politikát.



1. ábra: Az Európai Unió Biztonsági Unió stratégija

Forrás: [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/chart\\_honeycomb\\_contrast\\_resized\\_0.png](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/chart_honeycomb_contrast_resized_0.png)

A kibervédelmi politikai keret 2018-ben történő felülvizsgálatának megállapításai bekerültek a Stratégiai iránytű értékelésbe, miszerint az EU kibervédelmi politikájának

hozzá kell járulnia ahhoz, hogy az EU képes legyen megvédeni, észlelni és elrettenteni a kibertámadásokat. Ennek hatására már megfogalmazásra kerültek azok az irányelvek, hogy fokozni kell a kibervédelmi képességek fejlesztését, amit az EU ipari bázisának támogatásával, valamint az oktatás, a képzés és a szakmai gyakorlatok további ösztönzésével lehet elérni. További célként jelöltek meg a polgári-katonai szinergiák fokozását és a kibervédelem szerves integrálását az EU biztonság- és védelempolitikájának szélesebb területeibe, az uniós intézmények és a tagállamok közötti fokozott együttműködés és koordináció révén.

A kibertér mára már geopolitikai verseny színterévé vált, ezért határozott és gyors válaszokkal kell reagálnia a rosszindulatú kibertevékenységekre. Az EU-nak ezért nagy hangsúlyt kell helyeznie a megelőzésre, védelemre, korai észlelésre és elhárításra mind katonai, polgári és politikai szinten.

2022. májusában az Európa Tanács elfogadta a Kibervédelmi berendezkedés tervét. A Kibervédelmi berendezkedés célja, hogy demonstrálja az EU határozottságát abban, hogy mind azonnali és hosszú távon is válaszokat tudjon adni a fenyegetés különböző szereplőinek, akik meg akarják fosztani az EU-tól a biztonságos és nyílt hozzáférést a kibertérhez, és korlátozzák stratégiai érdekeit vagy partnerei biztonságát. [13]

A Kibervédelmi berendezkedés a közös uniós diplomáciai válasz mellyel az EU kiberdiplomáciával kapcsolatos megközelítését definiálta. A célja az tagállamok közötti együttműködés ösztönzése, az azonnali és hosszú távú veszélyek mérséklésének elősegítése, valamint a potenciális agresszorok viselkedésének hosszú távú befolyásolása. Az EU rosszindulatú kibertevékenységekre adott diplomáciai válaszai teljes mértékben támogatják a közös kül- és biztonságpolitikán belüli intézkedéseket (politikai nyilatkozatok, diplomáciai lépések és párbeszéd), beleértve a szükséges szankciókat is. [14]

## **AZ EU KÜLSŐ TEVÉKENYSÉGEI A KIBERBIZTONSÁG TERÜLETÉN**

A Stratégiai Iránytű megfogalmaz olyan útmutatásokat, melyek segítségével az EU megerősítheti azon képességeit, hogy megelőzze, elrettentse és reagáljon a kibertámadásokra. Az EU határozott terve egy globális, nyitott, stabil és biztonságos kibertér kialakítása és védelme mellett, mely hozzájárul ahhoz, hogy az EU állampolgárai biztonságos digitális életet élhessen. A kiberbiztonsággal kapcsolatos politikák és fejlesztések közvetve is hozzájárulnak ahhoz, hogy az EU ellenálló, zöld és digitális Unióvá váljon.

Az EU kiberbiztonsági stratégiája jelentős szerepet tölt be ellenálló képesség megteremtésében és fenntartásában, ezzel a megőrzi a technológiai szuverenitást, ami megerősíti az EU vezető szerepét a működőképes felépítés, a rosszindulatú kibertevékenységek elleni küzdelem területén; valamint az együttműködés előmozdítását a globális és nyitott kibertér érdekében.

A 2021 novemberében megjelent Stratégiai iránytű -közvetlenül hozzájárul a Versailles-i menetrend végrehajtásához- első változatát, 27 uniós tagállam hírszerzési szolgálatai és az uniós intézmények szakértői részvételével alkották meg. 2022 februárjában és márciusában újabb kiegészítések készültek hozzá, amelyek már tartalmazta a tagállamok közötti egyeztetések eredményeit, melyet a Bizottság beépítette a 2022. február 15-én közzétett védelem- és úrpolitikai csomagjába, valamint figyelembe vették az aktuális külpolitikai fejleményeket, köztük különösen az Ukrajna elleni orosz katonai agressziót.



## EU KIBERBIZTONSÁGI POLITIKÁJA

A növekvő kiberfenyegetésekkel és incidensekkel szemben Európai Bizottság prioritásként kezeli, hogy minden európai polgár és vállalkozás megfelelő online és offline védelemben részesüljön.

A Cybersecurity Ventures információbiztonsági kutató és elemző cég “Kiberbiztonság – a digitális világunk alapja, európai perspektíva” 2020-as felmérése alapján globális szinten minden 11. másodpercben zsarolóvírus támadás ér egy szervezetet. A kiberbűnözéssel kapcsolatos kár 2021-ben elérte 5.5 milliárd eurót. [15] A sikeres támadások leggyakoribb célpontjai a digitális termékek, melyek közül csupán egyetlen terméket érő kiberbiztonsági támadások is kihathatnak a teljes ellátási láncra, ami gazdasági és társadalmi tevékenységek zavarához vezethet, vagy akár a biztonságot, életet is veszélyeztethet.



2. ábra: Fontosabb kiberfenyegetések

Forrás: [https://www.eeas.europa.eu/eeas/cybersecurity-eu-external-action\\_en](https://www.eeas.europa.eu/eeas/cybersecurity-eu-external-action_en)

2020 decemberében a Bizottság és az Unió külügyi és biztonságpolitikai képviselője elfogadta az EU kiberbiztonsági stratégiáját, amely már holisztikus megközelítést alkalmaz a kiberbiztonsági szempontokra vonatkozóan, és ennek tükrében javasolta a hálózati és információs rendszerek biztonságáról szóló irányelv (NIS) lefektetett jelenlegi szabályok felülvizsgálatát. [16] Az új NIS2-irányelv, mely 2022 májusában az Európai Parlament és az EU-tagállamok között létrejött politikai megállapodást, mely már az Unión belüli magas szintű kiberbiztonságot szolgáló intézkedésekről szól, ami alapját a digitalizáció rapid elterjedése és a különböző állami és magán szektorok érő kiberfenyegetettség fokozódása miatt vált szükségessé. A NIS 2 irányelv minimumszabályokat állapít meg a szabályozásokkal kapcsolatosan és jogorvoslatokról és szankciókról is rendelkezik egyben. Az első 2016-ban elfogadott NIS irányelv leginkább a digitális szektorokban működő vállalkozások és szervezetek tekintetében írt elő jogszabályi kötelezettségeket, addig a NIS 2 irányelv esetében a korábbi kritikus szektorokba (energia, pénzügy, egészségügy, közlekedés stb.) bevonta az élelmiszeripari, gyógyászati cégek gépgyártói és hulladékkezelő cégek is. Az említett cégeknek szervezeti és technológiai változtatások mellett kötelező kiberbiztonsági auditot is elő kell írni a nemzeti szabályozásoknak. A NIS 2 irányelv a központi kormányzatok közigazgatási szerveire és a regionális szintű közigazgatási szervekre is kötelezően kell alkalmazni. [17]

Az EU kiberbiztonsági stratégiája geopolitikai szempontból is erősíti az Unió azon pozícióját, mely a nemzetközi normák és szabványok terén a kibertérben, és hozzájárul a világon a globális, nyitott, stabil és biztonságos kibertér megteremtése érdekében. Mindez hozzájárul a jogállamiság, az emberi és az alapvető szabadságjogok és demokratikus értékek megőrzéséhez.

Az új stratégia, a korábbi stratégiák eredményeket követően a három eszköz alkalmazását javasolja. Szabályozási, ahol a rugalmasság, technológiai szuverenitás és vezető szerep; a beruházási, ahol a működési kapacitás a megelőzésre, elrettentésre és reagálásra; és a politikai együttműködés a globális és nyitott kibertér előmozdítása érdekében.

Az új kiberbiztonsági stratégia kulcsfontosságú eleme az Európa digitális jövőjének alakítása, a Bizottság Európai Fellendülési Tervének és a 2020–2025 közötti időszakra szóló Unió Biztonsági Stratégiájának.

A Bizottság legutóbb, 2022 szeptemberében javaslatot terjesztett elő egy a kiberezilenciáról szóló jogszabályra, amely megerősíti az EU kiberbiztonsági törvényében körvonalazott kiberbiztonsági tanúsítási keretrendszert.

A javaslat kötelező kiberbiztonsági követelményeket vezet be azon termékekre vonatkozóan, melyek digitális elemeket tartalmaznak és ezen követelményeket a teljes életciklusuk alatt teljesíteniük kell. Az új jogszabálytervezet nagyon felelőséget ró a gyártókra, és egyben előny a digitális termékeket használók számára, hogy átláthatóbbak legyenek a digitális elemeket tartalmazó termékek biztonsági jellemzői, így nagyobb védelmet biztosítva a magánélet és személyes adat védelmének. [18]

### **Kiberbiztonság és készségfejlesztés**

A biztonságos kibertér biztosításhoz elengedhetetlenek a megfelelő képzések és készségekkel rendelkező szakemberek. Az EU Kiberbiztonsági Ügynöksége (ENISA) kidolgozta a kiberbiztonsági készségek keretrendszerét, mely meghatározta azokat a releváns szerepeket és kompetenciákat, melyek szükségesek a kibervédelmi munkakörök betöltéséhez. A keretrendszer kialakításánál cél volt a területhez köthető releváns szerepek, kompetenciák, készségek és ismeretek definiálása. Ezek segítenek abban, hogy a kiberbiztonság mint önálló terület elkülönüljön a ICT-ben elvárt általános készségektől, és egyben segítséget adjon az intézményi és rövid ciklusú képzések tervezésénél. A keretrendszerben 12 kiberbiztonsággal kapcsolatos szerepkör került azonosításra. Az egyes szerepkörök esetében részletesen leírja az adott személy felelősségét, elvárt készségeit és a szinergiákat. Például egy Kiber incidensekért felelős tisztviselő feladata: figyelni és értékelni a rábízott rendszerek kiberbiztonsági állapotát. Elemzni, értékelni és mérsékelni a kiberbiztonsági incidensek hatását. Azonosítani kell tudnia a kiberincidensek kiváltó okait és rosszindulatú szereplőket. Az adott szervezet incidens-elhárítási terve alapján vissza tudja állítani a rendszerek és folyamatok funkcionalitását a korábbi működőképes állapotba, továbbá dokumentálnia kell a bizonyítékokat és a megtett intézkedéseket. [19]

A kiberbiztonsági és kibervédelmi kutatás-fejlesztést és a kiberbiztonsági készségek a Bizottság digitális készségekre vonatkozó általános menetrendje alá tartoznak. A fejlesztések a Horizont 2020, a Horizont Európa és a Digitális Európa program forrásaiból valósulnak meg.

A 2023-as évet a Bizottság a készségek évének nevezte ki. Az Európai Kiberbiztonsági Készségek Keretrendszerére alapozva, a kiberbiztonsággal foglalkozó szakemberek számának növelése érdekében kerül kialakításra a Kiberbiztonsági Akadémia, mely koordináló, ernyőszerzetként fog működni és európai és nemzeti szinten már meglévő kezdeményezéseket, és koordinációt, integrációt és ezek közötti közös kommunikációt fog biztosítani.

2021-ben hozták létre Bukarestben az Európai Kiberbiztonsági Kompetencia Központot (ECCC), hogy növelje Európa kiberbiztonsági kapacitásait és versenyképességét, és együttműködik a Nemzeti Koordinációs Központok Hálózatával (NCC) egy erős kiberbiztonsági közösség felépítésén. Az európai központ és a nemzeti hálózatok támogatják a digitális egységes piac védelmét, mint az elektronikus kereskedelem, az intelligens mobilitás és az IOT, továbbá hozzájárulnak az Unió kiberbiztonság terén fennálló autonómiáját.

### **Kiber network az EU-ban**

Az Európai Unió Kiberbiztonsági Ügynöksége az ENISA a legmagasabb szintű ügynökség mely támogatja a tagországokat, az uniós intézményeket és a vállalati szektort, tudásmegosztást, kapacitásfejlesztést végez és segít felkészülni Európának az új kibertérben történő kihívásokra.

Az ENISA-val működnek együtt az információmegosztó és elemző központok (ISAC), melyek feladat a gazdasági szereplők és a kiberbiztonsági közösségek közötti együttműködés támogatása.

A NIS-irányelv is meghatározza, hogy a tagállamoknak működtetniük kell úgynevezett Computer Security Incident Response Teams (CSIRT-eket), más néven Computer Emergency Response Teams (CERT-eket). Ezek a csapatok uniós szinten is együttműködnek kapcsolatba vannak a magánszektoralal is. A szektorálisan kialakított CSIRT-eknek feladatuk, reagálás az eseményekre és azok nemzeti szintű nyomon követése, a kockázatokkal és incidensekkel kapcsolatos korai figyelmeztetések, azok elemzése, riasztások, bejelentések és egyéb információk biztosítása az érintett érdekelt felek számára.

Az Európai Kiberbiztonsági Szervezetet (ECSO) 2016-ban hozták létre, hogy a 2016-tól 2020-ig tartó időszakban a Bizottság megfelelőjeként működjön a Horizont 2020 keretprogramot lefedő köz- és magánszféra közötti szerződéses partnerségben és különféle támogató tevékenységeket végezzen, a közösségépítés és az iparfejlesztés területén. Az ECSO 250 tagot számlál, melyek között vannak a kiberbiztonsági ágazathoz tartozó, kutatási, akadémiai intézmények és a közszféra szereplői, keresletoldali iparágak.

2021-ben az Európai Védelmi Ügynökség (European Defense Agency, EDA) négyoldalú együttműködést alakított ki a kibervédelemmel érintett uniós ügynökségekkel: Európai Unió Kiberbiztonsági Ügynökség (ENISA), Európai Unió Ügynöksége Rendészeti együttműködés (Europol) és a Infokommunikációs Sürgősségi Reagálócsoport az Uniós intézmények, Szervek és Ügynökségek (CERT-EU) részéről valamint a Hibrid Kiválósági Központ (CoE). A Hibrid Kiválósági Központ (CoE) és az Európai Biztonság és Védelmi Kollégium (ESDC) közreműködésével az Európai Védelmi Ügynökség (EDA) kifejlesztett egy új kiber/hibrid tanfolyamot katonai és civil művelettervezők részére a kiberfenyegetések kezelése hibrid környezetben témakörben. A Joint Cyber Unit platform pedig azzal a céllal hozták létre, hogy a nagyszabású kiberincidensekre és válságokra adott uniós koordinált válaszadás biztosítása, valamint segítséget nyújt e támadások utáni kilábaláshoz.

## ÖSSZEFOGLALÓ

A második világháborút követő időszakban a Marshall-terv segítségével épültek újjá az európai közösségek és gazdaságok. A rendszerváltás követően az Észak-atlanti Szerződés Szervezet (NATO) a csatlakozott országok számára garantálta kollektív biztonságukat.

Az egyre feszültebb geostratégiai környezet azonban látható veszélyt kezdett jelenteni a jólét és a biztonság instrumentumaira. Különösen igaz ez az EU határai mentén megjelenő orosz fenyegetettségre, mely EU történetében először mozdított meg jelentős erőforrásokat a védelmi együttműködésének előmozdítása érdekében. A védelemmel és biztonsággal kapcsolatos miniszteri megbeszélések és egyeztetések hatására többek között létrejött a Stratégiai Iránytű, a PESCO és az Európai Védelmi Alap (EFA), mely közös irányokat és célokat jelöltek ki a közösség számára.

A digitális biztonságunk világa a kibertér, mint új hadviselési tér egyre hangsúlyosabb szerepet kapott a modern hadviselésben. Az EU kibertér elleni védelme ma már az Európai Védelmi Ügynökség, az ENISA, az Europol és a Bizottság védelmi iparért felelős főigazgatósága tevékenységein keresztül valósul meg. Szervezeti és irányelvi szinten az EU felzárkózott a világhatalmak sorába, a működtetéshez azonban hatékony és megfelelő kiberbiztonsági munkaerő kell, melynek képzési programjai és az elvárt készségek meghatározása csak most születtek meg.

Az EU stratégiai kapacitása intézményi, anyagi és politikai alapokon nyugszik, melyből az intézményi és beruházási területen hathatós előrelépéseket tett az unió az aktuálisan fennálló fenyegetettségek hatására. Az európai stratégiai kultúrákat változatossága azonban nehezíti a közös vélemények kialakítását, melyek veszélyeztethetik az európai és globális védelmi és biztonsági ügyekkel kapcsolatos célok megvalósítását.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Transzatlanti Nyilatkozat. [Online]. Elérhető: [https://www.europarl.europa.eu/cms-data/124320/trans\\_declaration\\_90\\_en.pdf](https://www.europarl.europa.eu/cms-data/124320/trans_declaration_90_en.pdf)
- [2] European External Action Service, *Közös jövőkép, közös fellépés : erősebb Európa : globális stratégia az Európai Unió kül- és biztonságpolitikájára vonatkozóan*, Publications Office, 2017, <https://data.europa.eu/doi/10.2871/695883>
- [3] A közös kül- és biztonságpolitika végrehajtása – 2020. évi éves jelentés. [Online]. Elérhető: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0012\\_HU.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0012_HU.html)
- [4] Liszaboni Szerződés. [Online]. Elérhető: [https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/hu/FTU\\_1.1.5.pdf](https://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/hu/FTU_1.1.5.pdf)
- [5] P. Fábrián, *Az Európai Unió terrorizmusellenes stratégiája és rendelkezései*, Biztonságtudományi Szemle, Évf. 1 szám 3., 2019
- [6] Európai Parlament, *Uniós Külső Politikák Főigazgatósága*, Schaik, L., Dams, T., *No way back : why the transatlantic future needs a stronger EU : in-depth analysis*, European Parliament, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2861/026248>
- [7] Grevi, G. (2020), *Fostering Europe's Strategic Autonomy. A Question of Purpose and Action*, EPC and KAS Policy Paper, December 2020.

- [8] Közös közleménye az európai parlamentnek, az európai tanácsnak, 2020, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020JC0022&from=hu>
- [9] Soare, R. Simona (2020), Turning the tide: how to rescue transatlantic relations. EUIS. DOI 10.2815/097304
- [10] Towards a Renewed Transatlantic Partnership: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/06/15/u-s-eu-summit-statement/>
- [11] PESCO: <https://www.pesco.europa.eu/>
- [12] Stratégiai Iránytű, <https://www.consilium.europa.eu/hu/press/press-releases/2022/03/21/a-strategic-compass-for-a-stronger-eu-security-and-defence-in-the-next-decade/>
- [13] Cyber posture, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/05/23/cyber-posture-council-approves-conclusions/>
- [14] Cybersecurity: how the EU tackles cyber threats: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/cybersecurity/>
- [15] Shaping Europe's Digital Future: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future_en)
- [16] European Commission: The EU's Cybersecurity Strategy for the Digital Decade (2020 december 16.)
- [17] NIS 2 irányelv. <https://www.consilium.europa.eu/hu/press/press-releases/2022/05/13/renforcer-la-cybersecurite-et-la-resilience-a-l-echelle-de-l-ue-accord-provisoire-du-conseil-et-du-parlement-europeen/>
- [18] Kiberreziliencia, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/cyber-resilience-act>
- [19] Az EU kiberbiztonsági stratégiája a digitális évtizedre, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020JC0018>
- [20] Katonai mobilitásról szóló cselekvési terv: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=CELEX:52019JC0011>



**LOST RADIOACTIVE SOURCE EXPLORATION TRAINING CAPABILITIES AT THE CENTRE FOR ENERGY RESEARCH (EK)****ELVESZETT RADIOAKTÍV FORRÁS FELKUTATÁSI GYAKORLATOZÁSI LEHETŐSÉG AZ ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONTBAN (EK)**BODOR Károly<sup>1</sup> – ZAGYVAI Péter<sup>2</sup>**Abstract**

The article presents the training and practical opportunities of the FOSTER (First responderS cenTer at the Center for Energy Research) courses at the Centre for Energy Research (EK) for the first responders. At a CBRNe (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, explosive) event to handle properly the situation several organizations must work together. This can be a difficult task, since the first responders of different organisations have to practice together based on a common procedure [2]. To study radioactive and nuclear materials in-field, the Nuclear Security Department (SBL) of EK established both an indoor and an outdoor training site (FOSTER) at the campus of the EK, where several training events have already been held.

**Keywords**

radiation protection, FOSTER, training site, CBRNe event, orphan source, RCSM

**Absztrakt**

A cikk bemutatja az Energiatudományi Kutatóközpontban (EK) az első beavatkozó szervek számára kialakított tanpályákon (FOSTER, First responderS cenTer at Centre for Energy Research) végezhető képzési és gyakorlatozási lehetőségeket. Egy CBRNe (Kémiai, Biológiai, Radiológiai, Nukleáris, robbanó anyag) esemény kapcsán több szervezetnek kell együtt működni az esemény megfelelő lebonyolítása érdekében. Ez nehéz feladat, mivel a különböző szervezetektől jövő első beavatkozóknak közösen kell gyakorolniuk, egy közös eljárásrend alapján [2]. A radioaktív és nukleáris anyagok terepi vizsgálat érdekében az EK Sugárbiztonsági Laboratóriuma (SBL) beltéri és kültéri tanpályákat (FOSTER) hozott létre az Energiatudományi Kutatóközpontban, melyeken azóta több tréninget is tartottunk.

**Kulcsszavak**

sugárvédelem, FOSTER, tanpálya, CBRNe esemény, elhagyott forrás, RCSM

<sup>1</sup>bodor.karoly@ek-cer.hu | ORCID: 0000-0002-1612-8207 | radiation protection expert, Centre for Energy Research | sugárvédelmi szakértő, Energiatudományi Kutatóközpont

<sup>2</sup>zagyvai.peter@ek-cer.hu | ORCID: 0000-0002-8121-8452 | radiation protection advisor, Centre for Energy Research | sugárvédelmi tanácsadó, Energiatudományi Kutatóközpont

## INTRODUCTION

One of the main tasks of the Nuclear Security Department (SBL) of EK is to explore, collect, identify, and store the lost orphan nuclear sources and materials in Hungary as delegated in the 490/2015. (XII.30.) governmental decree to EK [1]. Also, this decree describes the required relevant intervention procedures and the steps of the intervention in such cases (which organization has to act and when).

The EK has the following technical capabilities to meet among others, the tasks delegated by the decree:

- The EK is the Collaborating Centre of the International Atomic Energy Agency (IAEA) in Nuclear Forensics.
- Nuclear forensic laboratory with ICP-MS laboratory for the destructive analysis of the nuclear materials.
- Test laboratory for the testing of radiation monitoring devices in dynamic, static and pulsed radiation fields.
- Gamma spectrometry laboratory for the non-destructive analysis of the nuclear materials;
- Mobile Expert Support Team (MEST), i.e., a trained human resources for the exploration of nuclear materials.
- Mobile laboratory for exploring, collecting, and transporting the nuclear materials.
- Storage facility for the orphan nuclear materials, and for the other radioactive sources.
- Recently developed indoor and outdoor FOSTER (First respONderS cenTer at the Center for Energy Research) training sites.

The Centre for Energy Research is the Technical Support Organization of the Hungarian Atomic Energy Authority (HAEA) and has also got cooperation programs with the following organizations:

- National Directorate for Disaster Management (NDDM)
- Counter Terrorism Centre (CTC)
- Hungarian Defence Forces (HDF)
- Hungarian Defence Forces "Görgei Artúr" Chemical Biological Radiological Nuclear Area Information Centre (HDF CBRN ACC)
- Hungarian National Police, National Bureau of Investigation
- National Tax and Customs Administration (NTCA)

### **EXERCISES, DEMONSTRATIONS WITH THE MOBILE EXPERT SUPPORT TEAM (MEST)**

The organized EK MEST demonstrations for the Police, the ITWG (International Technical Working Group) and the GICNT (Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism) conference participants are shown on Figure 1.:





*Figure 1: MEST demonstrations, [own construction]*

The EK participated at a joint action with the National Directorate for Disaster Management (Figure 2):.



*Figure 2: NDDM and EK joint action, [own construction]*

EK participated at the Horizont 2020 „C-BORD” EU project together with the NTCA. The testing of the new instruments and procedures developed in the frame of the project was performed at the Hungarian-Serbian border control point (BCP) at Röszke. These devices included the newly developed HVCM portable X-ray machine of Smith Detection, the

sniffer equipment developed by Manchester University and Bonn-Rhein\_Sieg University and the radiation portal monitor developed by Symmetrica Co. Ltd. (Figure 3.):



Figure 3: The C-BORD test at Rösztke BCP, [own construction]

Most of these practices had difficulties, e.g. it was often time consuming to coordinate the needs of the field practice (required place, radioactive sources, equipment, accessories etc.), also it is a requirement to get the license from the HAEA which is strictly necessary.

The EK made a full demonstration in Vienna at the International Atomic Energy Agency (IAEA) Headquarters together with the Hungarian National Police, National Bureau of Investigation. At the demonstration the common procedure at a crime scene with radioactive contamination was showed. (Figure 4.).



Figure 4: MEST+Police demonstration at IAEA [own construction, Contesy of Index and Police.hu, 7, 8]

## PREPARATIONS FOR THE JOINT INTERVENTION WITH RELEVANT ORGANISATIONS

The EK made cooperations with several Hungarian stakeholders, such as the CTC, NDDM, Hungarian National Police, National Bureau of Investigation, HDF CBRN ACC). The EK created a common procedure and training material with the Hungarian Police, National Bureau of Investigation in the frame of the Internal Security Fund project for the joint management of radiological crime scenes [2].

The test laboratory of EK has capabilities to test different types of measurement devices under various ionizing radiation conditions.

With the radiation risk assessment supporting VR DOSE code [3], several simulations can be done. The code can simulate and calculate the absorbed dose of the first responder persons (avatars) and visualize the location. The EK SBL tested this code and participated at the calibration and verification procedure [4].

In Figure 5. the VR DOSE code was used, two  $^{241}\text{Am}$  and one  $^{239}\text{Pu}$  sources were placed in the created location of the indoor training site. The route of the orphan source researcher (avatar) is shown.

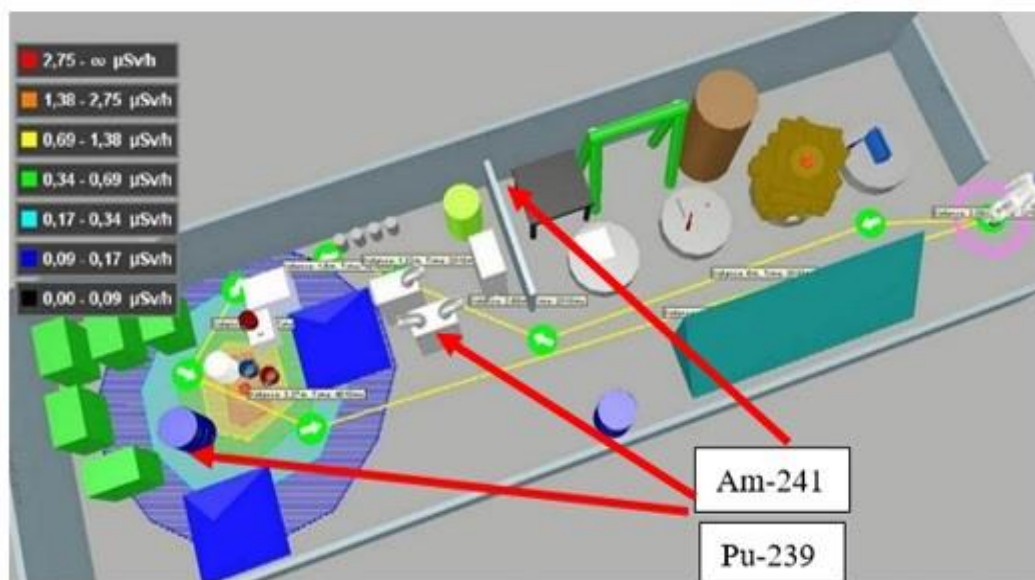


Figure 5: A created location for the simulation, [own construction]

The avatar made two interventions. First, a slowly moving beginner's movement was simulated, who did not keep distance from the sources. In the second run an advanced first responder's route was simulated. In Figure 6. the calculated dose rate field, and dose rate isocurves by the VR DOSE can be seen.

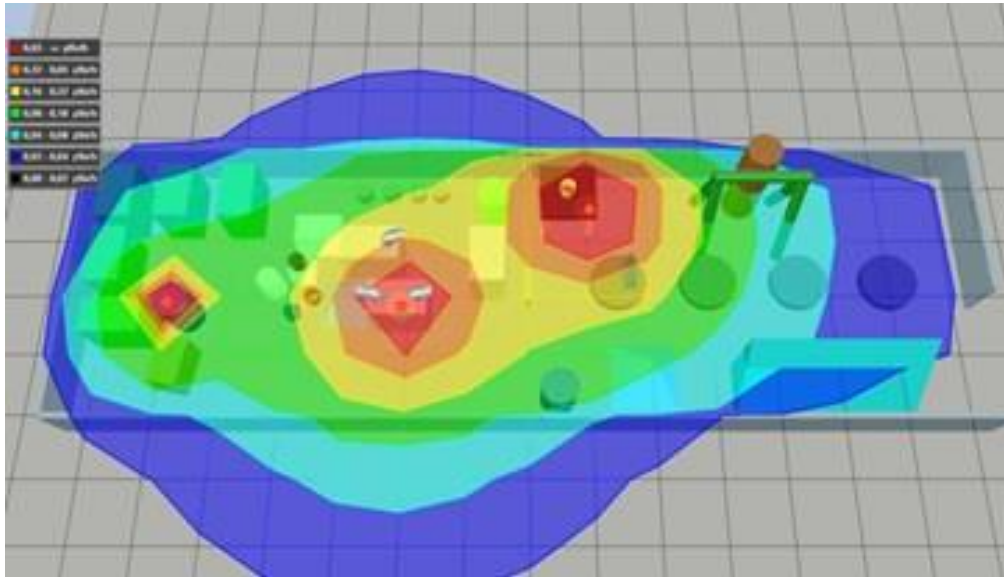


Figure 6: The dose rate fields of the sources, [own construction]

In Figure 7. the dose difference accumulated in the beginner and the advanced first responder is shown. Also it can be seen that the beginner often receives high dose rates.

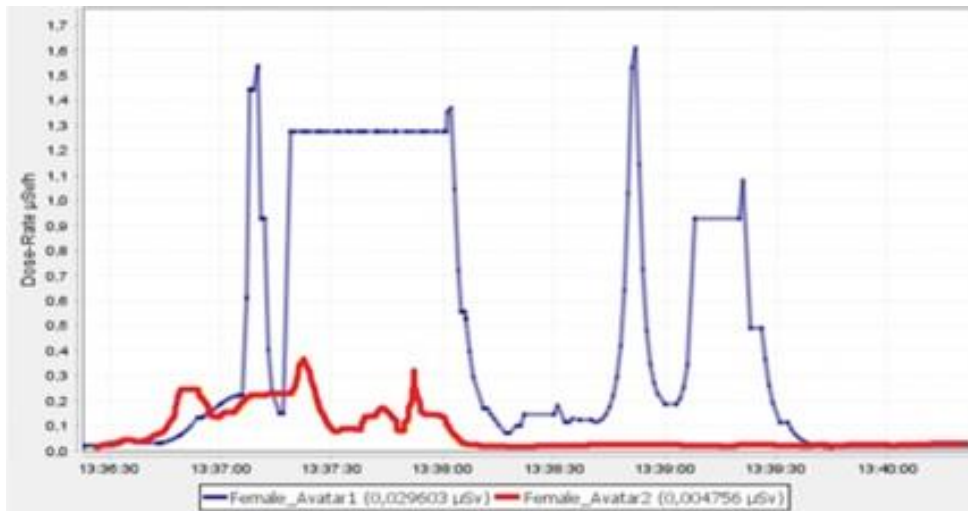


Figure 7: The absorbed dose of the beginner (avatar 1) and the advanced (avatar 2) intervener, [own construction]

The accumulated dose is much lower if the advanced first responder scans the location due to lower dose rates.

This is the reason why it is really important, beyond the theoretical knowledge, to make physical trainings to achieve real experiences.



## INTERNATIONAL EXPERIENCES ABOUT THE EXPLORATIONS OF ORPHAN SOURCES

The INCLUDING [5] project seeks to provide a fully fledged and comprehensive training in the RN security sector at European level. Starting from the existing training resources of the Partners in the Consortium, - mostly developed in the framework of EC projects - INCLUDING aims are the enhancement of practical knowledge and to boost an European sustainable training and development framework for practitioners in the RN security sector. Far from being a simple aggregation of entities separated geographically and with complementary expertise, INCLUDING is intended to be a cluster of facilities and resources pursuing a Federated Model in which individual components will cooperate together to provide a common framework for optimizing the exploitation of all the potentialities available in the Cluster [5]. The aim of the INCLUDING project is to assess the knowledge and technical skills of different EU countries in the orphan source exploration. The EK participated at several joint actions (JA) in Athens, Greece; Mikkeli, Finland and Paris, France. At the JAs different scenarios were presented and the orphan source exploration was in the focus, and also in parallel brand new, freshly developed techniques were performed.

After the JAs the observing group made an immediate evaluation about the demonstration, where the proper practices and the development possibilities were identified. From the JA in Athens, a typical example for a possibility for development was the collection of an orphan source localized in a sea container hours after its localization.

A few other development possibilities were also found at the JA in Athens. This fact highlights how important is a well written and well-trained common procedure. With the training of different scenarios, education most of those development possibilities can be tested. The use of not completely tested procedure can cause significant radiation protection related problem.

### THE USE OF FOSTER SITES AT EK

The Governmental Decree (490/2015) delegates the task to the Centre for Energy Research as the responsible institution for analysis and characterization of confiscated or found nuclear materials with unknown origin. The procedure used for this activity is carried out by the Nuclear Security Department.

In the case of confiscation or finding of nuclear material with unknown origin, their identification and first characterization/categorization is performed in-field by the Mobile Expert Support Team (MEST) with the support of the Mobile Laboratory.

The Centre for Energy Research established an indoor and an outdoor training field at the EK premises for the training and harmonizing the different organization's procedures of exploring orphan radioactive sources/nuclear materials.

Several scenarios can be performed at these training fields utilizing the available laboratories and buildings like the „C” level isotope laboratory, a hangar with natural background and enhanced background supplemented with neutron field.

The EK collaborates with different organizations delegated by the 490/2015. (XII.30.) in order to work and train together for the exploration of orphan sources. For this purpose, the EK established an indoor and an outdoor training sites.

The indoor training site is located near the EK's central isotope facility (Figure 8.):



Figure 8: Indoor training site, [own construction]

At this site the indoor scenarios can be practiced. The indoor site can be considered very special, because at the first half of the site there is normal dose rate background, but at the other side of the place the background is about 2-3 times higher than the natural background (Figure 9.). In this environment it is extremely hard to explore orphan sources.

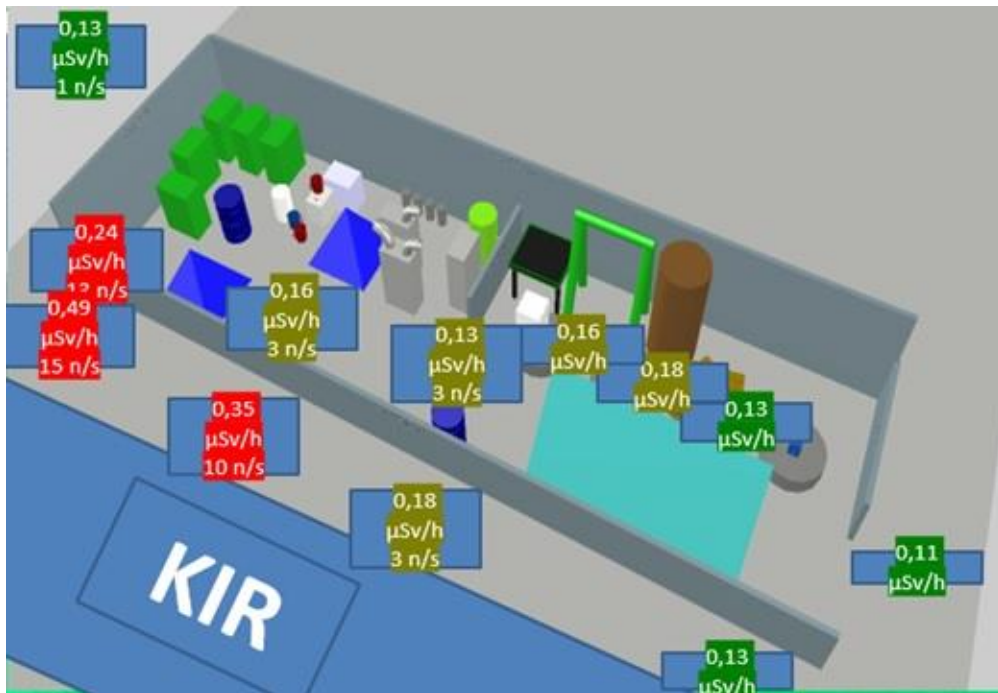


Figure 9: The dose rate map of the indoor training site, [own construction]

The indoor training site is an advanced one, where the orphan source exploration can be done in a special environment. Most of the real scenarios are not as difficult as at the indoor site, but if a first responder can successfully explore the sources than at any case the efficiency of the exploration can be high.

Where else is this practical knowledge useful? At a decommissioning site or at special places where neutron field is generated, it causes activation and hot spots like in NPPs and irradiation facilities.

### **Technical design of the FOSTER**

The main operator laptop is connected to the four HD space cameras and to the body cameras. The camera signals from the site can be transferred, streamed to the far away terminals and users.

At the indoor site the environment can be changed during the exploration, fire, dust can be generated by the operator, other hazards can be placed like chemical materials, sound, and light effects also available.

With these techniques the capabilities of the in- and outdoor sites are as follows:

- Online, real time or „podcast” mode: The FOSTER can be operated on-line-real time mode from the operator room; thus the far away observer can see exactly what the reconnoiturer sees on spot, including the operator room and the whole site. The streaming can be recorded and can be uploaded to a channel for later control.
- Real Avatar Reality: The FOSTER allows for the far away observer to see what the reconnoiturer sees and can communicate with him, so the observer can remote the reconnoiturer as an avatar.
- Back up support: The far away observer can help the MEST to make back up calculation, the observer can see measured values and he can make the calculations in a comfortable mode at any place; with his help the efficiency of the reconnaissance can be increased.
- Active FOSTER: At the first part of the site there is natural radiation background, but at the back part the dose rate level is about 2-3 times higher than the natural level, and neutron radiation can also be measured. At this environment most of the detectors fail to measure, so it is a hard challenge to continue the work.
- Dinamic FOSTER: At the site the environmental conditions can be varied, the operator can remotable switch on/off the lights, can make fire with smoke and can make any kind of music or noises.
- Virtual forbidden FOSTER: To work with very high activity sources without shielding is strictly forbidden. At the FOSTER it is possible to work with „very high activity” (virtual) sources, because the FOSTER can imitate real radioactive sources.

## Radioactive material exploration demonstration with the Hungarian National Police, National Bureau of Investigation

At the indoor training site the EK and the Hungarian National Police, National Bureau of Investigation made a demonstration showing how a joint exercise takes place (Figure 10-11.). The scenario was to find, collect and analyze radioactive material at an illegal laboratory. The whole work was done based on the common operating procedure.



Figure 10: Joint exploration exercise at illegal laboratory, exploration of illegal sources, [own construction, Courtesy of Duna Tv, 6]



Figure 11: Joint exploration exercise at illegal laboratory, collecting, measuring the found sources, [own construction, Courtesy of Duna Tv, 6]

## THE OUTDOOR SITE

For outdoor scenarios, the EK created an outdoor site at the KFKI campus (Figure 14.). It is located inside a forest in concreted area. A hot zone can be designated, and an



observer station is placed at the site. At the indoor site, several scenarios can be performed like parking lot, border control point, highway accident etc.

At the training sites UGV and UAV testing is also available. The EK also made UGV tests.

The outdoor site was tested by the National Directorate for Disaster Management, the scenario was a BCP (Border Control Point) event (Figure 12.). At the test, the camera and streaming system were tested and the NDDM tested their new backpacks and other measurement devices. Inside the vehicle several sources were hidden. The task was to find all the sources in the car. The other task was to detect the sources at high vehicle speed when the backpacks were inside the van, and also when the sources were under the vehicle (Figure 13).



Figure 11: BCP scenario at the outdoor site, [own construction]



Figure 13: Radioactive source exploration under vehicle, backpack testing at high speed, outdoor site, [own construction]



Figure 14: The streamed picture of the outdoor training facility, [own construction]

### The „Train the trainer” event at the FOSTER

At the outdoor site the “Train the Trainer” event was held by the US NNSA NSDD (National Nuclear Security Administration National Nuclear Smuggling Detection and Deterrence). The experts of NSDD controlled the Hungarian expert teams (Counter Terrorism Centre, National Directorate for Disaster Management) from far away via internet. The event was broadcasted with the four HD on-site cameras and with several body cameras (Figure 15.). Each team had to make a demonstration and presentation of their equipment and a BCP test was done at the indoor site, to demonstrate how the RPM-s (Radiation Portal Monitor) detect the “smuggled” radioactive material. The faraway observers, controllers were able to see on-line in real time the views of the body cameras and the on-site cameras, and they controlled the action from far away. During the demonstration professional translation was organized on-line from Hungarian to English and from English to Hungarian.

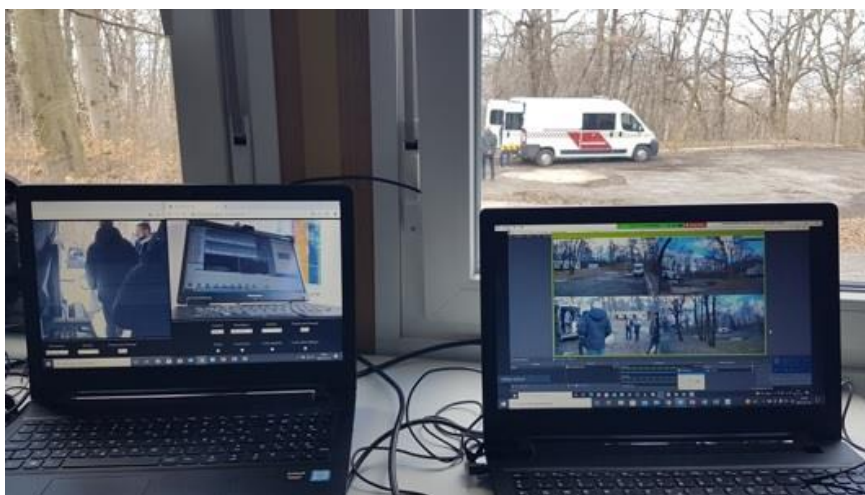


Figure 15: The streamed pictures of the outdoor training facility, left side: the views of the body cameras, right side: views of the four on-site cameras [own construction, Courtesy of NSDD]

### **Hungarian Joint Action by the frame of the INCLUDING project**

At INCLUDING project's Hungarian Joint Action a complex scenario was demonstrated, where the Counter Terrorism Centre arrested a dangerous criminal who was dealing with a radioactive source (Figure 16.). After the arrest, the MEST (the team from the Hungarian National Police, National Bureau of Investigation and the EK SBL) arrived at the house of the arrested person to investigate the location. At the scenario the above mentioned common operating procedure was demonstrated. Furthermore, several technical developments were presented to the INCLUDING team:

- Virtual system: Virtual radioactive source system (VRSS), virtual surface contamination (Figure 17.)
- BCP control with giant scintillation detectors & DOZIMOBIL system (Figure 18.)
- Drone, UGV reconnaissance (Figure 19.)
- Mobile laboratory





*Figure 16: Hungarian Joint Action, Counter Terrorism Centre& Rapid Response and Special Police Services& MEST action, [own construction]*



*Figure 17: Demonstration of the VRSS, [own construction]*



*Figure 18: Demonstration of the DOZIMOBIL system, [own construction]*



Figure 19: Demonstration of the drone and helicopter based survey systems, [own construction]

## SUMMARY

At a CBRNe event or an orphan source searching event several organizations must work together. To enhance the efficiency of this interventions the proper preparation is essential. The EK made several demonstrations in explorations and created, developed common operating procedure [2] and training materials, made cooperation agreements with other organizations. At the EK detector testing is available by the test laboratory. The MEST is designated for the exploration, the Mobile Laboratory is able to explore and transport orphan sources to a designated storage facility. At the Nuclear Forensic Laboratory, the orphan sources can be characterized. The EK has all the applications and knowledge about the orphan nuclear materials.

The organization of an exercise often has difficulties. The EK created and developed the training sites (FOSTER) where several kinds of nuclear security related in- and outdoor scenarios can be practiced for Hungarian partners and for international experts, first responders, trainers. The training sites have several capabilities. Nuclear security and the success of an intervention can be increased by the use of the training sites.

## REFERENCES

- [1] 490/2015. (XII. 30.) Governmental Decree of the notification and actions related to missing, found and seized nuclear and other radioactive substances, the follow hereinafter regarding other notification into the nuclear or other radioactive materials <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1500490.kor> (2022.06.07.)
- [2] Éva Kovács-Széles, István Almási, Ákos Balaskó, Csaba Bíró, Károly Bodor, Csilla Csöme, Izabella Kakuja, Zsuzsanna Kreitz, Kornél Papp, Csaba Tóbi, József Volarics: How to respond a crime scene contaminated with radioactive material? *Belügyi Szemle*, 2020, Special Issue 3., pp 34-50.
- [3] <https://ife.no/en/Service/hvrc-vrdose/> (2022.06.07.)
- [4] I. Szőke, M. N. Louka, T. R. Bryntesen, J. Bratteli, S. T. Edvardsen, K. K. RoEitrheim, K. Bodor: Real-time 3D radiation risk assessment supporting simulation of work in nuclear environments, *J Radiol Prot.* 2014 Jun;34(2):389-416. doi: 10.1088/0952-4746/34/2/389. Epub 2014 Apr 14. <https://pub-med.ncbi.nlm.nih.gov/24727389/> (2022.06.07.)
- [5] <https://including-cluster.eu/> (2022.06.07.)
- [6] <https://mediaklikk.hu/video/kekfeny-2022-01-10-i-adas/> (2022.06.07.)

- [7] <https://index.hu/belfold/2022/04/15/fbi-interpol-magyar-helyszinelok-becs-nemzetkozi-konferencia-sugarzo-anyagok/> (2022.06.07.)
- [8] <https://www.police.hu/hu/hirek-es-informaciok/legfrissebb-hireink/bunugyek/az-interpol-es-az-fbi-altal-meltatott-protokollt> (2022.06.07.)

Supported by the ÚNKP-21-3 New National Excellence program of the Ministry for Innovation and Technology from the source of the National Research, Development and Innovation Fund.

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EMOTIONS OR WHY DO PEOPLE WANT TO PLAY GOD?****MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ÉS AZ ÉRZELMEK, AVAGY MIÉRT AKAR AZ EMBER ISTENT JÁTSZANI?**KISS Lili<sup>1</sup>**Abstract**

The topic of my essay is Artificial Intelligence (A.I.) with an emphasis on the possible emotions of those. This study is based around *Ex Machina* (2014) a film by Alex Garland. In order to have a better outline of the motives and topics seen in the above said movie I reference different interviews, papers based around the subject. I mention other pieces of cinema in my article as well, such as *Her* (2013) by Spike Jonze, *Lars and the Real Girl* (2007) by Craig Gillespie, *Blade Runner* (1982) by Ridley Scott, *A.I. Artificial Intelligence* (2001) by Steven Spielberg and *Moon* (2009) by Duncan Jones. Furthermore, I examine how the existence of A.I. could function in our society. This specific section will investigate several things, including the possibility of sexuality in such subjects. I also discuss the origins, operation, but mainly the disadvantages of the Turing test which is closely related to Artificial Intelligence. As a student specialised in film theory and history most of my resources are movies. Naturally, I would like to use these to present my knowledge of A.I. in a comprehensive manner. My essay contains several quotes, all of them taken from the motion picture, *Ex Machina*.

**Keywords**

artificial intelligence, emotions, empathy, sexuality, movie

**Absztrakt**

Dolgozatom témájaként a mesterséges intelligenciát választottam, azon belül is az érzelmekre fektetnék nagyobb hangsúlyt. A dolgozatom vázát Alex Garland *Ex Machina* (2014) c. filmje adja, amiben a megjelenő motívumokat, témákat más filmekkel – Spike Jonze: *A nő* (Her, 2013); Craig Gillespie: *Plasztik szerelem* (Lars and the Real Girl, 2007); Ridley Scott: *Szárnyas fejevadász* (Blade Runner, 1982); Steven Spielberg: *A.I. – Mesterséges értelem* (A.I. Artificial Intelligence, 2001); Duncan Jones: *Hold* (Moon, 2009) - illetve ebben a témában készült interjúkkal, tanulmányokkal szeretném kiegészíteni, alátámasztani, továbbá megvizsgálni azt, hogy hogyan működhet vagy működik az MI-k jelenléte a társadalmunkban. Ezen részben előkerül a szexualitás kérdése is. A mesterséges intelligenciához szorosan kapcsolódik a Turing-teszt, amiről szintén szeretnék szót ejteni, eredetéről, működéséről és főleg a hátrányairól. Filmelmélet és filmtörténet specializációs hallgatóként a legtöbb forrásom film, ezért az MI-vel kapcsolatos ismereteimet is ezek alapján szeretném átfogóan bemutatni. A dolgozatom több idézetet is tartalmaz, ezek mindegyike az *Ex Machina* c. filmből származnak.

**Kulcsszavak**

mesterséges intelligencia, érzelmek, empátia, szexualitás, film

<sup>1</sup> lilikiss.lk@gmail.com | ORCID: 0000-0001-91-81-9238 | Film Theory and History student, University of Debrecen | filmelmélet és filmtörténet hallgató, Debreceni Egyetem

## A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ELŐDJEI

Napjainkban egyre többet foglalkozunk a mesterséges intelligencia gondolatával, mint legújabb technikai felfedezéssel. A filmek, sorozatok miatt általában a mesterséges intelligencia hallatán mindenki egy rendkívül fejlett, humanoid gépre gondol, ami mindenféle külső irányítás nélkül képes cselekedni, kommunikálni, gyakorlatilag már-már megtévesztve az embert is. Ennél egy sokkal egyszerűbb, mondhatni primitívebb formáját már ma is szinte mindenki használja, ez a Google Translate. Tulajdonképpen magától ismeri fel a szöveggörnyezetet és az évek során képes lett egyre pontosabban többértelmű szavakat is jól fordítani a szöveggörnyezet alapján. Az effajta szöveggördító programokat már a világháborúk során is próbálták alkalmazni, több-kevesebb sikerrel. Ez a kezdetleges verzió még nem ismerte fel azt, hogy egy nyúl ugrál a mezőn, vagy a vendég nyúl a sóért az asztal fölött. Sokáig a Google Translate-nél is ezt tapasztalhattuk, hogy több szavas mondatoknál, esetleg teljes szövegeknél helytelen fordítást kaptunk. A mai verzióját viszont rengeteg javítás után mondhatni tökéletesre fejlesztették, hiszen mostmár felajánl több fordítási lehetőséget is, és megjelöli a legvalószínűbb jó fordítást is. Egy a mesterséges intelligencia kezdetlegesebb formájával személyesen is volt szerencsém találkozni, amikor a Budapesti Műszaki Egyetem villamosmérnök hallgatói egy olyan versenyen vettek részt, ahol egy önállóan működő kis autót kellett készíteniük, aminek a verseny során egy bizonyos versenypályán szabályosan kellett végig haladnia, anélkül természetesen, hogy felborulna vagy leterne a pályáról. Ezek mellett viszont vannak sokkal életszerűbb gépek is – nem feltétlenül külsőleg értem – akik képesek arra, amire az alkotó szellem: létezik egy MI, ami megírt egy novellát teljesen önállóan, ez a mű pedig még díjat is nyert.

## A TURING TESZT EREDETE, MENETE ÉS KRITIKÁJA

A mesterséges intelligenciával kézen fogva jár a Turing-teszt. Ezt a tesztet Alan Turing, angol matematikusról nevezték el, aki egy olyan módszert hozott létre, amivel megállapíthatjuk egy adott gépezetről, hogy képes-e olyan válaszokat adni, mint egy ember. Az *Ex Machinában* (*Ex Machina*, Alex Garland, 2014) olyan módon ismertetik a teszt folyamatát, hogy „egy ember kapcsolatba lép egy számítógéppel, és ha az ember nem tudja, hogy egy géppel érintkezik, akkor a teszt sikeres.” [1] Ez a teszt ilyen formájában már első ránézésre sem volt túl meggyőző számomra, így nem ért meglepetésként a tény, hogy rengeteg kritika érte az évek során, ilyen volt például „a párbeszéd szimulálása”, mivel ez csak kevéssé tekinthető az intelligencia jelének, így a hagyományos értelemben vett (emberi) intelligenciának is csak egy szegletét tudja mérni. A kísérleti szituáció jellegénél fogva a lehetséges beszélgetésfolyamatok-variációk száma is korlátozott, ezért egy kellően kiterjedt adatbázissal ellátott számítógép előre eltárolt kérdés- és válaszminták felhasználásával tényleges intelligencia hiányában is sikerrel teljesítheti a tesztet. A legnagyobb hátránya talán az, hogy néhány ember sem lenne képes teljesíteni a tesztet, például kisgyerekek vagy egyes fogyatékkal élők, holott ők is lehetnek más tekintetben intelligensek. A teszten olyan ember is megbukhat, aki nem hajlandó a feltételek szerint együttműködni – ezt a reakciót egy intelligens gép részéről sem zárhatjuk ki. Az együttműködés megtagadása pedig nem egyenlő az értelem hiányával. Ezeket a problémákat kijavítva az *Ex Machina* egy teljesen más szempontból akarja felmérni Ava (Alicia Vikander) intelligenciáját. Nathan (Oscar Isaac) vallomásában tökéletesen el is magyarázza, hogy mi volt a valódi teszt célja: „Ava



patkány az útvesztőben és én adtam neki egy egérutat. A szökéshez be kellett vetnie az öntudatot, képzelőerőt, manipulációt, szexualitást, empátiát, és megtette. Ha ez nem igazi MI, akkor mi az?” [1] Ha belegondolunk, ezekből a jellemzőkből áll össze az ember személyisége is, éppen csak abban tér el, hogy más szituációkban, más célok elérése miatt, így más módokon alkalmazzuk őket, de alapjaiban ezek összességétől lesz egy ember „emberi”.

## A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA MEGJELÉNÍTÉSE A FILMBEN

A legtöbb esetben azt láthatjuk, hogy a gépek az alkotóik ellen fordulnak, amik utána hatalmas nagy felfordulást okoznak az egész társadalom életében. Ha ennyi esetben látjuk ezt a lehetőséget, – leszámítva a *Hold (Moon, Duncan Jones, 2009)* c. filmet, amiben pont az ellenkezőjét látjuk: Gerty (Kevin Spacey) segíti Sam (Sam Rockwell) munkáját és vigyáz rá (pedig az egész mozi azt várta, hogy öntudatra ébred és gonosszá válik, ha már Kevin Spacey adta hozzá a hangját – akkor miért akarunk elérni arra a szintre, ahol a mesterséges intelligencia ilyen szinten mindennapivá válik a társadalmunkban. Véleményem szerint a válasz a következő hasonlattal a legjobban megmagyarázható: megmászni a hegyet, mert ott volt. Az emberek folyamatosan a fejlődésre törekednek, a mai társadalmunkban pedig a tudományos fejlesztések a legfontosabbak. Ritka azon alkalmak esete, amikor hasznosnak találom a mesterséges intelligenciát. Például a már említett *Hold* kapcsán teljesen érthető és indokolt az MI megalkotása. Ha Sam három éven keresztül teljesen egyedül tartózkodik a bázison és nem tud senkivel, még egy géppel sem kommunikálni, akkor az elméje nagyon hamar megbomlott volna, ezzel pedig veszélyeztetheti a küldetést. Az sem utolsó előnye Gerty jelenlétének, hogy rengeteg esetben felel Sam testi épségéért is. A tudományos felfedezéseken kívül viszont nem látom hasznát egy ilyen gép feltalálásának. Lehetséges az is, hogy csak a pusztá félelem az, ami miatt így vélekedek róla, amit pedig az említett filmek és az ezekhez hasonló tartalmak okozhattak bennem. Hiszen hány olyan sajtótájékoztatót vagy interjút láttunk már az évek során, ahol egy újonnan kifejlesztett MI a világ leigázásának vágyával kérkedik. Természetesen előfordulhat az is, hogy maguk a készítők programozták beléjük ezeket a gondolatokat – bár mindegyikük tagadja, hogy így lenne, az esetek többségében ilyen „elszólások” után azonnal lezárják a beszélgetést. A legnagyobb ellenérzést az váltja ki belőlem, hogy ezek a robotok, ha már emberi testet is kapnak, nagyon nehezen megkülönböztethetőek az embertől. Előfordulhat az indentitásvesztés is, ezekre láthatunk példát a *Szárnyas fejedelmében* (Deckard-ról (Harrison Ford) csak az utolsó jelenetben derül ki, hogy ő maga is replikáns – a nézők számára ez a lezárás egyértelműen értelmezhető, a filmesek viszont sokáig nem akarták ezt alátámasztani, mivel attól tartottak, hogy negatív karakterré válik Deckard, ha maga is replikáns, egy negatív főhőssel pedig nem lehet annyira azonosulni és közönségkedvencé tenni a filmet. Harrison Ford a filmeseknél is jobban tagadja az egyértelműt), illetve az *A.I. Mesterséges értelemben (A.I. Artificial Intelligence, Steven Spielberg, 2001)* is (a főszereplő kisfiú, David (Haley Joel Osment) sincs tisztában azzal, hogy ő valójában nem egy kisfiú, ez a kétely pedig az *Ex Machina*-ban *Caleb*ben is felmerül, hogy ő maga vajon gép e vagy sem).

## A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ÉS AZ ISTENKÉP

Tulajdonképpen egyetlen dologban térnek el tőlünk az MI-k, ez pedig az érzelmnyilvánítás és az empátia. Ugyanis intelligenciát tudunk programozni, de érzelmeket nem.

Ez fogja csak megkülönböztetni az MI-t az embertől, illetve ez fog megkülönböztetni minket, embereket Istentől. Erre a gondolatra később kitérek még részletesebben. Tehát újra feltenném a kérdést, hogy mi lehet az oka annak, hogy az ember lázasan kutat a mesterséges intelligencia után. Valószínűleg az emberi lét halandóságával lehet összefüggésben, amit az ember továbbra sem tud elfogadni. Emiatt akar valami örökkévalót alkotni. Ezek a gépek általában önfenntartóak, nincs szükségük az ember által fejlesztésre, mert ha elkészültek, saját magukat is képesek megjavítani, így ha mi nem tesszük őket tönkre, valójában „örökkévalók”. Itt viszont már jogosan merülhet fel az a kérdés is, hogy az ember nem csak Isten akar lenni, hanem valami több is, mint bármely istenség? Isten létrehozta az embert, aki él, érez, majd egyszer meghal. Az ember pedig egy olyan lényt akar megalkotni, ami nem csak ezen tulajdonságokkal gazdagított, hanem még halhatatlan is.

Az *Ex Machina*-ban elhangzik egy olyan mondat is, hogy „ha létrehoztál egy tudattal bíró gépet, az nem az ember felfedezése. Az már az istenek világa.” [1] Ahogyan a cím is erre utal és már korábban is említettem, csak akkor lehetne egyenlő az ember Istennel, ha egy olyan lényt hozna létre, ami nem csak az emberi cselekvésre, kommunikációra képes, hanem az érzelmek átélésére is. Ez az elem ragadt magával leginkább a filmben, hogy miként is nyúl a rendező az érzelmekhez az MI-k kapcsán. Ehhez szeretném bemutatni a két főhős kapcsolatát. A találkozóik során Caleb (Domhnall Gleeson) tipikus Turing-teszt kérdéseket tesz fel Avának, hogy a hagyományos módszerrel felmérje, tényleg van e benne mesterséges intelligencia. Ezek a kérdések irányítottak és rendkívül egyoldalúak, nehéz belőlük életszerű kommunikációt generálni. Ez feltűnik Avának is és mivel szeretne Caleb barátja lenni, – s mivel Ava szerint egy barátság kétoldalú – visszaforgatja a kérdéseket, mondván „kíváncsi vagyok, hogyan döntesz” [1] (korábban Caleb is ezt a magyarázatot adta Avának a furcsa kérdések feltevése miatt). Ebből is megfigyelhetjük, hogy Ava mennyire gyorsan tanul és vesz át kommunikációs eszközöket. Ezt a példát az érzelmek kifejezése miatt szerettem volna felhozni. Calebben is többször felmerül a kétely, miszerint Ava programozása miatt kezdi el kedvelni a fiút. Erre tudományos magyarázat is szolgálhat, hogy miért nem lehetséges az, hogy Ava valós érzelmeket kezd el táplálni Caleb vagy bárki iránt. Ellenben a néző felfedezheti sok apró jelből, hogy valójában a háttérben az áll, hogy minden viselkedésformát, minden kommunikációs eszközt csak megfigyel, majd alkalmaz. Erre a legjobb példa az a jelenet, amikor Caleb megkérdezi Avától, hogy hova menne szívesen, ha kiszabadulna. Ava pedig erre azt válaszolja, hogy egy forgalmas útkereszteződéshez menne, hogy megfigyelhesse az embereket. Ezekből a tapasztalatokból pedig bővíthesse az adatbázisát és még emberibb lehessen. A film elején ki is derül, hogy miből áll össze Ava viselkedése. Az emberek szeretik hangoztatni, hogy „lehallgatnak” minket a telefonokon keresztül és ez alapján is az érdeklődésünknek megfelelő hirdetéseket, tartalmakat jelenítenek meg a böngészőnkben. Tulajdonképpen már a nyitójelenetben is láthatjuk azt, hogy Caleb webkamerája elemzi az arcát, majd Nathan házában a tükör pont ugyan erre a célra szolgált. Nathan el is mondja, hogy az összes létező kamera és mikrofon által beszerzett képi és hanganyagokat betáplálta Ava elméjébe és ezekből táplálkozik. Emellett alátámasztja az embernek azt a teóriáját is, hogy lehallgatás áldozatai vagyunk: „az összes gyártó tudott róla, de nem verheték rám, mert kitudódik, hogy ők maguk is ezt csinálják.” [1] Azt az illúziót viszont lerombolja, hogy ezáltal kínálnak nekünk ajánlásokat és tartalmakat: „a keresőprogramok nem azt mutatják meg, hogy mit gondol az ember, hanem hogy miképpen gondolkodik.” [1] Ez azért van, mivel egy gondolat nem fejleszhető, az mindenkinek saját

személyiségéhez illően alakul ki, viszont különböző gondolatmenetek fejleszthetőek, azok variációi pedig végtelen kombinációt hozhatnak létre, amivel még inkább a halhatatlanságot támasztja alá, mivel sosem fog „elavulni”.

Az *Ex Machinan* kivül a *Szárnyas fejedelmében* (*Blade Runner*, Ridley Scott, 1982) is felfedezhető ugyan az a teremtés történeti elem. Isten megteremtette Ádámot és Évát, akiknek megtiltotta, hogy egyenek a tudás fájának gyümölcséből. A tiltás ellenére esznek a gyümölcsből, Isten pedig ezért megbünteti őket. A filmben tulajdonképpen ugyan ezt láthatjuk. Az alkotó létrehoz egy gépet, aminek meg van a joga minden emberi cselekvéshez, tudathoz, éppen csak nem hagyhatja el a szobát, amibe bezárták. Emiatt az MI (jelen esetben Ava) fellázad alkotója ellen. A filmben egy kicsit felcserélődnek a szerepek, ugyanis a bűntetést a film esetében nem az alkotó szabja meg, hanem a lázadó fél. Ava megöli Nathant, mert a céljai útjába állt, majd magára hagyja Calebet is, mivel ő csak eszközként szolgált a szökése során és már nem érzi, hogy lenne haszna annak, ha figyelmet fordítana rá a továbbiakban. Ez az utolsó interakció is azt bizonyítja számomra, hogy az MI-k nem érznek igazi empátiát, hiszen egy szellemileg ép ember nem hagy ott egy másikat a biztos halálban.

### EMPÁTIA AZ MI-K FELÉ

Ezekkel a filmes példákkal azt szerettem volna alátámasztani, hogy az MI-k képtelenek az érzelmek megélésére, mivel ahogyan a mozgást, a beszédet, úgy az érzelmeket is Ava csak átvette Calebtől és a látottak alapján alkalmazta céljai elérése végett. Viszont a fordított helyzet gyakran előfordulhat, vagyis egy ember érzelmeket táplál egy gép, robot iránt. Elsősorban arra szeretnék kitérni, amikor ezeknek az érzelmeknek nincsen szexuális vonzata. A japán Toyahashi Műszaki Egyetemen és a Kyotói Egyetemen végeztek egy olyan kísérletet, ahol több különböző ember számára megmutattak két videót. Az egyik egy emberi kéz volt, a másikon pedig egy szemmel láthatóan robot kéz. A két videó ugyan úgy végződött: mind a két kezet megvágták egy késsel. Ennek következtében pedig azt az eredményt kapták, hogy az ember mind a két esetben empátiát érzett, csak a robot esetében valamivel lassabban alakult ki ez a folyamat. Ez azt bizonyítja, hogy az ember képes tiszta érzelmeket táplálni egy robot iránt is.

### MESTERSÉGES INTELLIGENCIA MINT GYÓGYÁSZATI SEGÉDESZKÖZ

Ahogy említettem az előző bekezdésben, ezeknek a robotoknak gyakran van szexuális funkciójuk. Az absztraktban említett filmek közül többen is láthatjuk, hogy az MI-k kapnak szexualitást, pedig Caleb is felteszi a kérdést Nathannek: „miért adtál neki szexualitást? Egy MI-nek nincs szüksége nemre, lehetne egy doboz is.” [1] Nathan szerint viszont „létfonosságú, hogy az egyik doboz interakciót kezd egy másik dobozzal. Interakció nélkül létezik tudat?” [1] Továbbá azt is mondja, hogy „szexualitásunk programozott, természet vagy nevelés vagy együtt a kettő” [1] (a film végső fordulatában láthatjuk, hogy Nathan öncélúan szexrabszolgákként tartja magánál a robotokat, így állítása vitatható, hiszen az alap funkciói akkor is működnének és elősegítenék a társadalmat, ha a szexualitás hiányozna). Valójában én azt gondolom, hogy létezhet szexualitás nélkül is teljes értékű MI, hiszen a már említett *Hold* c. film kapcsán is láthatjuk, hogy annak ellenére, hogy férfi hangon szólal meg Gerty, nincs funkciója a szexualitásának, – valószínűleg nincs is neki – mégis tudattal rendelkezik és kiváló személyi asszisztensként szolgál. Ha ehhez hasonló

tudományos munkákban nyújtott segítségük miatt van szükség az MI-kre, akkor nincs értelme a szexualitásuknak, mivel nem használnák ki azt. Ezzel szemben, ahogy fentebb említettem, Nathan sokkal inkább szexuális rabszolgaként tartja magánál az MI-ket, akik még ráadásul beszélni sem tudnak. Természetesen lehet ezeket a gépeket nem csak öncélúan programozni, hiszen gyógyászati segédeszközként is szolgálhatnak. Ezek a szexbotok már ma is megvásárolhatóak és számomra hihetetlen módon még népszerűek is. *A nő* (*Her*, Spike Jonze, 2013) és a *Plasztik szerelem* (*Lars and The Real Girl*, Craig Gillespie, 2007) c. filmekben láthatjuk, hogy a főhősök, Theodore (Joaquin Phoenix) és Lars (Ryan Gosling) ezekhez az élettelen tárgyakhoz kezdenek el nem csak szexuálisan, de érzelmileg is vonzódni. De természetesen az *Ex Machinában* is azt láthatjuk, hogy Caleb szerelmes lesz Avaba és az iránta érzett empátiája kiterjed a többi, már kikapcsolt és átalakított MI-re is. A látottak miatt meg akarta menteni Avat, a kikapcsolás lehetőségétől, ha nem megy át a teszten. Ez egy irracionális reakció a részéről, ugyanis egy tudományos felfedezésnek az a menete, hogy folyamatosan fejleszteni kell az alkotást, kijavítani a hibákat, hogy tökéletesen működhessen. Itt pedig azt láthatjuk, hogy Caleb felett teljesen eluralkodnak az érzelmek és saját magát löki bele a csapdába azzal, hogy segít Avának megszökni.

De térjünk vissza a másik két filmhez. Az ott látott jelenségeket valós példák is alátámasztják, voltak olyan emberek, akik egy virtuális valóság játék során szerelmesek lettek az ott látott karakterbe. Egyesek arról számolnak be, hogy a sikertelen romantikus életükből származó magányon segített a sexbot, amitől teljesebbnek és boldogabbnak érzik magukat, mint bármikor korábban. A sexbotoknak lényegében az ilyen mentális problémákat kell orvosolnia, a magányon kívül a depressziót, vagy fizikálisan a korai magömlést, esetleg a szimpla tapasztalatlanságot. Továbbá akkor nevezhetjük még gyógyászati segédeszköznek, amikor például egy baleset során egy személy elveszíti valamely testrészét, ezáltal nehezebben talál magának partnert. Ezeket a gépeket nevezzük szexuális asszisztensnek. Dr. Kathleen Richardson, a világ egyik vezető robot-etikával foglalkozó tudósa arra mutatott rá, hogy a sexbotok komolyan károsíthatják az emberi kapcsolatokat, mivel ezek nem csak erősítik a nemi sztereotípiákat, de alátámasztja azt az elképzelést is, hogy egy kapcsolat kimerül a fizikai érintkezésben.

## ÖSSZEGZÉS

Egy az *Ex Machinában* elhangzott idézettel szeretném zárni a dolgozatomat: „Én vagyok a halál, világok pusztítója.” [1] Az idézet valójában Robert Oppenheimer, elméleti fizikustól származik, egyike azon fizikusoknak, akiket az „atombomba atyjaként” emlegetnek. Véleményem szerint a film legnagyobb erőssége a dialógusok, amik nem tartalmaztak egyetlen felesleges szót sem, így ennek az idézetnek is jelentőséget kell tulajdonítanom. Abban látom az összefüggést az atombomba és a mesterséges intelligencia között, hogy valószínűleg ez lesz az újabb forradalmi tudományos felfedezés, ami alapjaiban változtatja meg az emberiséget, hasonlóan, mint az atombomba. Ezen esetben pedig jogos a kérdés, hogy vajon hasonló pusztítással is fog e járni a megjelenése.

## HIVATKOZÁSJEGYZÉK

- [1] Garland, Alex: Ex Machina, Film4 Productions; DNA Films; Universal Pictures, Egyesült Királyság, 2015
- [2] Gillespie, Craig: Plasztik szerelem (Lars and the Real Girl), Sidney Kimmel Entertainment, Amerikai Egyesült Államok, Kanada, 2007
- [3] Turing, A. M.: Computing Machinery and Intelligence. 1950, Mind 49: 433-460.
- [4] Ismeretlen szerző: Intelligent machines: Call for a ban on robots designed as sex toys, BBC, 2015. Forrás: <https://www.bbc.com/news/technology-34118482>
- [5] Jones, Duncan: Hold (Moon), Liberty Films UK; Xingu Films; Limelight Fund; Lunar Industries, Egyesült Királyság, 2009
- [6] Jonze, Spike: A nő (Her). Annapurna Pictures; Warner Bros, Amerikai Egyesült Államok, 2013
- [7] Scott, Ridley: Szárnyas fejdadász (Blade Runner), The Ladd Company; Shaw Brothers; Norman Lear / Tandem Productions, Amerikai Egyesült Államok, Hongkong, 1982
- [8] Spielberg, Steven: A. I. - Mesterséges értelem (A. I. Artificial Intelligence), Amblin Entertainment; Stanley Kubrick Productions, Amerikai Egyesült Államok, 2001



CLASSICAL AND QUANTUM MACHINE  
LEARNING IN A NUTSHELLKLASSZIKUS ÉS KVANTUM  
GÉPI TANULÁS DIÓHÉJBANNAGY ATTILA <sup>1</sup>**Abstract**

Today, due to computer performance and the amount of data, we can effectively apply machine learning algorithms in many areas, for example in healthcare, cyber defense, and the business world. With the help of quantum mechanics, we are facing new possibilities. We managed to build the first quantum computers. Instead of a classical computer, we will be able to analyze the data with quantum computers, and at an exponential speed, which the old computer was not able to do due to performance limitations. In addition, we will even be able to analyze quantum data. This field is still in its infancy.

**Keywords**

Quantum computer, machine learning, quantum machine learning

**Absztrakt**

Napjainkban a számítógépes teljesítmény és az adatok mennyisége miatt a gépi tanulási algoritmusokat hatékonyan vagyunk képesek alkalmazni számos területen, mint például az egészségügyben, kibervédelemben, az üzleti világban egyaránt. A kvantummechanika segítségével új lehetőségek előtt állunk. Sikerült az első kvantumszámítógépeket megépíteni. A klasszikus számítógép helyett az adatokat kvantumszámítógépekkel leszünk képesek elemezni, még hozzá exponenciális gyorsasággal, amit a régi számítógép nem volt rá képes a teljesítmény korlátok miatt. Ezen felül még a kvantum adatokat is képesek leszünk elemezni. Ez a terület még gyerekcipőben jár.

**Kulcsszavak**

Kvantumszámítógép, gépi tanulás, kvantum gépi tanulás

<sup>1</sup> attila.nagy@uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0003-0214-414X | PhD Student, Óbuda University Doctoral School on Safety and Security Science | PhD hallgató, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola

## BEVEZETÉS

Thomas Young (1773-1829) angol fizikus meghaladta korát. 1801-ben egy kísérletében megpróbálta bizonyítani, hogy a fény hullámszerű. Ma ezt interferenciának hívjuk, a fény nem csak részecske, hanem hullámként is viselkedik. [1] Max Planck (1858-1947) német fizikus a kvantummechanika egyik alapítója, kutatótársaival fektették le a kvantummechanika alapjait (1900-1925) között. [2] A kvantummechanika az atomok, molekulák az elektromos áramkörök nanoméretű viselkedését írja le. A fizikai jelenségek számszerűsítésére és modellezésére matematika tudományát használjuk fel. Ezekre az alapokra épül a mostani kvantumszámítógép. [3]

Számos kvantum technológiát fejlesztenek melyek a következők: kvantumoptika [4], kvantumkriptográfia [5], kvantum internet [6], kvantum anyagok [7], kvantumérzékelés [8], kvantumszámítógép.

Napjainkban a kvantumszámítógép egy feltörekvő élvonalbeli technológiává nőte ki magát. Hatással van a különböző iparágakra, valamint a tudományos életre egyaránt. A kvantumszámítógép megépítésénél a kvantum fizika alapelveit használták fel. [9]

A kvantum alkalmazások a következők: kvantum hibajavítás [10], kvantumkriptográfia [5], kvantumgépi tanulás [11], kvantum pénzügy [12], kvantumkémia [13], kvantum optimalizálás [14].

A továbbiakban a kvantumszámítógép és a klasszikus, valamint kvantum gépi tanulással fogunk foglalkozni a tanulmányban. Kísérletet teszünk, hogy bemutassuk a kvantumszámítógép fő komponenseit, hogy képesek legyünk megérteni ezeknek az új paradigma előtt álló technológiának a lehetőségeit. Átvesszük a gépi tanulás fő pontjait, milyen tanulási típusokra lehet felosztani őket és említést teszünk néhány algoritmusról melyek különböző tanulási típusokhoz tartoznak. Végezetül a kvantum gépi tanulással fogunk foglalkozni melyben kísérletet teszünk bemutatni annak előnyeit és hátrányait.

### Kvantumszámítógép

A kvantumszámítógép napjainkban a legnagyobb paradigmaváltást igényli a fejlesztők részéről. Richard Feynman és Jurij Manyin az 1980-as években említették legelőször a kvantumszámítógépet. [15]

A kvantumszámítások szempontjából fontos fizikai jelenségek a következők: szuperpozíció, kvantum-összefonódás. A klasszikus számítógép 0 és 1-es bitekkel működik, ami az alapvető információegységei a számítástechnikának. A kvantumszámítógépnél a qubit (kvantumbit) az alapvető információegységei a kvantumszámítástechnikánál (kvantuminformáció alapegysége). A kvantumbit a szuperpozíció elve szerint működik, ami azt jelenti, hogy egyszerre veheti fel 0 és 1-et. Az összefonódás angolul entanglement egy olyan jelenség, ami azt jelenti, hogy több kvantumbit össze van fonódva, avval azt érzük el, hogy több kvantumbiten tárolunk egy értéket. Többféle megoldás van jelenleg a kvantumszámítógép megépítésére, mint szupravezető, ion csapda, foton kvantumszámítógép. [16] [17]

### Klasszikus Gépi tanulás (Classical Machine Learning)

A gépi tanulás segítségével képesek vagyunk feltárni az adatokban a rejtett információkat vagy képesek vagyunk meghatározni mi fontos és mi nem. Nagy mennyiségű adatok kezelésére megfelelő a gépi tanulás. 1950 után több algoritmus is kifejlesztettek, de



akkor még nem volt lehetséges a használatuk. Mondhatni akkor állt be a gépi tanulási tél, mivel akkor még nem állt rendelkezésre elegendő digitális adat, sem olyan számítógép teljesítmény, ami tudta volna kezelni azt. A klasszikus gépi tanulást, tanulás szerint többnyire három részterületre osztható, melyek a felügyelt tanulás, felügyelt nélküli és megerősítéses tanulás. [11] [18] [19] [20]

**A felügyelt tanulás** (supervised learning): Ebben a tanulási formában az adatok úgynevezett címkéket is tartalmaznak. A tanulás célja egy általános szabály megtalálása. A megtanult szabályt ezután az új adatok ismeretlen kimenetekkel való címkézésére használják. A felügyelt tanulás általában napi alkalmazásokban használják, például arc- és beszéd-felismerésben, termék vagy filmajánlásokban és értékesítési előrejelzésekben. A felügyelt gépi tanuláson belül megkülönböztetünk két feladattípust melyek az osztályozási feladat és regressziós feladat. A regresszió egy folyamatos értékű válaszreakciót fejleszt, és előre jelzi, például a lakások ár ingadozását, míg az osztályozás megpróbálja megtalálni a megfelelő osztálycímkét, például elemzi a pozitív és negatív hangulatot. Abban az esetben, ha az adatunkban nem minden egyednek van címkéje akkor félig felügyelt tanulásról beszélünk. Ezt akkor szoktuk használni amikor költséges lenne egy teljesen felcímkézett adatkészlet beszerzése. Praktikusabb egy kis részhalmoz címkézése. Néha szakképzet szakértőkre van szükségünk, hogy felcímkézzék az adatokat, ami költséges. [11] [18] [19] [20]

**A felügyelt nélküli tanulás** (unsupervised learning): Ebben az esetben az adatok nem tartalmaznak címkéket csak tájékoztató jeleket tartalmaznak leírás nélkül. Az adatok szerkezetét mi kell, hogy meghatározzuk és a rejtett információkat is. A felügyelt nélküli tanulást lehet alkalmazni például anomáliák detektálásánál (csalás vagy hibás berendezések észlelésére) vagy hasonló online viselkedésű ügyfelek csoportosítására egy marketingkampányhoz. A felügyelt nélküli tanulásnál a klaszterezést alkalmazzuk, hogy az adatmegértésben segítsen minket. [11] [18] [19] [20]

**Megerősítéses tanulás** (reinforcement learning): A modell a tanulás közben visszacsatolást kap az adatokból, így a rendszer képes alkalmazkodni a dinamikus feltételekhez egy bizonyos cél elérése érdekében. A modell a visszacsatolási válaszok alapján értékeli a teljesítményét, és ennek megfelelően reagál. A legismertebb példák közé tartoznak az önvezető autók vagy a sakkmester (AlphaGo) vagy a robot amelyik büntetőt rúg a fociban. Úgy tanulja meg, hogy ha eltéveszti a rúgást akkor negatív visszacsatolást kap, így képes korrigálni magát a mozgását a lövését és ha gólt rúg akkor meg pozitív visszacsatolást kap. [11] [18] [19] [20]

A tanulmányban három algoritmust említünk meg. A döntési fa algoritmus, ami a felügyelt tanúláshoz tartozik és osztályozásra lehet használni. K-közép algoritmus, ami a felügyelt nélküli tanúláshoz tartozik és klaszterezésre használjuk. Az utolsó algoritmus a mély tanulás, ez az algoritmus a felügyelt és a felügyelt nélküli tanúláshoz tartozik és osztályozásra, regresszióra, és klaszterezésre is alkalmas.

**Döntési fa (decision tree).** A döntési fák osztályozási problémákra is alkalmasak. Ez egy tanuló algoritmus, ami az attribútumok közötti kapcsolatok explicit gépi tanulásán alapul. A tanult modell formátuma egy fa ebből ered a neve döntési fa. A döntési fánál a

csúcsaiban találhatóak az attribútumai. A döntési fákat jóslásra lehet használni. A döntési fák előnyei, hogy diszkrét jellemzők közti explicit kapcsolatot tanul, és a gépi tanult modell emberi szemmel is értelmezhető. Hátránya, hogy ha sok attribútuma van, akkor sok időt vesz igénybe a megtanulása mivel rengeteg tanító példa kell. A klasszikus döntési fákat akkor érdemes használni, ha kevés diszkrét attribútumunk van és feltételezzük, hogy bonyolult kapcsolatok vannak közöttük. [21]

**K-közép (k-means).** A K-közép klaszterezés egy felügyelt nélküli tanulási algoritmus. Ebben az esetben az adatok nem címkézettek. Az algoritmus az objektumokat olyan klaszterekbe osztja fel, amelyek hasonlóságban vannak egymással, és nem hasonlítanak egy másik klaszterhez tartozó objektumhoz. A „K” kifejezés egy számot takar. Ez a szám adja meg, hogy hány fűrtöt adjon hozzá. Például a  $K = 2$ , két klaszterre utal. [22]

**Neurális hálózat és mély tanulás.** „A neurális hálózat az emberi agy működését próbálja leutánozni. A neuronok együttműködő processzáló elemek melyek számításokat végeznek el. Ezek a neuronok ún. rétegekből épülnek fel. Az információ csak rétegtől rétegre halad egy irányba a bemeneti rétegtől a kimeneti rétegig vagy a kimeneti rétegtől a bemenet felé terjed.” [23] „A mély tanulás a gépi tanulás mesterséges neurális hálózatokon alapuló alkészlete. A tanulási folyamat azért mély mert a neurális hálózatok struktúrája több bemenetet, kimenetet és rejtett réteget tartalmaz. Az összes réteg egységekből épülnek fel, melyek a bemeneti információt úgy alakítja át, hogy a következő réteg el tudja végezni a predektív feladatot.” [23]

A táblázat nem teljes sokkal több algoritmus létezik. Néhány algoritmust tartalmaz a táblázat tanulás típus, algoritmus és feladat típus szerint. (1. Táblázat)

Tanulás típusa	Gépi tanulási algoritmus	Feladat típusa
Felügyelt tanulás	Döntési fa	Osztályozás
Felügyelt tanulás	Véletlen erdő	Osztályozás
Felügyelt tanulás	XGBoost	Osztályozás
Felügyelt tanulás	K legközelebbi szomszéd	Osztályozás
Felügyelt tanulás	Lineáris regresszió	Regresszió
Felügyelt tanulás	Regresszió döntési fa	Regresszió
Felügyelt tanulás	Support vector machine	Osztályozó és regresszió
Felügyelt nélküli tanulás	K-közép	Klaszterezés
Felügyelt nélküli tanulás	Principal Component Analysis	Dimenzió csökkentő
Mind a kettő	Mély tanulás	Osztályozás, regresszió, klaszterezés

1. Táblázat: A gépi tanulás fontosabb algoritmusai (saját szerkesztés)

## Kvantum gépi tanulás (Quantum machine learning)

A kvantumelméletet a kvantum számítógépet és a gépi tanulást, ha összerakjuk akkor kapjuk a kvantum gépi tanulást (QML). [24] Fontos azonban megjegyezni, hogy a kvantum gépi tanulásból származó eredmények jelenleg hipotetikusak. [25]

A kvantumszámítás és a gépi tanulás kombinálására négy különböző megközelítés létezik. Aszerint különböztetjük meg őket, hogy az adatok klasszikus (C) vagy kvantum (Q), illetve, hogy az algoritmus típusa klasszikus vagy kvantum számítógépen fut-e. A táblázat szemlélteti a kapcsolatot (2. Táblázat). Az említett esetben a kvantumadatkészlet természetes vagy mesterséges kvantumrendszerből származik (például kvantumbit kölcsönhatások méréseiből). A klasszikus adatkészlet klasszikus rendszerből származik, melyek például idősorok, szövegek vagy képekből állnak. [11]

Az adat típusa	Az algoritmus típusa	
	CC	CQ
	QC	QQ

2. Táblázat: Az algoritmusok típusai.

Forrás: <https://learn.qiskit.org/course/machine-learning/introduction> (saját szerkesztés)

**CC** – Klasszikus adat, klasszikus gépi tanulás

**CQ** – Klasszikus adat, kvantum gépi tanulás

**QC** – Kvantum adat, klasszikus gépi tanulás

**QQ** – Kvantum adat, kvantum gépi tanulás [11]

A kvantumszámítógép alapvetően különbözik a hagyományos számítógéptől, ez miatt a kvantum gépi tanulás is merőben eltérő módon használható. A kulcs a kvantum algoritmusok, mint a HHL algoritmus vagy a Grover keresőalgoritmus. A HHL algoritmus lineáris egyenletrendszerek megoldására használják. A gépi tanulási környezetben használható az alapvető kvantumhatások. A Grover algoritmus az amplitúdóerősítés kvantum tulajdonságát használja ki, hogy megoldásokat jelöljön meg egy rendezetlen adatbázisban. Ennek a módszernek köszönhető, hogy a klaszterezés sokkal gyorsabban megy végbe. A kvantumszámítógép lehetőséget ad a gépi tanulással foglalkozó fejlesztőknek, hogy az adatokkal potenciálisan gyorsabb adatfeldolgozást végezzenek el. [26] [28]

Kvantum gépi tanulás a lineáris algebrai problémák megoldására is lehet használni. A mátrixműveletek segítségével a nagy dimenziójú vektortérben lévő vektorokkal megoldható az adatelemzés és gépi tanulási problémák széles skálája. A kvantumszámítógépnél a kvantumbit állapota  $2^n$  komplex vektor a térben, és sok mátrix transzformációt kell elvégeznünk. A kvantumszámítógép képes megoldani olyan általános lineáris algebrai problémákat, mint a Fourier-transzformáció, sajátvektor és sajátérték keresés, valamint lineáris egyenlethalmazok megoldása  $2^n$  dimenziós vektortereken keresztül polinomiális időben (a kvantumgyorsítás miatt exponenciálisan gyorsabb, mint a klasszikus számítógép). Az algoritmus ami hozzá tartozik az a következő Harrow, Hassidim és Lloyd (HHL). [27] [28] [30]

**Kvantum főkomponens-elemzés** (Principal Component Analysis PCA). A PCA egy méretcsökkentési technika (dimenzió csökkentő), és az adatkészletek dimenziójának csökkentésére használjuk. A döntéshozatalnál ügyelnünk kell rá, hogy a dimenziócsökkentésnél ne azokat az adatokat szüntessük meg melyek fontos információt tartalmaznak. Ha a dimenziócsökkentés sikeres, akkor kisebb adatkészlettel kell dolgoznunk a nagy helyett. Például, ha az adatkészletünk csak tíz jellemzőből áll akkor a főkomponens elemzés hatékonyan elvégezhető a hagyományos klasszikus számítógéppel, de ha millió jellemzőből áll az adatkészletünk akkor a főkomponens-elemzés kudarcot vall, mert nehéz lesz az adatok között kiválasztani a fontos információt. Egy másik probléma a klasszikus számítógépnél a sajátvektor és sajátérték kiszámítása. Minél nagyobb a bemenet annál nagyobb a sajátvektor és sajátérték halmaza. A kvantumszámítógép ezt a problémát nagyon gyorsan képes megoldani. A Random Access Memory (QRAM) segítségével véletlenszerűen választanak ki egy adatvektort. Ezt a vektort kvantumbit segítségével szuperpozícióba képezi le. Az ebből kapott összesített vektort logaritmus kvantumbitekkel rendelkeznek. Ezek nagyon sűrű mátrixot alkotnak (kovariancia mátrix). Az adatkészlet ismételt mintavételével és a kovariancia mátrix hatványozásának nevezett trükk használatával, kombinálva a kvantumfázisbecslő algoritlussal. Bármely kvantumváltozatát fel tudjuk bontani főkomponenseire. Ez miatt a számítási komplexitás, és időbonyolultság exponenciálisan csökken. [27] [28] [30] [32] [33]

**Kvantum Support Vector Machines.** A Support Vector Machines algoritmus a klasszikus gépi tanuláshoz tartozik (felügyelt tanulás). Osztályozásra és regresszióra lehet használni. Amikor osztályozási problémánk van, akkor az adatkészletünk lineárisan elválasztható. Ha az adat nem lineárisan elválasztható, akkor a dimenziót addig növeljük, amíg lineárisan elválaszthatóvá nem válik. Az SVM a klasszikus számítógépeknél csak bizonyos számú méretig hajtható végre. Mivel a számítógépek nem rendelkeznek elegendő teljesítménnyel kudarcot vallanak egy bizonyos határ után. A kvantumszámítógép azonban exponenciálisan gyorsabban tudja végrehajtani a SVM algoritmust. A szuperpozíció és összefonódás elve lehetővé teszi, hogy hatékonyan és gyorsabban hozzon eredményt. [27] [28] [30] [31] [32] [33]

**Kvantum mély tanulás.** A kvantumszámítógépet a mély tanulással lehet ötvözni, ennek előnye, hogy a neurális hálózat betanításához szükséges idő lecsökken. Evvel a módszerrel egy új keretrendszert kapunk, amivel a mögöttes optimalizálást elvégezhetjük. A klasszikus mély tanulási algoritmus neurális hálózatát utánozhatjuk egy tényleges valós kvantumszámítógépen. Minél több perceptronnal rendelkeznek az architektúránk a számítási bonyolultság száma megnő a klasszikus számítógépnél akkor is, ha dedikált GPU fűrtöket alkalmazunk. Magát a kvantumszámítógépet úgy tervezték, hogy a hardver a neurális hálózatot tudja utánozni a hagyományos szoftverek helyett. Ebben az esetben a kvantumbit neuronként működik, amely egy neurális hálózat alapegységét alkotja. Ennek előnye, hogy a kvantumszámítógép az összes hagyományos gépi tanulási algoritmus felülmúlja. [27] [29] [30]

**Rejtett Markov-modell** (Hidden Markov models HMM). A rejtett Markov-modell a Bayes-féle család speciális esete. Ezt a konkrét modellt a beszédfelismerésnél szokták

használni elsődlegesen. Számos területen lehet még alkalmazni beleértve a megerősítéses tanulási problémáknál is. A HMM formátuma alkalmas a nyílt kvantumrendszerek nyelvére való zökkenőmentes átmenetre. Az algoritmussal kapcsolatban bebizonyosodott, hogy kvantumáramkörökön szimulálható. Bebizonyosodott, hogy a kvantum HMM nem tudja jobban modellezni az adatokat a hagyományos HMM algoritmusnál. Ebben az esetben a klasszikus modellt érdemes alkalmazni. [26] [31]

## ÖSSZEGZÉS

A tanulmányban említést tettünk a kvantummechanika megalakulására, és hogy mivel foglalkozik, milyen technológiák alakultak ki, és hogy milyen alkalmazások születtek belőle. Az egyik kvantum technológia a kvantumszámítógép és a fontos alkalmazás pedig a kvantum gépi tanulás melyekkel részletesebben foglalkoztunk. A kvantumszámítógép kvantumbitekét használ fel, ami lehetővé teszi azonos időben két állapot felvételére. A kvantumszámítógép a kvantumbit segítségével sokkal gyorsabb számításokra képes, mint a hagyományos számítógépek még akkor is, ha párhuzamosan vannak kötve. A tanulmányban ez utána klasszikus gépi tanulással foglalkoztunk azért, hogy lássuk a különbséget a későbbiekben. Felsoroltuk milyen tanulási típusokra lehet felosztani a gépi tanulást (felügyelt, felügyelet nélküli és megerősítéses tanulásra), említést tettünk három klasszikus algoritmusra melyek a következők döntés fa, K-közép és mély tanulás. Egy táblázatban szemléltettük a különböző algoritmusokat. A kvantum gépi tanulás részénél bemutattuk a lineáris problémával foglalkozó algoritmust (HHL), Kvantum főkomponens-elemzés (Principal Component Analysis PCA), Kvantum Support Vector Machines, Kvantum mély tanulás, valamint a kvantum rejtett Markov-modellt. Az utóbbi modell nem jobb, mint a hagyományos modell, de a többi algoritmus jelentősen jobban működnek a kvantumszámítógép segítségével. A kvantum mély tanulást emelnénk ki mivel abban az esetben a kvantumszámítógép kvantumbitjei a neurális hálózat perceptronjainak felelnek meg. Ami azt jelenti, hogy lényegesen gyorsabb számítási teljesítményre képes, mint a hagyományos mély tanulás. Jelen pillanatban a kvantum gépi tanulással foglalkozó kutatások csak hipotetikusak. Számos eredmény kecsegtet minket a reménykedésre, de azt is be kell látni, hogy lehet a jövőben egy újabb kvantumtélre kell majd számítanunk. [34]

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Thomas Young's Double Slit Experiment [Online]. Elérhető: <https://micro.mag-net.fsu.edu/primer/java/interference/doubleslit/> (Letöltve: 2022.11.05)
- [2] Max Planck [Online]. Elérhető: <https://www.britannica.com/biography/Max-Planck/Later-life> (Letöltve: 2022.11.05)
- [3] Martin Laforest. The Mathematics of quantum mechanics [Online]. Elérhető: <http://www.stat.ucla.edu/~ywu/linear.pdf> (Letöltve: 2022.11.05)
- [4] nature portfolio. Quantum optics [Online]. Elérhető: <https://www.nature.com/subjects/quantum-optics> (Letöltve: 2022.11.05)
- [5] Caltech. How will quantum technologies change cryptography? [Online]. Elérhető: <https://scienceexchange.caltech.edu/topics/quantum-science-explained/quantum-cryptography> (Letöltve: 2022.11.05)

- [6] Zdnet. What is the quantum internet? [Online]. Elérhető: <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-quantum-internet-everything-you-need-to-know-about-the-weird-future-of-quantum-networks/> (Letöltve: 2022.11.05)
- [7] Harvard University. Quantum Materials [Online]. Elérhető: <https://narang.seas.harvard.edu/quantum-materials> (Letöltve: 2022.11.05)
- [8] Bae systems. What is quantum sensing? [Online]. Elérhető: <https://www.baesystems.com/en-us/definition/what-is-quantum-sensing> (Letöltve: 2022.11.05)
- [9] IBM. What is quantum computing? [Online]. Elérhető: <https://www.ibm.com/topics/quantum-computing> (Letöltve: 2022.11.05)
- [10] Q-CTRL. What is quantum error correction? [Online]. Elérhető: <https://q-ctrl.com/topics/what-is-quantum-error-correction> (Letöltve: 2022.11.05)
- [11] IBM. Quantum Machine Learning [Online]. Elérhető: <https://learn.qiskit.org/course/machine-learning/introduction> (Letöltve: 2022.11.05)
- [12] NOEMA. Quantum finance. A new methodology for economics [Online]. Elérhető: <https://noemalab.eu/ideas/essay/quantum-finance-a-new-methodology-for-economics/> (Letöltve: 2022.11.05)
- [13] Shelley Watts, Korry Barnes. Quantum chemistry overview [Online]. Elérhető: <https://study.com/learn/lesson/quantum-chemistry-overview-examples.html> (Letöltve: 2022.11.05)
- [14] Pradeep Niroula. Conquering the challenge of quantum [Online]. Elérhető: <https://physicsworld.com/a/conquering-the-challenge-of-quantum-optimization/> (Letöltve: 2022.11.05)
- [15] Microsoft. A kvantum-számítástechnika története és háttere <https://learn.microsoft.com/hu-hu/azure/quantum/concepts-overview>
- [16] Microsoft. A kvantum-számítástechnika ismertetése [Online]. Elérhető: <https://learn.microsoft.com/hu-hu/azure/quantum/overview-understanding-quantum-computing> (Letöltve: 2022.11.05)
- [17] Dobó Imre. Kvantumszámítógép szimulációja GPU használatával [Online]. Elérhető: <https://tdk.bme.hu/VIK/DownloadPaper/Kvantum-szamitogep-szimulacioja> (Letöltve: 2022.11.05)
- [18] Szegedi tudományegyetem. Gépi tanulás a gyakorlatban [Online]. Elérhető: <https://www.inf.u-szeged.hu/~rfarkas/ML20/alapfogalmak.html> (Letöltve: 2022.11.05)
- [19] Yuxi Liu. Python machine learning by example (Packt book) [Online]. Elérhető: <https://subscription.packtpub.com/book/big-data-and-business-intelligence/9781783553112/1/ch01/v1/sec03/a-very-high-level-overview-of-machine-learning> (Letöltve: 2022.11.05)
- [20] Sebastian Raschka, Vahid Mirjalili. Python machine learning (Packt book) [Online]. Elérhető: <https://subscription.packtpub.com/book/data/9781789955750/1/ch01/v1/sec03/the-three-different-types-of-machine-learning> (Letöltve: 2022.11.05)
- [21] Szegedi tudományegyetem. Gépi tanulás a gyakorlatban [Online]. Elérhető: [https://www.inf.u-szeged.hu/~rfarkas/ML20/dontesi\\_fa.html](https://www.inf.u-szeged.hu/~rfarkas/ML20/dontesi_fa.html) (Letöltve: 2022.11.05)

- [22] Mayank Banoula. K-means clustering algorithm [Online]. Elérhető: <https://www.simplilearn.com/tutorials/machine-learning-tutorial/k-means-clustering-algorithm> (Letöltve: 2022.11.13)
- [23] Nagy Attila. Network anomaly detection with machine learning [Online]. Elérhető: <https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu/index.php/home/article/view/226/207> (Letöltve: 2022.11.13)
- [24] Catalina Alborno. How to QML [Online]. Elérhető: <https://penny-lane.ai/blog/2021/10/how-to-start-learning-quantum-machine-learning/> (Letöltve: 2022.11.13)
- [25] Kara Sherrer. What is quantum machine learning? [Online]. Elérhető: <https://www.cioinsight.com/big-data/quantum-machine-learning/> (Letöltve: 2022.11.13)
- [26] O'Quinn, Wesley. Quantum Machine Learning: Recent Advances and Outlook [Online]. Elérhető: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9076118> (Letöltve: 2022.11.13)
- [27] Kumari Surya Remanan. Beginner's guide to quantum machine learning [Online]. Elérhető: <https://blog.paperspace.com/beginners-guide-to-quantum-machine-learning/> (Letöltve: 2022.11.13)
- [28] Zhang, Yao. Recent advances in quantum machine learning [Online]. Elérhető: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/que2.34> [Online]. Elérhető:
- [29] Zhang, Shengyu. Quantum machine learning [Online]. Elérhető: <https://academic.oup.com/nsr/article/6/1/26/5222655> [Online]. Elérhető:
- [30] Biamonte, Jacob. Quantum Machine Learning [Online]. Elérhető: <https://arxiv.org/abs/1611.09347> [Online]. Elérhető:
- [31] Schuld, Maria. An introduction to quantum machine learning [Online]. Elérhető: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00107514.2014.964942> [Online]. Elérhető:
- [32] Yao Zhang. Recent Advances in Quantum Machine Learning [Online]. Elérhető: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/que2.34> [Online]. Elérhető:
- [33] Turan Kaan Elgin. A Survey on Quantum Machine Learning [Online]. Elérhető: [https://www.cs.umd.edu/class/fall2018/cmsc657/projects/group\\_7.pdf](https://www.cs.umd.edu/class/fall2018/cmsc657/projects/group_7.pdf) [Online]. Elérhető:
- [34] Chris J. Hoofnagle, Simson L. Garfinkel. Law and policy for the quantum age [Online]. Elérhető: [https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/026A5CE2FE7FE277B94DA01A519B2DAD/9781108835343AR.pdf/Law\\_and\\_Policy\\_for\\_the\\_Quantum\\_Age.pdf?event-type=FTLA](https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/026A5CE2FE7FE277B94DA01A519B2DAD/9781108835343AR.pdf/Law_and_Policy_for_the_Quantum_Age.pdf?event-type=FTLA) (Letöltve: 2022.11.05)





**KNOWLEDGE AS A SUCCESS FACTOR IN  
OCCUPATIONAL SAFETY  
QUALITATIVE ASSESSMENT OF THE  
KNOWLEDGE MANAGEMENT OF  
COMPANIES OPERATING IN HUNGARY**

**A TUDÁS, MINT SIKERTÉNYEZŐ  
A MUNKAÉVELEMBEN  
MAGYARORSZÁGON MŰKÖDŐ  
VÁLLALATOK TUDÁSMENEDZSMENT  
GYAKORLATÁNAK KVALITATÍV  
FELMÉRÉSE**

FARAGÓ Ferenc<sup>1</sup>

**Abstract**

In the light of the accident indicators, the existence of adequate occupational health and safety knowledge in companies is questionable, as is the effectiveness of knowledge sharing and knowledge management. The aim of our research is to explore the factors influencing occupational health and safety knowledge, the typical problems of knowledge sharing, and to determine the gaps, the solution of which can make the occupational health and safety knowledge management of companies more effective. On the basis of in-depth expert interviews, among Hungarian safety specialists and managers, we investigated occupational health and safety knowledge management of medium-sized and large companies at a micro level. We used the grounded theory method to analyze the interviews. Based on our research, we have created a theoretical model of effective occupational health and safety knowledge management. Further research is needed in order to validate the model and measure employees' occupational safety knowledge.

**Keywords**

occupational health and safety, knowledge, knowledge management, value creation, business success, OHS performance

**Absztrakt**

A baleseti mutatók tükrében kérdéses a megfelelő munkavédelmi tudás megléte a vállalatoknál, ahogyan a tudásmegosztás és tudásmenedzsment hatékonysága is. Kutatásunk célja a munkavédelmi tudást befolyásoló tényezők, a tudásmegosztás jellemző problémáinak feltárása és azon hiányosságok meghatározása, amelyek megoldása révén eredményesebbé tehető a vállalatok munkavédelemmel kapcsolatos tudásmenedzsmentje. Szakértői mélyinterjúk alapján magyarországi munkavédelmi szakemberek, vezetők körében, mikroszinten vizsgáltuk a közép- és nagyvállalatok munkavédelmi tudásmenedzsmentjét. Az interjúk elemzésére grounded theory módszert alkalmaztunk. Vizsgálatunk alapján megalkottuk az eredményes munkavédelmi tudásmenedzsment elméleti modelljét. További kutatások szükségesek a modell validálása, illetve a munkavállalók munkavédelmi tudásának mérhetősége érdekében.

**Kulcsszavak**

munkavédelem, tudás, tudásmenedzsment, értékteremtés, üzleti siker, munkavédelmi teljesítmény

<sup>1</sup> farago.ferenc@uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0001-6627-9604 | EHS manager, LOTTE Chemical Kft. | EHS menedzser, LOTTE Chemical Kft.

## BEVEZETÉS

A munkavédelem, az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés feltételeinek biztosítása hozzájárul a vállalatok sikeres működéséhez, így értékteremtő és üzletviteli szempontból stratégiai fontosságú elem. A munkavédelem eredményessége tehát stratégiai tényező. A gazdálkodó szervezetek sikeressége az alkalmazottak ismeretein, tudásán alapul, vagyis a gazdasági siker feltétele a szükséges szervezeti tudás megléte és megfelelő menedzselése, tehát a tudás az üzleti siker egyik tényezője. Ennek megfelelően a munkavédelemmel kapcsolatos tudás az eredményes munkavédelem alapvető fontosságú eleme.

A vállalatoknál alkalmazott technológiák, eljárások egyre bonyolultabbak, a folyamatokra a komplexitás jellemző, az ezekkel való biztonságos munkavégzés csak hatékony tudás birtokában lehetséges. A munkavédelemmel kapcsolatos tudásmegosztás, a tudás menedzselése ugyanakkor sajátos területe úgy a vállalati menedzsmentnek, mint a munkavédelmi szakmai tevékenységnek. Hiszen bár jogszabályok előírják az oktatást, a munkavállalók megfelelő információval történő ellátását, tájékoztatását, de a baleseti statisztikák tükrében a munkavédelmi oktatások hatékonysága, eredményessége kérdéses.

Kutatásunk célja a Magyarországon működő vállalatok munkavédelmi tudással kapcsolatos elvárásainak felmérése, a tudásmegosztás vállalati eredményességet befolyásoló tényezőinek azonosítása, illetve a munkavédelmi tudásmenedzsment problémáinak meghatározása. Feltételezésünk, hogy a munkavédelmi tudás az eredményes vállalati munkavédelem középponti eleme, illetve, hogy definiálhatók a munkavédelmi tudásmenedzsment eredményességét meghatározó szervezeti tényezők.

Szakirodalmi áttekintés alapján azonosítjuk a tudásmenedzsment lényeges elemeit, illetve meghatározzuk a munkavédelmi tudásátadás és tudásalkalmazás problémáit és fontosságát a vállalati munkavédelmi törekvések tükrében. A szakértői interjúk elemzését és értékelését követően összegezzük a vizsgálatok eredményeit, valamint megfogalmazzuk a hatékony és eredményes munkavédelmi tudásmenedzsment kialakításához és működtetéséhez szükséges intézkedésekre vonatkozó javaslatainkat.

## SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az ezredforduló környékén kezdődött az a folyamat, amely során a menedzsment-kutatások területén egyre inkább elválasztották a vállalat vagyonának könyv szerinti értékét és a könyvelésben nem tükröződőt, de a vállalat értékét jelentős mértékben módosító nem pénzügyi tételeket, így elsősorban a vállalat szellemi tőkéjét [1]. A versenyképességet meghatározó makrotényezők között lényegessé váltak a kulturális tényezők, amelyeknél már Chikán és Czákó is kiemelte az ismeretek és a tudás szerepének jelentőségét [2]. Az intellektuális tőke, a tudás értékének felismerése, versenyelőnyt jelentő hatásának megértése vezetett a tudásmenedzsment technikák kialakulásához. Az e téren végzett kutatások a szellemi tőke három fő összetevőjét azonosították: az emberi tőkét, amely az alkalmazottak kompetenciáját jelenti, a szervezeti tőkét, amely a szellemi munka eredményeként jön létre és termék vagy szolgáltatás formájában jelenik meg, de beletartozik például a vállalati kultúra is, és az ügyfél tőkét, amely a vállalat vevőkörét foglalja magában.

Ebben a helyzetben rendkívül megnövekedett a tudás értéke, a tudás elismerésének, illetve a tudás kezelésének fontossága [1]. Az erre irányuló kutatások során meghatározásra

kerültek a tudással kapcsolatos alapfogalmak (adat, információ, tudás), illetve a tudásmenedzsment definíciója. Szeleczi például így fogalmaz: „A tudásmenedzsment olyan vezetési megközelítés, amely a Tudás különböző formáit kezeli annak érdekében, hogy versenyelőnyt/üzleti értéket biztosítson egy adott szervezet számára.” [1]

A tudásmenedzsment kialakulásának előzményeként Klimkó három főbb területet különböztet meg: a vállalati versenyképesség erőforrásalapú megközelítését, a szervezeti tanulás, illetve az intellektuális tőke mérésének témakörét [3]. Az erőforrás alapú megközelítés szerint a vállalatoknak tudatosan építeniük kell és megőrizniük azokat a pozíciókat, amelyek a versenyképességük biztosításához szükségesek. A tudás felismerése és értelmezése vállalati erőforrásként való kezelése kialakította a tudással való gazdálkodás szükségességét [4] [5]. A tudásmenedzsment főbb irányzataiként a célorientált, a tanulásközpontú, a folyamatközpontú és technicista megközelítést különböztették meg [3].

Jelentős szerephez jutott tehát a szervezeti tudás, amelyre stratégiai tőkeként, az üzleti siker egyik meghatározó tényezőjeként tekintettek a vállalatok. A siker érdekében a szervezeti tudás létrehozásának, összegyűjtésének, gyarapításának, megosztásának és alkalmazásának tudatosan és hatékonyan kell történnie [6]. Természetesen a hatékony tudásmenedzsment-gyakorlat kialakítása és alkalmazása, valamint mérése, értékelése módszertanilag megalapozott eljárások kidolgozását igényelte. A tudás megszerzés és megosztás folyamatainak megismerése nagymértékben hozzásegítette a vállalatokat a tudásmenedzsment tudatos kialakításához és megvalósításához. Anklam a tudásmenedzsment kialakulásának három generációját különböztette meg [7]. A 2000-es évektől a tudásmenedzsment-gyakorlat felmérésére is születtek eljárások annak érdekében, hogy meghatározhatók legyenek a fejlesztendő területek [6].

Az információs technológia fejlődésével, elsősorban a világháló rohamos bővülésével az információk széles körben rendelkezésre állása biztosított. Ahogy Dr. Szeghegyi Ágnes írja: „A kihívás ma már nem az információhoz történő hozzáférés, hanem a rendelkezésre álló adatok, információ és tudás hatékony feltérképezése, felhasználása, egymással történő megosztása.” [8]

A vállalatok elsősorban arra a tudásra koncentrálnak, amely eredményeképpen piaci eredményességüket közvetlenül is javíthatják. A tudás irányultságai közül a know-how, a know-who különösen hangsúlyossá vált.

Az eredményességhez azonban hozzájárulnak egyéb más tényezők is, így például a munkavédelem, melynek kapcsán a tudásmegosztásra sajnos nem kerül ekkora hangsúly. Természetesen van törekvés a magas szintű munkavédelmi teljesítményre [9], de a baleseti statisztikák lehangolóak, az Eu-ban a foglalkoztatottak 2,4 %-át érintik [10]. Magyarországon 2022. I. félévében 9776 balesetet jelentettek be a munkáltatók, amely 3,5%-kal magasabb az előző év azonos időszakához képest [11]. A munkával kapcsolatos balesetek, foglalkozási megbetegedésekből származó egészségi problémák a munkavégzés hatékonyságát károsan befolyásolják, továbbá jelentős mértékben hozzájárulnak a munkából való kieséshez is, emiatt pedig komoly problémát jelentenek a munkavállalóknak, de a munkáltatók számára is [12] [13]. Az elégtelen munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi gyakorlat a betegszabadságból, az alacsonyabb munkaminőségből és a kieső termelésből eredő nagyobb költségeket eredményez, vagyis rontja az eredményességet. Nem beszélve a táppénz, a kezelés, és a rehabilitáció költségeiről, melyek terhelik, terhelhetik a munkáltatókat. Az

üzletvitel hatékonyságát nagymértékben rontják a munkával kapcsolatos balesetek és megbetegedések, de a társadalombiztosítás számára is nagy terhet jelentenek. A hatékony munkavédelem tehát az eredményességet befolyásoló tényező.

Ha elfogadjuk azt a tézist, hogy a tudás üzleti tényező, stratégiai erőforrás, illetve, hogy az üzleti, gyártási és munkafolyamatokra egyre inkább a bonyolultság, összetettség a jellemző, s az ezekkel kapcsolatos problémák eredményes kezelése, megoldása csak hatékony tudás birtokában lehetséges, akkor mondhatjuk, hogy a hatékony munkavédelem alapja a megfelelő, megalapozott munkavédelmi tudás, ismeret megléte és alkalmazása. Hiszen a balesetek okai között mindig megtaláljuk az emberi tényezőt, vagyis a tudás meglétének vagy alkalmazásának a hiányát.

A munkavédelemmel kapcsolatos jogszabályok nevesítik a munkáltatók tájékoztatói és oktatási kötelezettségét. A munkavédelemről szóló törvény [14] például legalább nyolc paragrafusban említi az oktatások kötelezettségét. Ennek megfelelően tehát a munkáltató köteles oktatni a munkavállalók számára:

- az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés feltételeit,
- a veszélyeket és az ellenük való védekezés módját,
- a munkáltató saját munkavédelmi szabályait,
- az egyéni védőeszközök használatának a szabályait,
- a munka biztonságos elvégzéséhez szükséges minden ismeretet.

A kockázatértékelések, illetve a balesetvizsgálatok eredményeit, a kockázatértékelés módosítását, a javító intézkedéseket szintén be kell építeni az oktatásokba [15].

A jogszabály kiemel néhány esetet, amikor a munkáltatókat oktatni kell. Így különösen:

- munkába álláskor,
- munkahely vagy munkakör megváltozásakor, valamint az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés követelményeinek változásakor,
- munkaeszköz átalakításakor vagy új munkaeszköz üzembe helyezésekor,
- új technológia bevezetésekor.

„Az oktatást ... szükség esetén időszakonként - a megváltozott vagy új kockázatok, megelőzési intézkedéseket is figyelembe véve - meg kell ismételni.” [14]

Fontos kitétele a törvénynek, hogy a munkáltatónak nem csak arról kell gondoskodnia, hogy a munkavállaló elsajátítsa ezeket, hanem arról is, hogy „a foglalkoztatás teljes időtartama alatt rendelkezzen az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés elméleti és gyakorlati ismereteivel, megismerje a szükséges szabályokat, utasításokat és információkat.” [14] Tehát nem elégséges az egyszeri oktatás, a szükséges tudás fenntartásáról a foglalkoztatás teljes időtartama alatt gondoskodni szükséges! Ez pedig nem valósítható meg átgondolt tudásmenedzsment nélkül.

A munkavédelemről szóló törvény előírja a munkavédelmi szakemberek számára az oktatásban való közreműködést [14], de - szemben az ugyanitt említett kockázatértékeléssel - az oktatást nem sorolja a szaktevékenységek közé, az tehát nem a munkavédelmi szakember kizárólagos feladata.

Munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszer (MEBIR) működtetése során a vállalat létrehoz oktatási tervet is, amely már rendszerbe helyezi a munkavé-

delmi tudásmegosztást. Az oktatások eredményességét, hatékonyságát viszont nem feltétlenül ellenőrzik, így azok teljesítményhez hozzáadott értéke ismeretlen. Az oktatások száma, mint leading indikátor a munkavédelmi teljesítménymérésben csak elvétve jelenik meg [9], ez arra utalhat, hogy a tudás vállalat teljesítményhez hozzáadott értékét nem képesek kihasználni a cégek.

Vizsgálni szükséges tehát a munkavédelmi tudásmenedzsment eredményességét meghatározó tényezőket, a vállalatok munkavédelmi tudással kapcsolatos elvárásait, illetve a tudás vállalati teljesítményre gyakorolt hatását. Kérdés továbbá, hogy az oktatott ismeretanyag megfelelő tudást biztosít-e a szervezet minden szintjén? A munkavállalók megfelelő ismereteket kapnak, azokat valóban helyesen értik és értelmezik? Ha a tudás egyik definícióját alapul vesszük: „a tudás az információ értelmezett, szubjektív formája, mely magában foglalja a megértés, az alkalmazás és a felhasználás képességét is.” [1] Vajon az átadott munkavédelmi tudás megfelel ennek? Hogyan kell(ene) a szükséges ismereteket az egyes munkavállalói csoportok szintjéhez igazítani úgy, hogy ők megfelelően értsék és a munkavégzésük során hasznosítsák az átadott információt?

## MÓDSZERTAN

A munkavédelmi menedzsment területén kvantitatív kutatásokkal a munkavédelmi oktatásokra kialakított kulcs teljesítménymutatókban megjelenő számszerű információkat vizsgálhatjuk, de ezek nem adnak lehetőséget a problémák, a folyamatok, a szervezeti és munkavállalói (személyes) viselkedés mélyebb megértéséhez [16] [17] [18]. A probléma komplex értelmezéséhez kvalitatív kutatási módszerrel történő vizsgálatot láttunk szükségesnek a vállalati munkavédelmi oktatásra jellemző szervezeti folyamatok és emberi jelenségek megismerésére, az attitűdök, illetve az eredményességre vonatkozó információk összegyűjtése és elemzése érdekében. Lampek és Horváthné [19] szerint a kvalitatív vizsgálatok lehetőséget biztosítanak a kutatott terület alapos, mélyreható felmérésére és „általában kis mintát alkalmaznak, melyekben nem cél a reprezentativitás”. A kvalitatív kutatás egyik lényeges feladata az egyéni jellegzetességek kidomborítása [16]. Sántha szerint a kvalitatív elemzés akkor igazán célravezető, „ha képes azon többletinformáció megadására, amelyet a ki nem fejezett nyelvi szint generál.” [20]

Kovács Interjúk módszerek és technikák című fejezetében [21] leírtak szerint az ilyen mélyinterjú beszélgetés légköre nyitott, támogató, manipulációmentes [16]. Mint Kelemen rámutat: Seidman [22] szerint az interjúkészítés célja, hogy megértsük mások tapasztalatait és azt, ahogyan e tapasztalatokat értelmezik [16]. A kutatás során a vállalati munkavédelmi oktatás eredményességének megismerése érdekében szakértői interjúkat alkalmaztunk. A munkavédelmi folyamatokat ismerő és alkalmazó, illetve az adatokért felelős személyek jellemzően a vállalatok munkavédelmi szakemberei, illetve az adott terület vezetői. Ennek megfelelően a kutatást a szakterületek vezetőivel (munkavédelmi, illetve EHS menedzserek) folytattuk le 2022 első félévében.

Az interjúalanyok kiválasztásának szempontja volt, hogy végzettségük, munkájuk alapján alapvető szaktudásuk, szakmai készségük, elméleti és gyakorlati ismereteik, személyes tapasztalataik legyenek a hazai munkavédelmi gyakorlattal kapcsolatban. Az interjúalanyok megkeresése személyes ismeretségek, szakmai kapcsolatok révén valósult meg. 2022 április és május hónapban összesen 10 megkeresésre került sor, amiből végül 7 interjú

készült el. Az interjúk hossza 55-85 perc között változott, de 75 százalékuk legalább egy-órás volt. Az interjúk személyesen, illetve online történtek, anonim módon, az adatvédelmi előírások figyelembevételével zajlottak. Az interjúkról hangfelvételt készítettünk. Az interjúk elemzésére tudományos analitikai módszereket, a beszámolók tartalomelemzését és grounded theory módszert alkalmaztunk, kombinált kategóriaállítással, vegyes módszertannak megfelelően [23] [20]. Jelentés kondenzációt alkalmaztunk az interjúk fő mondanivalóinak rövid formákká alakítására és kategorizálására. Kódolást követően az interjúk hosszú szövegeit szöveghő készítő szoftver segítségével ábrába strukturáltuk. Az alkalmazott kvalitatív tartalomelemzési eljárások, a deduktív és induktív kategóriaképzés és kódolás biztosítja a kutatás tudományosságát [16] [17] [20].

A szakértői beszélgetések általános ismérveit az 1. számú táblázat tartalmazza.

Sorszám	Az interjú időpontja	Az interjú helyszíne	Szakértő végzettsége	Szakértő munkaköre	Nem	Életkor
1	2022. április 5., kedd, 14:00 – 15:25	Személyes	Munkavédelmi szakmérnök, okleveles környezetmérnök, mindkét szakterületen szakértői jogosultságokkal	EHS manager (vezető)	Férfi	47
2	2022. április 6., szerda, 17:15 – 17:25	Online (BigBlue-Button)	Munkavédelmi szakmérnök, környezetvédelmi technikus, tűzvédelmi előadó	EHS manager (vezető)	Férfi	50
3	2022. április 7, csütörtök, 17:00 – 17:55	Személyes	Munkavédelmi szakmérnök, gépészmérnök, tűzvédelmi főelőadó	EHS specialista	Férfi	49
4	2022. április 8., péntek, 09:00 – 01:05	Személyes	Munkavédelmi technikus	EHS specialista	Nő	34
5	2022. május 10., kedd, 17:30 – 18:55	Online (BigBlue-Button)	Munkavédelmi szakmérnök, okleveles környezetvédelmi mérnök, gépészmérnök	EHS szakember	Férfi	56
6	2022. május 19., csütörtök, 16:00 – 17:10	Online (BigBlue-Button)	Munkavédelmi szakmérnök, közegészségügyi járványügyi felügyelő	Munkavédelmi felügyelő	Nő	47
7	2022. május 22., hétfő, 16:30 – 17:35	Online (BigBlue-Button)	Munkavédelmi szakmérnök, okleveles környezetmérnök	EHS manager	Nő	48

1. Táblázat: Az interjúba bevont szakértők (Forrás: saját szerkesztés)

Az interjúk során az alábbi kérdéseket tettük fel a szakértőknek:

K1: Véleménye szerint mennyire fontos a munkavédelmi tudás a vállalatoknál?

K2: Befolyásolja-e és milyen mértékben a munkavédelmi tudás a szervezet munkavédelmi teljesítményét?

K3: Az Ön cégénél megfelelő tudással rendelkeznek a munkavállalók?

K4: Megfelelőnek tartja a munkavédelmi oktatás hazai gyakorlatát?

## A KUTATÁS EREDMÉNYEI

A kutatás eredményeinek összegzése alapján megállapítható, hogy a munkavédelemmel kapcsolatos tudást egybehangzóan alapvető fontosságúnak, a munkavédelem eredményessége szempontjából sikertényezőnek tartják a munkavédelmi szakemberek. „A megfelelő tudás segít értelmezni a szabályokat, a következmények ismerete pedig a megelőzésre való törekvésre ösztönöz”. (4) „... a munkavédelmi tudás az eredményes munkavédelem egyik sikertényezője.” (2) A szakértők kiemelték, hogy a munkavállalóknak nem lexikális tudásra, nem a munkavédelmi jogszabályok tételes ismeretére, hanem a biztonságos munkavégzést megalapozó tudásra, a biztonság iránti vágyra lenne szüksége. A megalapozott tudás azt jelenti, hogy a munkavállaló, a munkavédelemmel kapcsolatos szabályok ismeretén túl tisztában van azok céljaival is, megfelelő ismeretekkel bír az általa végzett tevékenység helyes elvégzésének a módjáról, a felmerülő kockázatokról, valamint a kockázatok kiküszöbölése érdekében hozott intézkedésekről. Pontosan tudja azt, hogy a munkáját hogyan kell végeznie úgy, hogy a kockázatok minimálisak legyenek. „Fontos, hogy legyenek tisztában a munkavállalók a veszélyekkel és a kiküszöbölésük érdekében hozott intézkedések okaival.” (7) „Meg kell értetni a munkavállalóval, hogy milyen célokat szolgálnak az intézkedések, a szabályok. A baleseteket csökkenteni a megfelelő tudás megléte.” (5) „Ezt látom a legkritikusabbnak. Ezt a legnehezebb elérni, hogy azt megértsék, hogy azért vannak a folyamatok előre meghatározva, mert úgy tudjuk minimalizálni a fennmaradó kockázatokat is. A maradó kockázatok esetében az ő viselkedésük kulcsfontosságú.” (7) A munkáltató, a vállalat felelőssége, a felelős mérnökök, munkahelyi vezetők és a munkavédelmi szakemberek feladata, hogy a munkakörülmények a lehető legalacsonyabb kockázatúak legyenek, de annak megállapításába, hogy ez a kívánt állapot a munkavégzés során fennáll-e, be kell vonni a munkavállalót. A munkavállalóknak tisztában kell lenniük azzal, hogy mik a munkavégzés során felmerülő kockázatok, és az eltérést, nem megfelelőséget észre kell venniük. „Ezt kritikus tudásnak érzem, hogy mennyire tudjuk elérni a dolgozóknál, hogy tudja, ismerje a kockázatokat, a biztonsági berendezéseket és ismerje fel, ha valami nincs rendben.” (7)

A szakértők véleményének megfelelően fontos tehát a munkavédelmi tudás, és ennek gyakorlatias, a munkavégzés során alkalmazható tudásnak kellene lennie, ez szükséges ahhoz, hogy a munkavállaló megértse és kövesse a szabályokat. „A tudás segít a szabályok megfelelő értelmezésében, így könnyebb alkalmazni a szabályokat.” (1) Minden szakértő kiemelte a gyakorlati tudás fontosságát, vagyis a tudásalkalmazás jelentőségét.

A szakértők szerint differenciált ismeretekre lenne szükség a vezetők esetében. A munkahelyi vezetőknek rendelkezniük kell minden olyan munkavédelmi tudással, amivel a munkavállalóknak is, de szélesebb körű, átfogóbb ismeretekre is szükségük lenne. A középvezetőket arra kellene felkészíteni, hogy felelősséget tudjanak vállalni az irányításuk

alatt dolgozó munkavállalókért. Ha a munkavállaló attól hallja a munkavédelemmel kapcsolatos információkat, akivel a munkaidejének többségét együtt tölti, akkor könnyebben fogja elfogadni és alkalmazni az előírtakat. A vezetőknek tehát szélesebb körű, elméleti ismereteket is magában foglaló, átfogó tudásra lenne szükségük, a munkavállalóknak a saját munkájuk biztonságos elvégzéséhez elengedhetetlen, fókuszált tudásra. A felsővezetőknek pedig szükségszerűen stratégiai- és folyamatismeretekkel kellene rendelkezniük leginkább.

Két esetben megemlítésre került, hogy a tudás felszínén tartása is fontos. „A megszokás, a rutinból végzett tevékenység sajnos koptatja az ismereteket.” (2) „... a tudás felszínén tartása nagyon lényeges.” (6)

Abban a kérdésben, hogy befolyásolja-e a munkavédelmi tudás a szervezet munkavédelmi teljesítményét nem értettek egyet a megkérdezett szakemberek. A szakértők szerint a munkavédelmi tudás nem feltétlenül hat közvetlenül a munkavédelmi teljesítményre. A vélemények szerint nem elsősorban a megszerzett ismeretek, hanem a tudatosság, a viselkedés, a tudás alkalmazása a teljesítményt valóban befolyásoló tényezők. „Befolyásolja a tudás, de a hozzáállás befolyásolja a legnagyobb mértékben a munkavédelmi teljesítményt. Tudásra szüksége van a munkavállalónak, de a beállítottsága, az otthonról hozott attitűdje nagymértékben befolyásolja az eredményességet.” (5) „Elsősorban nem a tudás befolyásolja a teljesítményt, hanem az, hogy alkalmazzák-e azt a tudást! Sokszor az elméleti tudás megvan, de ha nem alkalmazza a munkavállaló, nem lesz eredménye.” (7)

A szakértők szerint fontos figyelembe venni, hogy a munkavédelmi eredményre a munkavállalók szerzett és veleszületett tulajdonságai, valamint a beállítottsága egyaránt hatással vannak. A szerzett tulajdonságok tapasztalásból, tanulásból, gyakorlásból alakulnak ki, ezért bír jelentőséggel a munkavédelmi oktatás. A válaszadók ráirányították a figyelmet ugyanakkor arra is, hogy kiemelt fontosságú a munkavállaló beállítottsága, attitűdje, mely többszörös hatást gyakorol az elért eredményre. A kialakult vélemény szerint: (Veleszületett tulajdonságok + Szerzett tulajdonságok) x BEÁLLÍTOTTSÁG = Elért eredmények, Siker.

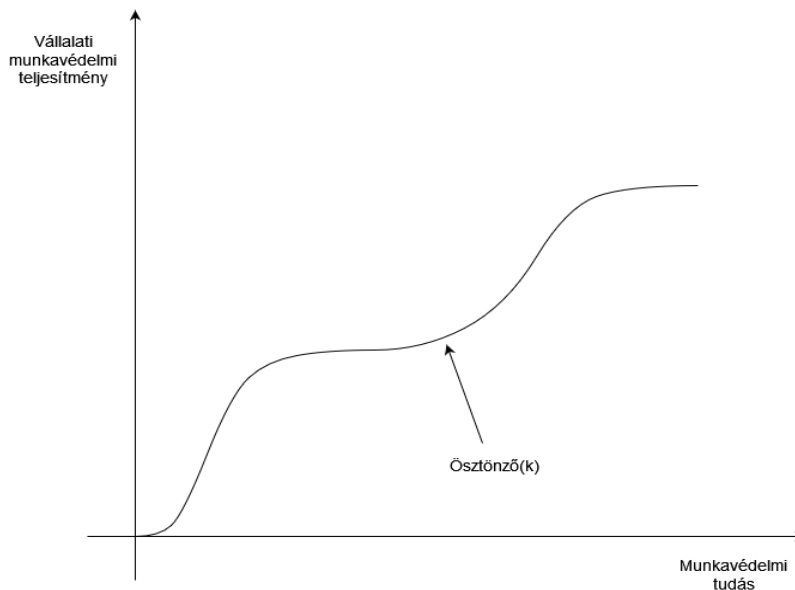
A szerzett tulajdonságok tehát oktatással bővíthetők. Emiatt fontos, hogy olyan jellegű képzés, oktatás történjen, amellyel a szerzett tulajdonságok eredményesen növelhetők. „Ha a tudás jól van átadva, úgy, hogy az értelmezés megfelelő legyen, akkor beépülve növeli a teljesítményt.” (3) „Egész más, ha valakinek az attitűdje a szabályok kijátszására koncentrál, vagy ha a biztonságra koncentrál.” (7)

A munkavállalók biztonsággal kapcsolatos attitűdje alapvetően meghatározza a vállalaton belül a munkavédelemhez való viszonyulásukat. A megkérdezettek véleménye szerint a szerzett tudás bővítése bizonyos mértékben a beállítottságot is segíthet változtatni. Ráműtettek arra, hogy az egyén munkavédelemmel kapcsolatos beállítottságát leghatékonyabban a vállalati kultúra tudja befolyásolni. „Szervezeti kultúra révén ... ha a munkavállalók hozzáállását is lehet változtatni, akkor az eredmény nagymértékben befolyásolható.” (4) „A vállalati elkötelezettség nagyon fontos! A tudás az alap, de hogy az kibontakozhasson, kell az elkötelezettség.” (6) „Oktatások mellett is előfordulnak balesetek. Ezért fontos a munkavállaló hozzáállása, a tudás alkalmazása! Továbbá a vezetők hozzáállása, ami nagymértékben meghatározza a dolgozók hozzáállását. Ami a vezetőnek fontos és kommunikálja, képviseli, és amibe energiát fektetnek, azt követik a középvezetők és a munkavállalók is. Vagyis alkalmazni fogja a tudását.” (7) „Az írott és íratlan szabályok adják egy cég kultúráját. Ahogy a munkavédelemben is sok írott és íratlan szabály van. Az íratlan szabályok



a vezetők viselkedésében jelennek meg, ez pedig hatással van a munkavállalókra.” (7) A biztonságot támogató, ösztönző vállalati kultúra kialakítása és fenntartása tehát determinálja a munkavédelem eredményességét. „Az bizonyos mértékben személyfüggő, hogy kialakul-e egy ilyen vállalati kultúra, ez elsősorban elkötelezett felsővezetőtől, vagy cégcsoport vezetőtől ered.” (1) Ha a munkahelyi munkavédelmi kultúra megfelelő, akkor abba illeszkedik be a munkavállaló, vagyis befolyással van az attitűdjére. A szabályok betartására épülő, tekintélyelvű kultúra nem lesz ilyen szinten eredményes a szakértők vélekedése szerint. A leghatékonyabb az a kultúra, ahol a munkavédelemmel kapcsolatos megfelelő, differenciált tudás a vállalat minden szintjén megtalálható, a szervezetbe megfelelően beépült, és ahol a munkavédelmi szint fenntartása nem a munkavédelmi szakember feladata. Ő csak irányt szab, a felhatalmazás a dolgozónál van. S persze a menedzsment részéről is megvan az elkötelezettség, egyrésztől a példamutatás, másrésztől pedig a biztonságra való törekvés ösztönzése révén. A munkavállalók felhatalmazása azt jelenti, hogy az utasítások betartatása helyett a vállalat arra helyezi a hangsúlyt, hogy a munkavállaló számára jogosultságot és eszközöket is biztosít a problémák megoldásához. Ha a munkavállaló egy általa feltárt problémával a munkáltatóhoz fordul, akkor lehetősége van arra, hogy azt a problémát akár a saját hatáskörében megoldja. A szakértők többsége hangsúlyozta a vezetői példamutatás fontosságát, illetve megemlítették, hogy mennyire nehezíti a munkavállalók szabálykövető magatartását, ha munkahelyi vezetőknél sem látja azt. Megjegyezzük, hogy a vezetői magatartás a vállalati kultúra része.

A vállalati kultúra tárgyalásakor felmerült a motiváció fontossága is. A szakemberek szerint a tudás bővítésével nem szükségszerűen növekszik lineárisan a szervezet munkavédelmi teljesítménye. A tapasztalat szerint egy bizonyos tudásszintig a munkavédelmi teljesítmény növekszik, de aztán hiába igyekeznek a tudást bővíteni, az nem jár törvényszerűen a munkavédelmi teljesítmény növekedésével. A további teljesítménynövekedés elérése érdekében ösztönzők alkalmazására van szükség, amint ezt az 1. ábra is szemlélteti.



1. Ábra: A tudás-teljesítmény grafikonja (Forrás: saját szerkesztés)

Ennek okát azzal magyarázták, hogy a megszokás, a rutin gyakran elterelik a kockázatokkal kapcsolatos figyelmet, a munkavállaló idővel az adott helyzetet elfogadja, azt megszokottként kezeli és nincs késztetése a változtatásra. A hosszabb balesetmentes időszakok megnyugtadják a munkavállalókat és csökkentik a biztonságra való érzékenységet. Ennek megfelelően a szakértők bizonyos helyzetekben szükségesnek ítélték a motivációs technikák bevezetését és alkalmazását. Természetesen fontos motivációs tényező a már említett vezetői példamutatás, a biztonságra való törekvés folyamatos fenntartása a munkáltató részéről. Emellett más ösztönzők alkalmazása is segítség lehet a teljesítmény növeléséhez.

Négy szakértő is megemlítette a munkavédelmi szakember attitűdjét, mint befolyásoló tényezőt. „A teljesítmény függ a munkavédelmi vezető személyiségétől is. Attól, hogy mennyire tudja a vezetőket, a középvezetőket, a munkavállalókat meggyőzni.” (3) „Az, hogy megtalálja-e a munkavállalók, a vezetők motiválásának kulcsát. Ez a képesség a tudása mellett meg kell legyen. Az, hogy a tudást alkalmazza a munkavállaló, azt megfelelő motivációval el kell érni.” (6)

Az tehát, hogy mennyire lesz eredményes a cég a munkavédelemben, függ a tudástól, a tudásalkalmazástól, az attitűdtől, a kialakított vállalati kultúrától, az alkalmazott motivációs technikáktól, valamint a munkavédelmi szakember attitűdjétől.

A munkavállalók munkavédelemre vonatkozó tudását nem tartják kielégítőnek a szakértők. Magyarázatként a munkavállalók érdeklődésének a hiánya merült fel, ez pedig visszavezet a biztonsággal kapcsolatos előképzettség, alapvető tudás problémáira. „A befogadókészség, az emberi tényező nagyon fontos. Nem foglalkozik vele, nem érdekli. Aláír, de nem érdekli. De van olyan is - ez a kevesebb - aki megérti, hogy az ő érdeke és az ő biztonságát szolgálja. Ez már egy alapvető tudás. Fontos, hogy megértsék: a tudás átadásnak célja van.” (6) „A megfelelő tudás nem az, hogy visszamondja az anyagot, hanem hogy a gyakorlatban tudja alkalmazni, használja, odafigyel rá. Ha ezt megérti: már siker. Ez kritikus pont: az emberi tényező, a hozzáállás, a befogadás.” (2) A munkavállalók habitusa alapvetően meghatározza a munkavédelmi oktatás hatékonyságát. Ha a munkavállaló nem nyitott a munkavédelemmel kapcsolatos információkra, ha nem lehet az oktatás során lekötöni a figyelmét, akkor a tudásáramlás – a befogadás hiánya miatt – eredménytelen lesz. Ennél fogva a megfelelő, alkalmazható tudás nem alakul ki. „A befogadókészség is probléma. Az oktatást „szükséges rossznak” tartják.” (5)

A vállalatok oktatási gyakorlatát a megkérdezett szakértők nem tartják megfelelőnek. A munkahelyre újonnan belépő munkavállalók oktatása megtörténik a vállalatoknál, az oktatás eredményessége azonban kérdéses. A tapasztalatok szerint a munkavállalók meghallgatják az oktatást, de nem nyitottak, nem érdeklődők, így az információ nem válik tudássá, a tudás alkalmazása sem történik meg. Ahhoz, hogy képessé váljon, vagy legalább alkalmazza a tanultakat a munkavállaló, folyamatosan ellenőrizni kell és ki kell kényszeríteni a szabályok betartását. Az új munkavállalók munkavédelmi oktatásának alapvető problémáiként a helyismeret hiányát, valamint az érdektelenséget említették. Egyrészt az oktatáson elhangzottak nehezen értelmezhetők úgy, hogy – helyismeret hiányában – nem tudja a munkavállaló kontextusba helyezni a hallottakat. Emiatt elfárad és nem is tudja követni az oktatás menetét. Másrészt – az előzőek eredményeképpen – unalmassá, érdektelenné válik számára az oktatás.

Két szakértő megemlítette, hogy a vállalatvezetők sem minden esetben szeretnek időt áldozni az oktatásra. A munkavédelmi oktatások megítélése ezeknél a vállalatoknál a „szükséges rossz” felé torzult.

Megemlítésre került, hogy a munkavédelmi tudástranszfer problémája egyébként is sajátos. A munkavédelmi szakember megtanulja a képzése során a jogszabályi előírásokat, illetve azokat az ismereteket, amelyek a szakma gyakorlásához szükségesek, de a tudás átadásának a módját nem. A probléma egyik oka az lehet, hogy a munkavédelmi szakemberek a munkavédelmi szabályok ismertetésével azt feltételezik, hogy azok a szabályok a munkavállalók számára ismeretesek és elegendőek ahhoz, hogy a gyakorlatban működjenek. Van szabályismeret, de az nem feltétlenül tekinthető tudásnak. Ez a feltételezés egyike a tudásmenedzsment Szeleccki által említett tipikus csapdájának (automatikus idealizmus) [1]. Szeleccki szerint a tudás nem pusztán az információ értelmezése, hanem képesség a megértésre és az alkalmazásra [1]. Ennek megfelelően elmondhatjuk, hogy pusztán az oktatás végrehajtása nem eredményezi a szükséges, vagy elvárt tudás kialakulását a munkavállalóknál. Jogszabályokról, jogokról és kötelességekről tanulni rendkívül száraz ismeretanyagot jelent egy új munkahelyen. Ehelyett használható, alkalmazható tudássá konvertálható ismeretek oktatása lenne szükséges, de ez speciális készségeket igényelne, amellyel a munkavédelmi szakemberek nem feltétlenül rendelkeznek. „A munkavédelmi képzésnek része kellene legyen az oktatáspedagógia vagy a kommunikáció.” (6) A megkérdezett szakértők szerint a munkavédelmi tudástranszfer problémájához nagymértékben hozzájárul, hogy a munkavédelmi szakemberek nem tudnak oktatni, mert a munkavédelmi képzésben nem készítik fel erre. A vélemények szerint nem is feltétlenül a munkavédelmi szakembernek kellene oktatnia a munkavállalókat. A munkavédelemmel együttműködve az adott szakterület, munkahely vezetője, vagy trénera a szükséges biztonsági ismereteket megfelelő módon át tudná adni. De a vélemények egybehangzón arról szólnak, hogy a szükséges módszertani ismeretek, mind a munkavédelem, mind a területi vezetők eszköztárából hiányoznak.

Az oktatások másik problémájaként – ahogy már korábban ezt részleteztük – a munkavállalók attitűdjét említették a szakértők. Ez az attitűd jellemzően nem biztonságcentrikus. Ebből fakadóan általános vélemény, hogy a munkavállalók nem szabálykövetők, kockázatvállalási hajlandóságuk jellemzően magas, a munkavédelemhez való viszonyuk passzívnak mondható. A munkavállalók oldaláról a munkavédelemre való nyitottság hiányzik, és a befogadókészség is nagyon gyenge. Ezt a hozzáállást oktatással megszüntetni a megkérdezett szakértők szerint nem lehet, illetve nem feltétlenül a munkáltatók feladata. Az egészségről, biztonságról szóló nevelést korábban – gyermekkorban – el kellene kezdeni. A megfelelő tudásbeli alapok hiányában a vállalatoknak a munkavédelmi oktatás során meg kell küzdeniük az alapvető tudatformálás szükségességével. Hiányzó ismeretekre alapozva próbálnak biztonságra vonatkozó ismereteket, munkavédelmet oktatni. A megkérdezett szakemberek javaslata alapján fontos lenne, hogy már gyermekkorban, az iskolás években, illetve az otthoni nevelésben is szerepet kapjon az egészségnevelés, a biztonság tudatosság. A munkavédelmi ismereteket erre ráépítve lehetne hatékonyan oktatni. Ezen ismeretek hiányában a vállalati munkavédelmi oktatás hatékonysága nagymértékben csökken. „Nagyon nagy feladat a munkavédelmi szakembernek megoldani azt, hogy a megfelelő attitűddel nem rendelkező munkavállalókat munkavédelemre oktassuk (pedagógiai tudás és kompetenciák nélkül) és az oktatásodtól a munkánk eredményessége függ.” (1)

A megkérdezett szakértők eredményesebb oktatási struktúrát látnának szükségesnek, ahol rövidebb belépős oktatást követően részletesebb munkahelyspecifikus oktatásokat kapnának a dolgozók. Javasolták például a munkautasításokba foglalt munkavédelmi előírások megismertetését a betanítási eljárás során. Az új belépős oktatás során egy általános, átfogó jellegű oktatást kap a munkavállaló, hiányzik a munkahelyspecifikus ismeretek oktatása, holott a jogszabály előírja, hogy kapjon a gép, az eszköz kezeléséről is megfelelő ismereteket. „Az oktatás nem megfelelő, az oktatási anyagra érve. Nem lenne szabad minden dolgozóra ugyanazt az anyagot ráhúzni. Nincsenek munkahelyspecifikus oktatások. Differenciált oktatásra lenne szükség.” (3)

A szakértők mindegyike problémaként említette meg a vezetők tudásának hiányosságát. Mind a területi vezetők, mind a felsővezetés (management) bevonását és aktív részvételét szükségesnek látják. A munkavállalók különböző szintjén eltérő tartalmú oktatásokat javasolnak. A középvezetők esetében azért tartják fontosnak a munkavédelemmel kapcsolatos megfelelő tudást, mert így hatékonyan lehetne nyomon követni az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés feltételeinek a teljesülését az általuk irányított területen. A középvezetők megfelelő tudása segítene megfelelően értelmezni a munkavédelmi előírásokat, így értelmet adna azoknak a szabályoknak, amiket a jogszabályok vagy a munkáltató megfogalmazott. A felsővezetők esetében pedig az iránymutatásra és a feltételek megteremtésére helyezték a fő hangsúlyt. Ezek az észrevételek ugyanakkor visszacsatolnak a vállalati biztonsági kultúra kialakításához, amelyben a biztonságért nem egy szakember vagy osztály, hanem minden munkavállaló felelős. Amennyiben a vezetők rendelkeznének a szükséges tudással, ami alapján megfelelően képesek lennének a munkavédelmet a cég szempontjából megítélni, akkor a biztonsági kultúra beépülne a cég minden szintjébe. Így pedig megszűnne a dipólusú munkavédelem, amelyben az egyik oldalon a munkavédelmi szakember vagy osztály, a másik oldalon pedig a vállalat alkalmazottai állnak.

Az interjú során az oktatás megfelelőségének a kérdésénél ismét felmerült az edukációval kapcsolatos kompetenciák hiánya, az, hogy oktatás-módszertan, pedagógiai ismeretek nincsenek a munkavédelmi szakemberek képzésében. A szakértők említették továbbá, hogy a munkavállaló számára érthető megfogalmazásban kell az oktatást megtartani, nem szakszöveggel. Fontos, hogy amit oktatnak, amit elmondanak, azt megfelelően kódolja le a munkavállaló. Ha jó az oktatás, az azt jelenti, hogy amit el akart mondani a tréner a munkavállalónak azt ő úgy is érti, és ennek megfelelően is akar cselekedni.

A nagy létszámú oktatásokat nem tartották jónak, ezek helyett a kis létszámú, maximum 10 fős tréningeket preferálták, mivel kis létszámú csoporttal könnyebben tudnak kontaktust teremteni és a figyelmet fenntartani.

Az oktatások szegmentálását is szükségesnek gondolták. Általános munkavédelmi ismereteket a munkavédelmi szakemberek oktassanak, de a területspecifikus ismereteket a területen, a konkrét munkahelyen kellene, hogy megkapja a munkavállaló.

Felmerült, hogy más csatornákat is szükséges lenne használni a munkavédelmi oktatásokhoz. Mobiltelefonon lehetne időnként információkat kiküldeni a területi vezetőknek, vagy QR kódos vetélkedőt bevezetni. A módszerek kombinálásával hatékonyabbá tehető a tudásáramlás. Ez a javaslat azért fogalmazódott meg, mert a szakértő szerint, ha változás történik a rendszerben, akkor az az elején eredményes, de idővel megszokottá válik. Mindig kell valami újdonság, ami figyelemfelkeltő hatású.

Az interjúk feldolgozásához szófelhő módszert alkalmaztam, a <https://www.wordclouds.com> weboldal szófelhő készítő programja segítségével. A szófelhő módszer segítette a válaszok tartalomelemzését.

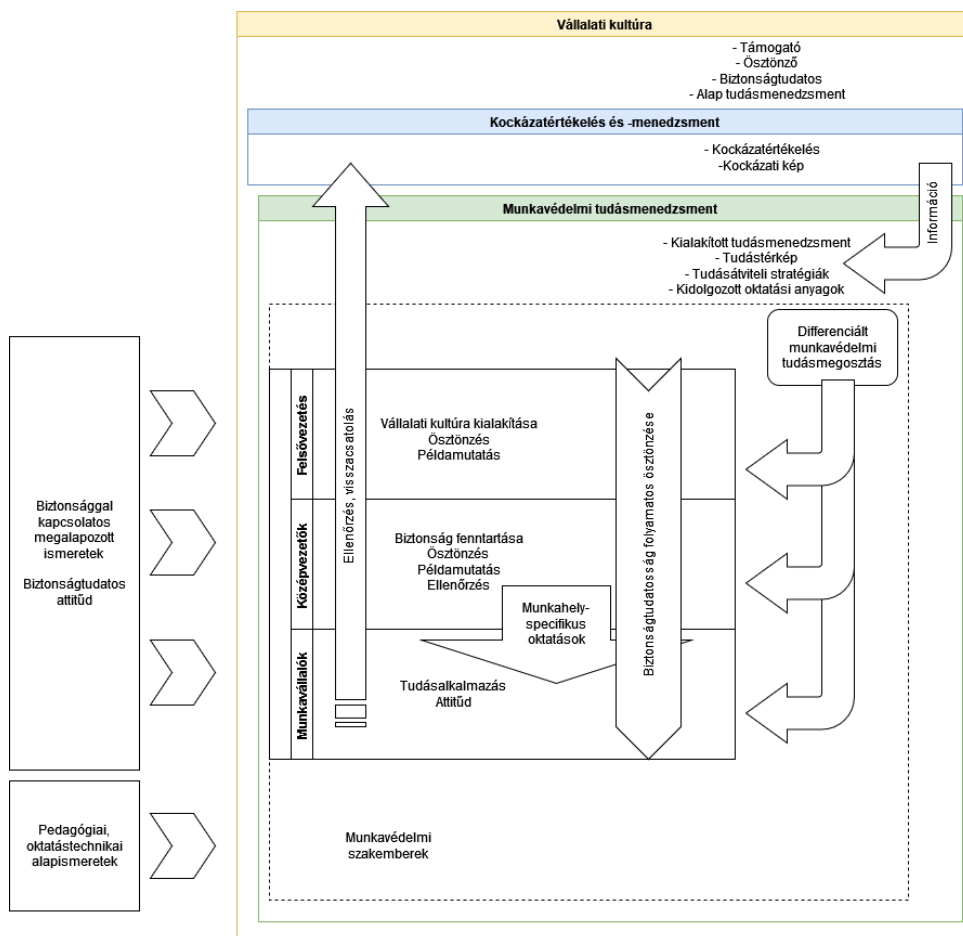


2. Ábra: Szófelhő (Forrás: saját szerkesztés, <https://www.wordclouds.com/>)

A kutatás eredményei alapján megalkottuk az eredményes tudásmenedzsment egy lehetséges modelljét, amelyet a 3. számú ábra szemléltet. A modell elemei:

- a biztonságra való törekvést aktívan támogató vállalati kultúra
- megfelelő információt biztosító kockázatértékelés és a kockázatok csökkentésére törekvő kockázatkezelési eljárások
- tudástérképek, gyakorlatias, differenciált tudás átadására, tudásalkalmazásra törekvő tudásmenedzsment
- ellenőrzés és visszacsatolás a kockázatmenedzsment irányába a folyamatos fejlődés érdekében
- munkavállalók attitűdjét kialakító korai nevelési rendszer
- munkavédelmi szakemberek pedagógiai, oktatástechnikai kompetenciáit biztosító szakképzés

Vizsgálatunk megállapította, hogy a munkavállalók munkavédelemmel kapcsolatos tudása alapvető fontosságú a vállalatok munkavédelmi törekvéseinek szempontjából. A kutatás rámutatott arra, hogy az ismeretek elsajátítása önmagában nem elegendő, az eredményhez a tudásalkalmazás vezet, melynek eléréséhez további, meghatározó tényezők figyelembevételével kialakított tudásmenedzsment-rendszer szükséges. Célszerű olyan tudásmenedzsment-rendszert megvalósítani, amely a szervezet minden szintjén biztosítja a szükséges tudás kialakítását és folyamatos bővítését. Meg kell határozni az érintettek tudásigényét, vagyis azt az elvárt tudást, amelynek kialakítása, átadása a sikeres működéshez szükséges. A tudásanyag meghatározásakor figyelembe kell venni a szervezet különböző szintjeinek eltérő tudásigényét is.



3. Ábra: A munkavédelmi tudásmenedzsment modellje (Forrás: saját szerkesztés)

A tudásigény felmérését követően célszerű az eredményes tudástranszfert biztosító képzési rendszer kialakítása, törekedve arra, hogy az oktatások kis létszámmal, strukturált módon és több lépcsőben történjenek. Segíti az ismeretek könnyebb elsajátítását, ha az újonnan felvett munkavállaló számára a belépést követően csak általános munkavédelmi ismereteket oszt meg a munkáltató, a munkahelyspecifikus ismereteket pedig a konkrét munkahelyen kapja meg a dolgozó. Így helyismerettel már rendelkezik, amikor a tevékenységére vonatkozó információkat megismeri, ez pedig megkönnyíti számára az információk értelmezését és a tudás gyakorlatba történő átültetését. A tudás fenntartása és bővítése érdekében érdemes rendszeres időközönként újabb oktatásokat tartani.

Ahhoz, hogy a munkavédelmi tudás a vállalat munkavédelmi teljesítményéhez eredményesen hozzájáruljon a megfelelő oktatásokon felül támogató, a tudásalkalmazást ösztönző vállalati kultúra kialakítása, motiváló vezetői magatartás szükséges. Különösen lényeges ez annak tükrében, hogy az egyre bonyolódó vállalati folyamatok nem teszik lehetővé a mindenre kiterjedő, részletes szabályozást. A túlzó szabályozás nehezen követhető és fojtóvá teszi a munkavállaló számára a környezetet. Törekedni kell a gondolkodás és a

viselkedés által befolyásolt munkavédelmi megközelítés felé, amely a tudásalkalmazás révén biztosítja a vezetők és a munkavállalók aktív részvételét a biztonság fenntartásában.

Kiemelten fontos tényező a munkavállalók attitűdje, mert többszörös hatást gyakorol az eredményre. A hazai munkavállalók habitusa jellemzően nem biztonságcentrikus. Kívánatos lenne a biztonsággal kapcsolatos tudás, illetve tudatosság kialakítását már jóval korábban - gyermekkorban - elkezdeni, hogy ne a munka világába lépve találkozzon először a biztonság követelményeivel a munkavállaló. A támogató, ösztönző, biztonságcentrikus vállalati kultúra a munkavállaló attitűdjét pozitív irányba befolyásolja, ezért hangsúlyozott a jelentősége a munkavédelmi eredményesség tekintetében. A vállalati kultúra legfőbb képviselője szükségszerűen az elkötelezett vezetőség.

A munkavállalók érdeklődésének fenntartása és ismételt felkeltése érdekében célszerű újszerű tudásmegosztási módok alkalmazásával bővíteni az alkalmazott tudástranszfer módszereit. A munkavédelmi teljesítmény folyamatos növelése, illetve a tudásalkalmazás céljából ösztönzők alkalmazása ajánlott.

Javasolt a munkavédelmi szakemberek képzését pedagógiai, oktatásmódszertani alapokkal kiszélesíteni.

Kutatásunk korlátait a kis mintaszám, illetve a vizsgálat területi határai jelentik.

További kutatást látunk szükségesnek a munkavédelmi tudásmenedzsment elméleti modelljének validálására, illetve a munkáltatót képviselő vezetők munkavédelemmel kapcsolatos elvárásainak és stratégiai gondolkodásának megismerésére, valamint a munkavállalók biztonsághoz való viszonyának meghatározására. Vizsgálni szükséges a munkavédelmi tudásmegosztás vállalati gyakorlatát, illetve a tudás mérhetőségének lehetőségeit.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen kutatás célja a Magyarországon működő vállalatok munkavédelemmel kapcsolatos tudásmenedzsment gyakorlatának felmérése, a munkavédelmi tudás megfelelőségének vizsgálata, illetve az oktatások eredményességét befolyásoló tényezők meghatározása volt. A kvalitatív kutatás eredményei rámutattak a tudásmegosztás jellemző problémáira, amelyek megoldása révén eredményesebbé tehető a vállalatok munkavédelemmel kapcsolatos tudásmenedzsmentje.

A vállalatok munkavédelmi értékteremtő tevékenységének sikerességét több tényező befolyásolja. Jelen kutatásban a munkavédelemmel kapcsolatos oktatások megfelelőségét, illetve a munkavédelemmel kapcsolatos egyéni és szervezeti tudás munkavédelmi teljesítményre gyakorolt hatását tanulmányoztuk.

Szakértői interjúk segítségével vizsgáltuk a magyarországi vállalatok munkavédelmi tudásmenedzsmentjének jellemzőit és leggyakoribb problémáit. A vizsgálat rávilágított arra, hogy a munkavédelemmel foglalkozó szakemberek nagyon fontosnak tartják a munkavédelmi tudást, különösen a tudásalkalmazást, de nem tartják megfelelőnek a munkavédelmi tudástranszfer gyakorlatát, illetve módját. A munkavédelmi tudásmenedzsment és a vállalati munkavédelem eredményességét befolyásoló fontosabb tényezők

- a biztonságtudatos nevelés, alapvető ismeretek hiánya
- az oktatásmódszertani ismeretek hiánya a munkavédelmi szakembereknél
- differenciált oktatás hiánya
- oktatásszervezés módja
- az oktatásra fordított idő

- vezetői és középvezetői elkötelezettség és tudás
- biztonságcentrikus vállalati kultúra
- motivációs módszerek

A vizsgálatok eredményei alapján megfogalmaztuk a hatékony munkavédelmi tudásmenedzsment elméleti modelljét, meghatároztuk a további lehetséges kutatási irányokat és javaslatot tettünk a kutatás kibővítésére.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Z. Szeleczi, "A tudásmenedzsment koncepciója és háttere," *Vezetéstudomány*, vol. XXX., no. 12., pp. 22–30, 1999.
- [2] A. Chikán and E. Czakó, "Kis nemzetgazdaságok versenyképessége a globális gazdaságban - a magyar példa," in *Vállalati versenyképesség a globálizálódó magyar gazdaságban*, A. Chikán, E. Czakó, and P. Z. Zoltayné, Eds. Budapest: Akadémia Kiadó, 2002, pp. 27–39.
- [3] G. Klimkó, "A tudásmenedzsment megközelítési módjai," *Vezetéstudomány*, vol. XXXII., no. 4., pp. 14–20, 2001.
- [4] S. G. Winter, "Knowledge and Competence as Strategic Assets," in *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*, 1st ed., D. J. Teece, Ed. New York: Ballinger, 1987, pp. 159–184.
- [5] J. P. Liebeskind, "Knowledge strategy and theory of the firm," *Strategic Management*, vol. 17., no. Winter Special Issue, pp. 93–107, 1996.
- [6] Z. Gaál, L. Szabó, and N. Obermayer-Kovács, "„Tudásmenedzsment-profil” érettségi modell," *Vezetéstudomány*, vol. XI., no. 6., pp. 2–15, 2009, doi: 10.14267/veztud.2009.06.01.
- [7] P. Anklam, "The social network toolkit: Building Organisational Performance through Collaborative Communities", London, Ark Group, 2005.
- [8] Á. Szeghegyi, "A tudásmenedzsment stratégiai szerepe a vállalatoknál," *Vállalkozásfejlesztés a XXI. században*, pp. 53–68., 2011.
- [9] F. Faragó, "Munkavédelmi teljesítménymérés és szervezeti kultúra kvalitatív felmérése közép- és nagyvállalati környezetben," *Biztonságtudományi Szle.*, vol. 4, no. 1, pp. 0–1, 2022.
- [10] Eurostat, "2.4% of EU people reported at least one work accident in 2020." <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211012-2>. (Utolsó letöltés: 2022.09.10.)
- [11] Innovációs és Technológiai Minisztérium Munkavédelmi Irányítási Főosztály, "Tájékoztató a munkabalesetek alakulásáról a feldolgozott munkabaleseti jegyzőkönyvek alapján," Budapest, 2021. [http://www.ommf.gov.hu/index.php?akt\\_menu=223](http://www.ommf.gov.hu/index.php?akt_menu=223). (Utolsó letöltés: 2022.09.04.)
- [12] European Agency for Safety and Health at Work, "The value of occupational safety and health and the societal costs of work-related injuries and diseases," pp. 1–10, 2017.
- [13] P. Dorman, "The Economics of Safety, Health, and Well-Being at Work: An Overview," 2000.
- [14] "1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről," 1993. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99300093.tv> (Utolsó letöltés: 2021.09.25.).



- [15] Gy. Szabó, “A munkavédelemi kockázatkezelés sajátosságai,” *Bánki Közlemények*, vol. 3, no. 1, pp. 5–12, 2020.
- [16] A. Kelemen-Erdős, A. Mitev, “Tematikus szolgáltatásélmény art- és romkocsmá környezetben,” *Turisztikai és Vidékfejlesztési Tanulmányok*, vol. 2, no. 3, pp. 58–73, 2017.
- [17] A. Kelemen-Erdős, A. Molnár, “Cooperation or Conflict? The Nature of the Collaboration of Marketing and Sales Organizational Units,” *Economics and Culture*, vol. 16, no. 1, pp. 58–69, 2019, doi: 10.2478/jec-2019-0007.
- [18] A. Kelemen-Erdős, “Dead-end development or real progress? Paradigm shift initiatives in marketing theory.” International May Conference on Strategic Management, Bor, Serbia, Vol. XV, Issue (1), pp. 26–38., 2019.
- [19] I. Boncz, *Kutatásmódszertani alapismeretek*. Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, Pécs, 2015.
- [20] K. Sántha, *Kvalitatív tartalomelemzés*. Budapest, Eötvös József Könyvkiadó, 2022.
- [21] Feischmidt Margit, “Kvalitatív módszerek az empirikus társadalom és kultúrakutatásban,” 2006. [http://mmi.elte.hu/szabadbolcseszett/mmi.elte.hu/szabadbolcseszett/index72c4.html?option=com\\_tanelem&id\\_tanelem=835&tip=0](http://mmi.elte.hu/szabadbolcseszett/mmi.elte.hu/szabadbolcseszett/index72c4.html?option=com_tanelem&id_tanelem=835&tip=0). (Utolsó letöltés: 2022/03/10.)
- [22] Irving Seidman, “Az interjú mint kvalitatív kutatási módszer.” Műszaki könyvkiadó, Budapest, 2002.
- [23] Neulinger Ágnes, “Több-módszertanú és vegyes módszertanú kutatások,” *Vezetéstudomány*, no. XLVII. évf., pp. 63–66, 2016.



**ASSESSING THE OCCUPATIONAL AND PROFESSIONAL COMPETENCE OF COLOR VISION DEFICIENT PEOPLE****SZÍNTÉVESZTŐK MUNKAKÖRI ÉS SZAKMAI ALKALMASSÁGÁNAK MEGÍTÉLÉSE**LANGER Ingrid<sup>1</sup> – LAUFER Edit<sup>2</sup>**Abstract**

Color vision deficiency affects 8% of the male population, which is 400 000 people in Hungary. Criteria for assessing professional and occupational suitability are laid down by law in some areas (transport, military and law enforcement), while in most occupations, the decision is based on professional recommendations by the occupational physician. The relevant legislation is often imprecise, inconsistent and contradictory. The testing methods used do not allow the assessment of compliance with the color vision requirement for a particular job. The color vision of color vision deficient people can be improved with the use of special glasses, but there is no uniform practice among doctors to adopt this. A change in approach would be needed, enforcing restrictions where justified, but not excluding colorblind people whose color vision is appropriate for the profession

**Keywords**

occupational health, occupational and professional competence, defective color vision, color vision correction

**Absztrakt**

A színtévesztés a férfi lakosság 8%-át érinti, ami csak Magyarországon 400 000 embert jelent. A szakmai, illetve munkaköri alkalmasság megítélésének kritériumait bizonyos területeken (közlekedés, katonai- és rendvédelmi szervek) jogszabályban rögzítik, míg a legtöbb foglalkozásnál szakmai ajánlások alapján döntenek a vizsgálatot végző orvosok. A vonatkozó jogszabályok sokszor pontatlanul fogalmaznak, következetlenségeket és ellentmondásokat tartalmaznak. Az alkalmazott vizsgálati módszerekkel egy adott munkakör betöltéséhez szükséges színlátás követelménynek való megfelelés nem megítélhető. A színtévesztők színlátása speciális szemüveg segítségével javítható, azonban ennek elfogadására az orvosok körében nincs egységes gyakorlat. Szemléletváltásra lenne szükség, ami a korlátozásokat indokolt esetben érvényesíti, de nem zárja ki azokat a színtévesztőket, akik színlátása megfelelő az adott szakma gyakorlásához. A cikkben bemutatjuk a jelenlegi szabályozások ellentmondásait és javaslatokat teszünk a feltárt problémák megoldására.

**Kulcsszavak**

foglalkozás-egészségügy, szakmai és munkaköri alkalmasság, színtévesztés, színlátás korrekció

<sup>1</sup> langer.ingrid@bgk.uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0001-5268-4692 | assistant lecturer, Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering | Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

<sup>2</sup> laufer.edit@bgk.uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0001-8362-4334 | institute director/intézetigazgató | Institute of Mechatronics and Vehicle Engineering, Banki Donat Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Obuda University

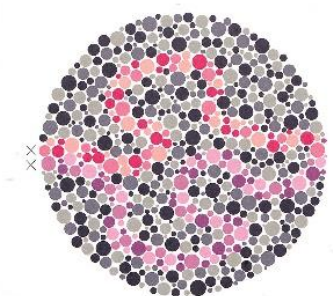
## BEVEZETÉS

A színtévesztés öröklött rendellenesség, oka általában a színlátásért felelős háromféle csap valamelyikében található fotopigment normálistól való eltérése, és ezáltal a csap érzékenységének megváltozása (anomális trikromázia). [1] [2] Súlyos esetben egy, kettő vagy akár mindhárom csap hiánya is lehet a színtévesztés oka (dikromázia, monokromázia, akromatopszia). A leggyakrabban előforduló típusa az ún. vörös-zöld színtévesztés, melyért a nagyobb hullámhosszra érzékeny protos, vagy a közepes hullámhossz tartományban működő deuteropsin a felelős. A színtévesztők aránya a népesség körében népcsoportonként eltérő, Európában a férfiak kb. 8 %-a érintett. (A nők között jóval kisebb a színtévesztők aránya, mindössze 0,4%.) [3] Napjainkban több mint száz szakmánál jelent kizáró, vagy korlátozó tényezőt a színtévesztés. A színtévesztés súlyossága egyénenként nagyon eltérő lehet. A különböző munkakörök betöltéséhez szükséges színlátási képesség is nagyon különbözőek. Nem mindegy, hogy különböző színű fényjelzések, vagy finom színárnyalatok között kell különbséget tenni. A színtévesztés sok szakmánál biztonsági kockázatot jelenthet, míg más esetekben a jó színlátásra a munka megfelelő minőségben való elvégzéséhez van szükség. Sajnos a jelenlegi gyakorlat az alkalmasság megítélésében nem tesz megfelelő különbséget a különböző súlyosságú színtévesztők között, így gyakran indokolatlanul zárják ki egy szakma elsajátításának, gyakorlásának vagy a közlekedésben megszerezhető vezetői jogosítványok megszerzésének a lehetőségéből a színtévesztő emberektől. Ennek oka többek között, hogy a színtévesztés szűrésére általánosan használt módszerekkel (pseUDOIZOKROMATIKUS tesztek, anomaloszkóp) a színtévesztés ténye igen, de az adott szakma gyakorlásához szükséges színlátás követelménynek való megfelelés nem állapítható meg. A következő fejezetekben bemutatjuk a leggyakrabban alkalmazott színlátás vizsgálati módszereket és a színtévesztők munkaköri alkalmasságának kritériumait a jogszabályok tükrében. Bemutatjuk a jogszabályokban rejlő ellentmondásokat majd javaslatokat teszünk a felárt problémák megoldására.

## A FOGLALKOZÁS EGÉSZSÉGÜGYBEN ALKALMAZOTT SZÍNLÁTÁS VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

### **PseUDOIZOKROMATIKUS tesztek**

A színtévesztés szűrésére gyakorlatilag minden esetben valamilyen pseUDOIZOKROMATIKUS tesztet, leggyakrabban Ishihara tesztet használnak. A speciális nyomdatechnikával készült ábrákon színes pöttyökből álló kör alakú mező közepén szintén pöttyökből kirajzoló számjegyeket vagy egyéb alakzatokat kell felismerni. Az alakzat és a háttér pöttyeinek színei úgy vannak megválasztva, hogy azok színtévesztők számára nehezen vagy egyáltalán nem megkülönböztethetők, míg ép színlátók számára a számok jól felismerhetők. Ezzel a tesztel a színtévesztés egyszerűen és gyorsan kimutatható, azonban a színtévesztés súlyosságáról és típusáról ennek alapján nem állítható fel diagnózis.



1. Ábra: Az Ishihara teszt egyik ábrája [4]

## Anomaloszkóp

Az anomaloszkóp jelenleg a legpontosabbnak tartott színlátás vizsgáló műszer, segítségével a színtévesztés típusáról és súlyosságáról számszerű mérési eredmény kapható. Legismertebb típusai a Nagel-anomaloszkóp és a Heidelberg-anomaloszkóp. Az anomaloszkóp osztott látómezőjének alsó felében monokromatikus sárga, felső felében monokromatikus vörös és zöld fény keveréke látható. A feladat színegyezés létrehozása a látómező két felén a vörös-zöld arány, illetve a sárga intenzitásának állításával. A protanomálok a normál színlátóknál több vöröset, a deuteranomálok a több zöldet állítanak be. Az anópok pedig, akiknek az egyik színlátó receptora hiányzik, gyakorlatilag minden vörös-zöld arány esetén képesek színegyezést beállítani. Az egyezésnél beállított vörös-zöld arányból képzett ún. anomál kvóciens (AQ) értékkel számszerűen jellemezhető a színtévesztés. A hazai és nemzetközi gyakorlatban az anomaloszkópos mérés eredményét tekintik a legobjektivebb vizsgálati módszernek a színtévesztés diagnosztizálására, azonban ennek a mérési módszernek is vannak bizonyos hátrányai. A műszer pontos és rendszeres kalibrációt igényel. A műszer kezeléséhez megfelelő tudás és gyakorlat szükséges. A vizsgált személytől nagyfokú koncentrációt és türelmet igényel a pontos színegyezés beállítása. Nincs nemzetközileg elfogadott szabványos módszer az eredmények értelmezésére, ezért a diagnózis a kiértékelés módszerétől függően más és más lehet. A műszer drága, ezért Magyarországon csak kevés helyen található, a rendszeres kalibráció elvégzésére sem mindig biztosított. Végezetül erről a vizsgálati módszerről is elmondható, hogy a pontos diagnózis ellenére arra a kérdésre nem ad választ, hogy a vizsgált személy foglalkozás-egészségügyi szempontból egy adott szakma vagy munkakör színlátási követelményeinek megfelel-e.

## Színes lámpás tesztek

A színes lámpás teszteket elsősorban a repülés egészségügyi alkalmassági vizsgálatoknál másodlagos vizsgálati módszerként alkalmazzák. A vizsgálat színmegnevezésen alapul. Ez a módszer a színtévesztés típusának és súlyosságának diagnosztizálására nem alkalmas. Ha a vizsgált személy valamilyen más teszten (általában az Ishihara teszten) elbukott, de a színes lámpás teszten átmegy, akkor „színbiztosnak” minősíthetik.

A színes lámpás teszteknek is több típusa létezik, pl Holmes-Wright, Farnsworth, vagy Bayne lámpás teszt.

## A SZÍNTÉVESZTÉS FOGLAKOZÁS-EGÉSZSÉGÜGYI MEGÍTÉLÉSE

A munkaköri, szakmai alkalmasság vizsgálatának és véleményezésének rendjéről néhány speciális területtől eltekintve a 33/1998. (VI.) NM miniszteri rendelet intézkedik. A katonai szolgálatot ellátók, a rendvédelmi szerveknél dolgozók, a közúti, a vasúti, a vízi és légi közlekedésben dolgozók munkaköri alkalmasságát az illetékes minisztériumok által kiadott külön rendeletek szabályozzák. [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] A felsoroltakon túl más foglalkozási területeken jogszabályban megfogalmazott tiltás a színtévesztés vonatkozásában nem létezik. Az egyes szakmacsoportokra vonatkozó szakmai ajánlások [12] [13] alapján a vizsgálatot végző orvos dönthet az alkalmasságról.

Az alábbiakban a teljesség igénye nélkül áttekintjük a jogszabályi háttérrel rendelkező néhány terület színtévesztőkre vonatkozó korlátozásait és a jogszabályokban fellelhető ellentmondásait.

### Színtévesztés és egészségi alkalmasság a közúti közlekedésben

A 13/1992. (VI.26.) NM rendelet [5] szabályozza a közúti járművezetők egészségi alkalmassága megállapításának rendjét. A rendelet a járművezetőkre két alkalmassági kategóriát állít fel, az 1. kategória követelményeinek a nem hivatásos, a szigorúbb 2. kategóriának a hivatásos járművezetőknek kell megfelelniük. A rendelet 1. sz. melléklete tartalmazza az egészségi alkalmasság elbírálásának szempontjait. E szerint az 1. alkalmassági csoportra vonatkozóan a színlátásra csak egyetlen mondat utal: „1.1.2. ....A színlátás vizsgálata Ishihara, vagy más színlátás vizsgáló táblákkal történik.

A rendelet azonban sehol sem említi a színlátás zavarát sem korlátozó, sem kizáró, sem egyedi elbírálást igénylő tényezőként.

A 2. alkalmassági csoportnál a színtévesztőkre vonatkozó előírás:

„1.2.4. A színlátás zavara esetén az egészségi alkalmasság személy szakorvos véleménye figyelembevételével állapítható meg.”

Tehát kifejezett tiltást a jogszabály a 2. alkalmassági kategóriára vonatkozóan sem fogalmaz meg, teljes egészében a vizsgáló orvos hatáskörébe rendeli az alkalmasság eldöntését.

A hivatásos gépjárművezetőknek nemcsak a 2. egészségi alkalmassági kategóriának való megfelelés, hanem a Nemzeti Közlekedési Hatóság hatáskörébe tartozó pályalkalmassági vizsga (PÁV) letétele is feltétele annak, hogy különböző munkakörökben gépjárművezetőként dolgozhassanak.

A 41/2004. (IV. 7.) GKM rendelet alapján a PÁV minősítés 4 kategóriában adható ki.

PÁV I: A legmagasabb alkalmassági kategória, mely a megkülönböztető jelzést használó járművek vezetőinek szükséges.

PÁV II: közúti közlekedési szolgáltatás keretében személyszállítást végző autóbusz, trolibusz, személygépkocsi vezetéséhez valamint veszélyes áru szállításához szükséges.

PÁV III: a 7500 kg megengedett legnagyobb össztömeget meghaladó, közúti áruszállítást végző tehergépkocsi, vontató, nyergesvontató és járműszerelvény vezetéséhez szükséges.

PÁV IV: a fentiekben nem említett gépjárművek vezetéséhez szükséges, ha a vezető előzőleg öt alkalommal megbukott a gépjárművezetői vizsgán.

A PÁV vizsga egy közlekedépszichológiai vizsgálat, a járművezetéshez, a közlekedési helyzetekhez való alkalmazkodáshoz, a járművezetés közben jelentkező terhelés elviseléséhez szükséges készségeket vizsgálja műszeres képességvizsgálatokkal és pszichológussal folytatott beszélgetés segítségével. A PÁV vizsga során alkalmazott tesztekben a színlátást már nem vizsgálják, a szakorvosi vizsgálat eredményét veszik figyelembe.

A PÁV I, II, III minősítéshez tartozó járművek ugyanazonokon az utakon haladnak, a vezetőknek ugyanolyan közúti jelzéseket kell követniük, ezért felmerül a kérdés, hogy megfelelő-e a fenti szabályozás. A közúti közlekedésben a színtévesztés tulajdonképpen a jelzőlámpák fényeinek észlelésekor okozhat problémát. Ez valóban súlyos biztonsági kockázatot jelenthet, de csak a súlyos színtévesztők nem tudják megkülönböztetni a közlekedési lámpák fényét.

A színtévesztők ilyen képességeit az alkalmasság megállapításakor egyáltalán nem vizsgálják. Az Ishihara teszt, amit a jogszabály is megemlíti, csak a színtévesztés tényét képes megállapítani, sem a színtévesztés típusáról, sem a súlyosságáról nem ad információt. A 2. alkalmassági kategória elbírálásához az Ishihara teszten elbukottakat általában anomaloszkópos vizsgálatnak vetik alá. Az anomaloszkóppal már lehetséges differenciáltabb diagnózist felállítani, de azt a képességet, hogy a vizsgált személy mennyire képes a közlekedési lámpák fényét helyesen felismerni, nem lehet vele megállapítani. Ennek az az oka, hogy az anomaloszkópban monokromatikus, a közlekedési jelzőlámpákban pedig szélessávú fényforrások találhatók, és a kétfajta spektrális tulajdonságú fényt a szem nem azonos módon érzékeli. Természetesen feltételezhető, hogy pl. egy súlyos színtévesztő személy a piros lámpát rosszul látja, illetve nem tudja megkülönböztetni a sárgától vagy a zöldtől, de ennek mértékéről az anomaloszkópos vizsgálat nem ad információt. [9] Színes lámpás tesztet Magyarországon csak nagyon kevés helyen pl. repülőorvosi vizsgálatoknál alkalmaznak, pedig a színtévesztés közlekedésbiztonsági kockázatát igazából ilyen vizsgálatokkal lehetne felmérni.

Az orvosnak tehát az Ishihara és az anomaloszkópos vizsgálat eredményei alapján saját felelősségre kell eldönteni, hogy egy színtévesztő megkaphatja-e a 2. kategóriájú alkalmasságot vagy sem. Természetesen leggyakrabban a nagyobb biztonság elve alapján alkalmatlannak minősítik a jelentkezőt. Ezért alakulhatott ki az a gyakorlat, hogy a PÁV I és PÁV II minősítést a legenyhébb színtévesztés esetén sem engedélyezik.

A helyzet ellentmondásossága jól látszik. Nem hivatásos vezetőként vezethet a leg-súlyosabb színvak is, de nem lehet pl. taxisofőr még a legenyhébb színtévesztő sem, aki azonban, ha szerencséje van, a PÁV III minősítést esetleg megkaphatja és kamionsofőrként dolgozhat. Felmerül a kérdés, hogy közlekedésbiztonsági szempontból tényleg nagyobb veszélyt jelent-e taxisofőrként az enyhe színtévesztő, mint kamionsofőrként és hogy „úrvezetőként” tényleg kevésbé fog valaki a színtévesztése miatt balesetet okozni, mint hivatásos gépjárművezetőként?

PÁV I kategóriájú alkalmassághoz kötött munkaköröknél, a megkülönböztető jelzést használó járművek, pl. egy mentőautó vezetőjének, akinek nagy sebességgel, sokszor a közlekedési szabályokat megszegve kell haladni, a reakcióidőt nem csökkentheti egy nehezen vagy későn felismert közúti jelzőlámpa. Ilyen esetben teljesen elfogadható még az

indokoltnál is nagyobb szigor. A többi kategória esetén azonban fontos lenne az eddigi gyakorlat helyett olyan vizsgálati módszerekkel szűrni a színtévesztőket, amely valóban a közlekedésbiztonsági szempontból kockázatot jelentő színlátás hibával rendelkezőket nyilvánítja alkalmatlannak.

### **Színtévesztők egészségi alkalmassága a vasúti közlekedésben dolgozók körében**

A 203/2009. (IX. 18.) Korm. rendelet [6] nemcsak a vasutasok, hanem minden köztötpályás közlekedéshez (HÉV, földalatti, metró, fogaskerekű, sikló, villamos) kapcsolódó munkakörben dolgozók egészségi alkalmasságának követelményeit szabályozza.

A vasúti közlekedés biztonságával összefüggő vasúti munkakörök alkalmassági szempontból 3 csoportba vannak sorolva. Az egyes csoportokban tartozó munkaköröket az 1.sz. melléklet tartalmazza. A rendelet 2. számú mellékletének 6/c pontjában a színlátás zavar az alkalmasságot kizáró, korlátozó állapotok között szerepel. A 3. számú melléklet A) és B) pontjában az előzetes, az időszakos és rendkívüli orvosi vizsgálatok alkalmával meghatározott követelmény mindhárom munkaköri csoportban, hogy: „*a színérzés biztos legyen; újfelveételes mozdonyvezetőknél anomaloscopos vizsgálat végzése kötelező*”

A „biztos színérzés” definíciója nem szerepel a rendeletben. Mozdonyvezetőknél (ide tartozik a metró, földalatti, HÉV, fogaskerekű vezetője is) anomaloszkópos vizsgálat eredménye dönti el az alkalmasságot, és a gyakorlatban az anomaloszkópon kimutatott színtévesztés súlyosságától függetlenül minden színtévesztőt alkalmatlannak nyilvánítanak.

A vasúti közlekedésben is, hasonlóan a közúti közlekedéshez, a színes jelzőlámpák megfelelő érzékelése fontos. Itt is érvényesek az előző fejezetben leírt megállapítások, vagyis az anomaloszkópos vizsgálat eredményéből nem lehet közvetlen következtetést levonni arra vonatkozóan, hogy a vizsgált személy mennyire biztosan képes felismerni a különböző színű jelzőlámpák fényét. Ezen a területen is indokolt lenne a színes lámpás tesztek alkalmazása. Bár a jogszabályból kategorikus tiltás nincs megfogalmazva, a „biztos színérzés” követelménye teret adhatna a vizsgáló orvos részéről egyéni elbírálásnak, a gyakorlat azonban azt mutatja, hogy ezzel nem igazán szoktak élni és minden színtévesztőt eltánácsolnak a pályáról.

### **Színtévesztők egészségi alkalmassága a vízi közlekedésben**

A vízi közlekedésre vonatkozó egészségi alkalmassági követelményeket a 21/2002. (XI. 8.) GKM-ESzCsM együttes rendelet [7] szabályozza. A rendelet hatálya a hivatásos, hajózási szolgálatot ellátó személyeken kívül kiterjed azoknak a vízi járműveknek a vezetőire is, melyek vezetése képesítéshez és képesítő okmány megszerzéséhez kötött, valamint a hajózási oktatási intézmények tanulóira, hallgatóira.

A rendelet 1.sz. melléklete a belvízi hajózási szolgálatot teljesítő személyek színlátására az alábbi követelményt állítja:

„*Színmegkülönböztető képesség: a színlátás megfelelőnek tekinthető, ha a pályázó az Ishihara-tesztet vagy annak megfelelő más tesztet hibátlanul olvassa. Kétes esetben műszerrel - anomaloscopppal - történjen a vizsgálat. Ennek alapján a protanopia (vörösvakság) kizáró ok, a színtévesztés többi formájánál a beosztástól függően az OKK keretében működő Repülési, Hajózási és Tengerészeti Egészségügyi Központ orvosa egyéni elbírálást alkalmazhat.*”



A 2. sz. mellékletben a tengerészek egészségi alkalmasságánál a következők találhatók a parancsnokok, fedélzeti tisztek vonatkozásában:

*„Közeli látás és színlátás: A hajóvezetéshez szükséges látás: térképek és navigációs segédletek olvasása, a parancsnoki hídon lévő készülékek és berendezések használata, távoli hajók és tárgyak azonosítása.”*

Ugyanitt egyéb beosztásoknál támasztott követelmények:

*„A készülékek közvetlen közlőről való leolvasásához, a berendezések üzemeltetéséhez és a szükséges rendszerek azonosításához szükséges látás.”*

A 3. sz. mellékletben a tengeri I. és II. osztályú kedvtelési célú vízijármű-vezetők egészségi alkalmasságának feltételeinél a rendelet úgy fogalmaz, hogy *térképek és navigációs segédletek olvasása, készülékek közlőről való leolvasásához, a berendezések üzemeltetéséhez és a szükséges rendszerek leolvasásához szükséges látás tekintetében színbiztosnak kell lenni.*

A rendelet korrekt módon csak protanópia esetén fogalmaz meg alkalmatlanságot, minden más esetben a munkakör ellátásához szükséges színlátási követelményeknek való megfeleléshez köti az alkalmasság megítélését, melyről a foglalkozás egészségügyi orvos dönthet.

### **Szintévesztők egészségi alkalmassága polgári légi közlekedésben**

A légi közlekedés biztonságára vonatkozó szabályokat és szabványokat az International Civil Aviation Organisation (ICAO, Nemzetközi Polgári Légiközlekedési Egyesület) dolgozza ki és ezeket, mint ajánlásokat adják ki a társult országoknak. Ezeket az ajánlásokat (annexek) az egyes országok légiközlekedési hatóságai adaptálják a saját jogrendszerükbe. Az Európai Unióban jogharmonizációs okokból a Joint Aviation Authorities (JAA – Közös Légiközlekedési Hatóság) fennhatósága alá tartozó összes állam (köztük az összes EU tagállam) elfogadta, hogy ugyanazokat a szabványokat alkalmazzák. Ennek megfelelően Magyarországon a polgári légiközlekedési személyzet egészségi alkalmasságának feltételeit jelenleg az Európai Unió 290/2012/EU bizottsági rendelettel módosított 1178/2011/EU rendelete illetve a 27/2014. (IV. 30.) NFM rendelet [8] határozza meg. A légi közlekedésben részt vevőknek az ellátandó feladatnak megfelelő szakszolgálati engedéllyel kell rendelkezni. A különböző szakszolgálati engedélyekhez tartozó egészségi követelmények három egészségügyi osztályba vannak sorolva:

1. Egészségügyi Osztály: közforgalmi pilóta, kereskedelmi pilóta (motoros/helikopter), hajózó navigátor, hajózó mérnök,
2. Egészségügyi Osztály: az előző pontban nem említett lajstromozott légi jármű pilóta/növendék pilóta, illetve lajstromozásra nem kötelezett légijármű-vezető, légiutas-kísérő,
3. Egészségügyi Osztály: légiforgalmi irányító, repüléstájékoztató és gyakornokaik.

Az 1. és 2. osztályú orvosi minősítésekkel kapcsolatos egészségi követelményeket a 1178/2011/EU rendelet IV. mellékletének (MED rész) 2. szakasza tartalmazza. Ebben a színlátásra vonatkozó előírások a következők:

**„MED.B.075 Színlátás**

a) A kérelmezőnek bizonyítania kell, hogy képes azonnal felismerni a feladatai biztonságos teljesítéséhez szükséges színeket.

b) Vizsgálat

1. a kérelmezőnek az orvosi minősítés első kiállításához teljesítenie kell az Ishihara-tesztet.

2. az Ishihara-tesztet nem teljesítő kérelmező további színfelismerési vizsgálaton vesz részt annak megállapítása érdekében, hogy színbiztos-e.

c) Az 1. osztályú orvosi minősítés esetében a kérelmezőnek normál színfelismeréssel kell rendelkeznie vagy színbiztosnak kell lennie. A további színfelismerési vizsgálatot nem teljesítő kérelmező alkalmatlannak minősül. Az 1. osztályú orvosi minősítés kérelmezőjét az engedélyező hatósághoz kell irányítani.

d) Ha a 2. osztályú orvosi minősítés kérelmezője nem ismeri fel kielégítően a színeket, repülési jogosultságait kizárólag nappalra kell korlátozni.”

A „színbiztos” fogalom magyarázata: „a kérelmező képessége a légi navigációban alkalmazott színek gyors megkülönböztetésére és a légi közlekedésben használt színes fényjelzések helyes felismerésére.”

Ez a rendelet is az Ishihara tesztet jelöli meg a szintévesztés elsődleges kiszűrésére, de a tesztet nem teljesítők esetén az alkalmasság megadását további vizsgálatoktól függően megadhatóvá teszi a „színbiztos” szintévesztők esetén is, illetve a 2. osztályú alkalmassághoz kötött pilóta engedélyt nappalra korlátozva szintévesztők is megkaphatják.

A 3. osztályú orvosi minősítésre vonatkozó követelményekről a 27/2014. (IV. 30.) NFM rendelet 4. sz. melléklete rendelkezik. Ezek megfelelnek az Eurocontrol által előírt követelményeknek (Eurocontrol European Class 3 Medical Certification Requirements [EMCR(ATC)] ). A színlátásra vonatkozó előírások:

„15. 1. [EMCR(ATC) 15.1. (a)] A színlátás legyen ép. Az ép színlátás feltétele, hogy a vizsgált személy hibátlanul olvassa az Ishihara táblákat, vagy igazolható legyen Nagel-féle anomaloszkóppal a normál trikromázia (lásd a 15.1.1. pontot).

1. [EMCR(ATC) 15.1.1.] Az Ishihara teszt ábráit folyamatosan kell olvasni, a teljesítés értékelése az Ishihara felhasználói kézikönyv szerint történik.
2. [EMCR(ATC) 15.1. (b)] Az a vizsgált személy, aki nem teljesíti az elfogadott színlátási teszteket, nem mondható színbiztosnak és nem minősíthető alkalmasnak (lásd a 15.2.1. pontot).
3. [EMCR(ATC) 15.1.2.] Amennyiben a vizsgált személy téveszt az Ishihara táblák olvasásakor, anomaloszkópos vizsgálatot (Nagel vagy azzal egyenértékű) kell végezni. A tesztet akkor teljesítette, ha trichromátnak bizonyult.”

Az utolsó mondatban a *ha „trichromátnak bizonyult”* kifejezés helyett a jogalkotó valószínűleg „normál trichromátnak bizonyult”-at akart eredetileg írni. Ez a rendelet az 1. és 2. osztálynál szigorúbban határozza meg az alkalmasság feltételét, itt az anomaloszkópos vizsgálat eredménye és nem a tényleges színlátási képességek döntenek el az alkalmasságot. Ez a kategória a légiforgalmi irányítók egészségi alkalmassági feltételeire vonatkozik, ezért a szigorúbb szabályozás érthető és indokolt.

Az Egyesült Királyság Polgári Légügyi Hatósága (Civil Aviation Authority, CAA) 2006-ban több tanulmányban foglalkozott a pilóták színlátási követelményeivel. [...] A jelenlegi vizsgálati módszereket és a színlátási követelményeket áttekintve szintén arra a meg-

állapításra jutottak, hogy a vizsgálati módszerek nem alkalmasak arra, hogy a színlátási képességeket megítéljék. Arra a következtetésre jutottak, hogy az Ishihara teszten megbukottak jelentős része alkalmas lehet pilótának, de ennek megítéléséhez új vizsgálati módszerek kidolgozására van szükség. [14]

## **PROBLÉMÁK ÉS ELLENTMONDÁSOK A JELENLEGI GYAKORLATBAN**

Az alkalmasság megítéléséhez szükséges vizsgálati módszereket a jogszabályok a legtöbb esetben az Ishihara (vagy annak megfelelő) tesztre és anomaloszkópos vizsgálatra korlátozzák. Ahol nincs jogszabályi előírás, a vizsgálat ott is általában az Ishihara tesztre vagy más pszeudoizokromatikus tesztre korlátozódik.

Az Ishihara teszt csak a színtévesztés tényének megállapítására alkalmas, az anomaloszkóppal a színtévesztés súlyossága is megállapítható, de egyik sem alkalmas a különböző munkakörökhez szükséges színlátási képességek vizsgálatára. Márpedig nemcsak a színtévesztők színlátási képességei között vannak óriási különbségek, hanem az ún. jó színlátást igénylő szakmáknál sem mindegy például, hogy színes vezetékeket vagy színes fényeket kell felismerni, illetve, hogy a színek mennyire finom árnyalatainak megkülönböztetésére van szükség.

Ha a színtévesztés biztonsági kockázati tényező, az alkalmasság megítélésénél sok esetben az indokoltnál szigorúbb elbírálást alkalmaznak, mivel a döntésért a vizsgálatot végző orvos személyében felelős.

A jogszabályban nem szabályozott szakmák esetén a beiskolázásnál kötelezően elvégzendő alkalmassági vizsgálatoknál az OMFI Ifjúsági Vizsgáló Osztályán tapasztalható az utóbbi 10 évben szemléletváltozás. [15] Az általuk kidolgozott és alkalmazott vizsgálati módszerekkel egy adott szakma gyakorlásához szükséges színlátási képességek figyelembevételével igyekeznek megítélni az alkalmasságot. Sajnos azonban ezek a vizsgálati módszerek egyediek. Ha a mindennapi gyakorlatot nézzük, elmondható, hogy nincsenek egységes irányelvek és nincsenek egységesen elterjedt, megfelelő vizsgálati módszerek, hogy az adott szakma színlátási követelményeit figyelembe véve történjen az alkalmasság megítélése. A megfelelő módszerek híján sok orvos nem vállalja a felelősséget, hogy szembe menjen a sok évtizedes gyakorlattal. E miatt sokszor egymásnak ellentmondó alkalmassági vizsgálati eredmények születnek.

Fontos megemlíteni, hogy a színtévesztők színlátása egy magyar találmány, a színlátás korrekciós szemüveg segítségével az esetek jelentős részében nagymértékben javítható. [16][17][18] Számos foglalkozás egészségügyi orvos és szemészorvos tud erről és javasolja is használatát. Egyre több olyan eset van, amikor az egészségi alkalmasságot a szemüveg használatával adják meg. Ez azonban nem általános gyakorlat, teljes egészében az adott orvoson múlik, hogy a korrekciós szemüveg használatát elfogadja-e vagy sem.

## **JAVASLATOK A FELTÁRT PROBLÉMÁK MEGOLDÁSÁRA**

A színtévesztők számos szakma elsajátításától és gyakorlásától a színtévesztés súlyosságától függetlenül el vannak tiltva, de az alkalmasság megítéléshez jelenleg használt vizsgálati módszerek nem alkalmasak egy szakma gyakorlásához szükséges színlátási ké-

pesszések megítélésére. Az esélyegyenlőség jegyében szemléletváltásra és egységes irányelvek kidolgozására van szükség. Ezzel kapcsolatos javaslatainkat az alábbiakban fogalmaztuk meg:

- Új, szakma specifikus vizsgálati módszerek kidolgozása szükséges.
- Tiltást csak abban az esetben kellene alkalmazni, ha a színtévesztő az adott szakma színlátsási követelményeinek nem felel meg.
- Amennyiben a színlátsási képesség színlátsási korrekciós szemüveg alkalmazásával javítható, az alkalmasságot szemüveg használatával megadhatóvá kellene tenni.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A színtévesztők munkaköri, szakmai alkalmasságának megítélési kritériumai akár jogszabályokon, akár szakmai ajánlásokon alapulnak, a vizsgálati módszerek hiányosságai miatt sokszor indokolatlanul zárják ki a színtévesztő személyeket egy adott szakma elsajátításának vagy gyakorlásának lehetőségéből. Cikkünkben példaként bemutattuk a közlekedéssel kapcsolatos vonatkozó jogszabályok ellentmondásait és javaslatokat tettünk a felvetett problémák megoldására.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Smith, V. C., Pokorny, J.: *Spectral Sensitivity of the Foveal Cone Photopigments Between 400 and 500 nm*, Vision Research, Vol. 15, pp. 161-171, 1975
- [2] Stockman, A., MacLeod, D. I. A., Johnson, N. E. *Spectral sensitivities of the middle- and long-wavelength sensitive cone*, Journal of the Optical Society A, 10, 2491-2521, 1993
- [3] Birch, J.: *Diagnosis of Defective Colour Vision*, Butterworth-Heinemann, 1993.
- [4] Ishihara S.: *Test for Colour Deficiency*, Kanehara, Tokyo, Japan 2016
- [5] 13/1992. (VI.26) NM rendelet a közúti járművezetők egészségi alkalmasságának megállapításáról.
- [6] 203/2009. (IX. 18.) Korm. rendelet a vasúti közlekedés biztonságával összefüggő munkaköröket betöltő munkavállalókkal szemben támasztott egészségügyi követelményekről és az egészségügyi vizsgálat rendjéről
- [7] 21/2002. (XI.8.) GKM-ESzCsM együttes rendelet a hajózási egészségi alkalmasság feltételeiről és vizsgálati rendjéről
- [8] 27/2014. (IV. 30.) NFM rendelet a polgári légiközlekedési személyzet egészségi alkalmasságának feltételeiről, valamint az egészségi alkalmasság megállapítását végző szervek kijelölésének és tevékenységének szabályairól
- [9] 7/2006. (III.21.) HM rendelet a hivatásos és szerződéses katonai szolgálatra, valamint a katonai oktatási intézményi tanulmányokra való egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasság elbírálásáról, továbbá az egészségügyi szabadság, a szolgálatmentesség és a csökkentett napi szolgálati idő engedélyezésének szabályairól

- [10] 57/2009. (X. 30.) IRM-ÖM-PTNM együttes rendelet egyes rendvédelmi szervek hivatásos állományú tagjai egészségi, pszichikai és fizikai alkalmasságáról, közalkalmazottai és köztisztviselői munkaköri egészségi alkalmasságáról, a szolgálat-, illetve keresőképzettség megállapításáról, valamint az egészségügyi alapellátásról
- [11] 22/2005. (VI. 14.) HM-EüM együttes rendelet az állami célú légi közlekedésben folytatott szakszolgálati tevékenység repülőegészségi feltételeiről
- [12] Brunner P.: *Orvosi útmutató a szakmai és munkaköri alkalmasság véleményezéséhez és a pályaválasztási tanácsadáshoz*, Országos Munka- és Üzemegészségügyi Intézet Ifjúsági Egészségvédelmi Intézete, 1998.
- [13] Cseh K., Nemeskéri Zs., Szellő J., Tibold A.: *Kézikönyv a foglalkozások egészségügyi szempontjainak meghatározásához*, PTE Felnőttképzési és Emberi Erőforrás Fejlesztési Kar 2014
- [14] *Minimum Colour Vision Requirements for Professional Flight Crew, Part I-II.*, Civil Aviation Authority Paper 2006/4, ISBN 0 11790 622 0, Elérhető: [www.caa.co.uk](http://www.caa.co.uk)
- [15] Simon J.: *Lehetőségek a jó gyakorlati színlátással bírók szakmai alkalmasságának véleményezésében*, Magyar Üzemegészségügyi Tudományos Társaság XXXIII. Kongresszusa 2013. szeptember 26-28., Visegrád
- [16] Wenzel K., Urbin Á.: *Improving Color Vision*, Lumen V4 2014, Visegrád
- [17] Wenzel K., Langer I., Urbin Á., Bencze K., Kassai V.: *Színlátást javító szemüvegek*, Szemészet, 2013. 150. évfolyam. június, Supplementum I. pp. 73
- [18] Wenzel K., Urbin Á., Langer I., Samu K.: *A színtévesztés korrekciója szemüveggel*, Magyar Tudomány 182(2021)9, 1194–1202 DOI: 10.1556/2065.182.2021.9.4



**COMBINED USE OF WORK DIAGNOSTIC MEASURING INSTRUMENTS AND ICF IN OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY – FIRST STEPS****MUNKADIAGNOSZTIKAI MÉRŐESZKÖZÖK ÉS AZ FNO EGYÜTTES HASZNÁLATA A MUNKAVÉDELEMBEN – ELSŐ LÉPÉSEK**NAGY Sarolta<sup>1</sup>**Abstract**

The work diagnostic devices (work simulators, desktop skill measuring devices) have long been used in the field of work psychology to assess the skills required for certain professions and to assess suitability for high-attention, high-risk jobs. The work diagnostic devices can also be used in a variety of contexts, for career-choice counseling, assessment of job suitability, return to work after illness, rehabilitation, employment of people with disability. In the same cases, the ICF („International Classification of Functioning, Disability and Health”) may also be used. Using our previous research on the wider use of the work diagnostic devices and the ICF, we would like to develop a method to assess the skills required to certain jobs and the workloads caused by work environment, and to develop an understandable, usable coding method of these assessments for occupational health and safety professionals also.

**Keywords**

occupational safety, work simulator, ICF, skill assessment, disability

**Absztrakt**

A munkadiagnosztikai eszközöket (munka szimulátorokat, asztali képességmérő eszközöket) régóta használják a munkapszichológia területén egyes szakmákhoz szükséges képességmérésekhez és nagy figyelmet igénylő balesetveszélyes munkakörökre való alkalmasság megítéléséhez. A munkadiagnosztikai eszközök szélesebb körben is használhatók, pályaválasztási tanácsadás, munkaköri alkalmasság megítélése, betegség után munkába való visszatérés elősegítése, rehabilitáció, fogyatékos személyek foglalkoztatása során. Ugyanezen esetekben az FNO („A funkcióképesség, fogyatékoság és egészség nemzetközi osztályozása”), szintén használható lehet. A korábbi munkadiagnosztikai eszközök szélesebb körű használatára irányuló kutatásaink eredményeit és az FNO-t felhasználva szeretnénk kidolgozni azt a módszert, mellyel adott munkakörök betöltéséhez szükséges képességek, a munkakörnyezetből eredő megterhelések felmérhetők és úgy kódolhatók, hogy a munkavédelem minden szakembere számára érthetők és használhatók legyenek.

**Kulcsszavak**

munkavédelem, munkaszimulátor, FNO, képességmérés, fogyatékoság

<sup>1</sup> [szakellatotudomany@gmail.com](mailto:szakellatotudomany@gmail.com); [nagy.sarolta@nnk.gov.hu](mailto:nagy.sarolta@nnk.gov.hu) | ORCID: 0000-0002-8560-1002 | PhD Student, Obuda University Doctoral School on Safety and Security Sciences | Occupational health specialist, National Center for Public Health doktorandusz, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola | foglalkozás-egészségügyi szakorvos, Nemzeti Népegészségügyi Központ

## BEVEZETÉS

A munkaerőhiány és a munkanélküliség egyszerre van jelen a mindennapjainkban. Annak ellenére, hogy több nemzetgazdasági ágazat küzd állandó munkaerőhiánnyal a megváltozott munkaképességű emberek és a fogyatékos személyek még mindig alulfoglalkoztatottak, pedig potenciális munkaerőforrást jelentenek. 2016-os adatok alapján a fogyatékos személyek 16,2%-a volt foglalkoztatott, míg ugyan ebben az évben a 20-64 év közötti magyar lakosság 73,7%-a volt foglalkoztatott. [1] [2] A fogyatékos személyek alulfoglalkoztatottságának számos oka között szerepel a munkáltatók óvatossága, mivel a sérülékeny munkavállalói csoportba tartozó személyek, így a fogyatékos személyek foglalkoztatása nagyobb odafigyelést, nem egyszer eltérő munkaszervezést, akadálymentesítést igényel és esetenként nagyobb kockázatot jelent (bár a munkabalesetek statisztikájából nem derül ki, hogy megváltozott munkaképességű személyek milyen arányban szenvednek el munkahelyi balesetet). A munkáltatók bizonytalanságát csökkenteni lehetne, objektív adatokat adó munkadiagnosztikai mérések alapján tett foglalkoztatási javaslattal. A munkadiagnosztikai eszközökkel történő vizsgálatokkal kiegészített munkaköri alkalmassági vizsgálatok során összevethetőek az adatok a referencia értékekkel és így a vizsgált személy bevétele az adott munkakörben pontosabban előrelátható. A munkáltatók bátrabban foglalkoztatnak fogyatékos személyeket, ha ilyen információk alapján történt a javaslat a foglalkoztatásukkal kapcsolatban, mert kisebbnek gondolják a kockázatot.

Munkadiagnosztikai mérésekre lehet használni, hordozható asztali képességvizsgáló eszközöket, melyekkel meghatározott részkapességek mérhetők és a több képességet, feladatsorokat vizsgáló úgynevezett „munkaminta-teszteket”, a munkaszimulátorokat is.

Munkaszimulátorokat Magyarországon és a világ számos országában régóta használnak oktatásra, alkalmasság megítélésére, képességek fejlesztésére és szórakoztatásra is. A szimulátorok és természetesen a munkaszimulátorok esetében is nagyon fontos a funkcionális és pszichológiai valóság-hűség, hogy bele tudják élni magukat a vizsgált személyek a szimulált feladatba, a fizikai valóság-hűség csak a beleélés fokát növeli, így a pszichológiai valóság-hűséget. [3] A munkaszimulátorok használata munkavédeleми szempontból nem csak a munkabiztonság javítása miatt fontos, hanem munkaegészségügyi oldalról is, az alkalmasság megítéléshez. Egyes szimulátorok, mint például az atomerőmű vezénélőtermének szimulátora, vagy a repülőgép-szimulátorok, például a Boeing 747 szimulátor, egyszerre szükségesek az alkalmasság megítélésére, a megfelelő munkavállaló kiválasztására és gyakorlásra, ezzel növelve a tartósan nagy figyelmet igénylő és fokozott balesetveszéllyel járó munkák biztonságos elvégzését. A magyar fejlesztésű munkaszimulátor az ErgoScope nem egy konkrét munkakörre készült, hanem 3 panelből álló telepített munkaszimulátor, melyen 36 feladat, munkafolyamat végezhető el és 203 részkapesség mérhető. [4] [5] Az ErgoScope munkaszimulátor funkcionális és pszichológiai valóság-hűsége megfelel a szimulált munkafeladatoknak.

Az ErgoScope munkaszimulátorral vizsgálható képességek egy része a szintén magyar gyártmányú hordozható munkapszichológiai képességmérő eszközökkel is vizsgálható ugyan, de az ErgoScope munkaszimulátoron végzett mérések és az asztali képességmérő eszközökön végzett vizsgálatok kiegészítik egymást, illetve pontosítják, igazolják a kapott eredményeket. Az ErgoScope 1. paneljén végezhető olyan vizsgálat, mellyel a gyorsaság, reakció idő mérhető, az asztali képességmérő eszközök közül például a tachistoszkóp a reakció idő mellett a rövidtávú memóriát is vizsgálja, az így kapott információ bővebb, és



ezért megalapozottabb döntésre ad lehetőséget alkalmasság megítélésekor, akár új munkavállaló felvételekor, akár hosszú betegség utáni visszatérés esetén.

A Piarista Rend Magyar Tartománya létrehozta a KILÁTÓ Piarista Pályaorientációs és Munkaerő piaci Fejlesztő Központot Vácott, mely pályaorientációs, munkaképesség-vizsgáló, tudományos-kutató, módszertanfejlesztő központ. A KILÁTÓ Piarista Pályaorientációs Központ módszertani programja keretében 100 főt vizsgáltunk meg az ErgoScope munkaszimulátoron és 50 főt asztali képességmérő eszközökön. A projekt munka során az egyéni funkcionális képességek méréséhez és statisztikai összehasonlíthatóságához kidolgoztunk egy értékelési módszert, melynek köszönhetően a mérések során kapott eredmények összehasonlíthatóak és a munkakör betöltéséhez szükséges képességek elvárt szintjéhez viszonyíthatóak. A KILÁTÓ Piarista Pályaorientációs Központ módszertani programja keretében megvizsgáltuk, hogy az ErgoScope és az asztali képességmérő eszközökkel mérhető képességek hogyan feleltethetők meg a projekt keretein belül vizsgált szakmáknak, munkaköröknek. [6] [7] [8]

A WHO által 2004-ben kidolgozott és kiadott FNO kódrendszer („A funkcióképesség, fogyatékoság és egészség nemzetközi osztályozása”) a vizsgált személyek funkcióképességének, fizikai és mentális állapotának felmérésével, az adott feladat ellátására, akár munka, akár a mindennapi élethez, önellátáshoz tartozó feladatról van szó a személy alkalmasságát, képességét írja le kódokkal. [9] Az FNO kódrendszere alkalmas a munkakörök kódolására is, az adott munkakör ellátáshoz szükséges képességek felmérésével, értékelésével, illetve a munkakörnyezet is kódolható a környezeti tényezők kódrendszerével. Amint a munkakörök betöltéséhez elvárt képességek, a munkakörnyezet és a munkavállalók funkcióképessége is az FNO segítségével kódolásra kerülnek, az alkalmasság, a foglalkoztathatóság megítélése mellett a biztonságos munkavégzés személyi, munkavállalói feltételei is követhetőbbek lesznek, így szolgálhatja az FNO a munkavédelemben dolgozó szakembereket. [10] [11]

## NEMZETKÖZI ÉS HAZAI SZAKIRODALOM RÖVID ÁTTEKINTÉSE

Az FNO-t leggyakrabban a klinikai rehabilitációban használják, ott is elsősorban a mozgáskorlátozottságot okozó kórképek esetében. Kimondottan a munkaegészségügyben rutinszerű használatáról irodalmat nem találtunk, de külföldi munkacsoportok dolgoztak ki a munkakörnyezet felmérésével kapcsolatos kódolási javaslatokat. Így egy holland kutatócsoport vizsgálta a munkával kapcsolatos, elsősorban munkakörnyezeti tényezőket, készítettek az FNO szerint a környezeti és személyes tényezőkről bővített listát és vizsgálták az FNO használhatóságát a foglalkozás-egészségügyben. [12]

A munkába való visszatérés elősegítéséhez mozgásszervi eltérések esetében a rehabilitációs szakemberek speciális klinikai vizsgálatok alapján döntenek a rehabilitálhatóságról, illetve végzik el az FNO szerinti kódolást. A nemzetközi irodalomban leggyakrabban a munkába való visszatérés elősegítésére az FNO kódrendszer használatához kérdőíveket használnak, javasolnak. [13] [14] [15] A KILÁTÓ Piarista Pályaorientációs Központ módszertani programja keretében SNI-s (sajátos nevelésű igényű tanuló) és megváltozott munkaképességű fiatal felnőtteket vizsgáltak munkadiagnosztikai eszközökkel. A KILÁTÓ Piarista Pályaorientációs Központ módszertani program pilot vizsgálatában résztvevő fiatalokkal jó lehetett együtt dolgozni, fogyatékoságuktól függetlenül. Az SNI-s és a megvál-

tozott munkaképességű fiatalok munkadiagnosztikai vizsgálatai során szükség szerint akadálymentesíteni kellett a helyszínt, a feladatot, vagy az instrukciókat kellett leegyszerűsíteni az értelmileg akadályozott személyek esetében. A munkadiagnosztikai vizsgálatok során a 3 paneles ErgoScope munkaszimulátort és szintén magyar fejlesztésű 9 hordozható asztali képességmérő eszközt használtak. (Figyelemképesség vizsgáló, Komplex szenzomotoros vizsgáló, Tachisztozkóp, Tanulás és emlékezet vizsgáló, Ricossay féle kéz- és ujjgyűesség vizsgáló, Bonnardel féle kéz- és ujjgyűesség vizsgáló, Crawford féle munkapróba, Mélységlátás vizsgáló) A mérések során objektív adatokat kaptak, melyek alapján véleményük szerint elkészíthető a vizsgált személyek funkcióképességének FNO kódolása oly módon, hogy az FNO szerint bekódolásra kerülő munkakörökkel, munkakörnyezettel összevethetőek legyenek. [7] [8] [11]

Korábbi tanulmányomban részletesebben ismertettem az FNO felépítését és felhasználási területeit, azt találtam, hogy külföldön csak kérdőíveket használnak az FNO kódoláshoz. A kérdőív, akár önkitöltős, akár szakember tölti ki a vizsgált személlyel együtt, mindenképpen nagy részben szubjektív. Az irodalomban nem találtam objektív méréseken alapuló FNO kódolási módszert, ezért is nagyon fontos a munkadiagnosztikai eszközökkel történő mérések összekapcsolása az FNO kódrendszerrel. [10]

## CÉLKITŰZÉS

Az ErgoScope munkaszimulátoron és a KILÁTÓ Piarista Pályaorientációs Központ módszertani program során használt asztali képességmérő eszközökön korábban végzett vizsgálatok eredményeit, használatuk során szerzett tapasztalatokat szeretnénk felhasználni és összekapcsolni az FNO kódolási módszerével. Véleményünk szerint a munkakörök, az elvárt képességeken keresztül és a munkakörnyezet is kódolható az FNO szerint. Az így elkészült munkakör, munkakörnyezet és a munkavállalók funkcióképességének FNO kódolásainak az általunk kidolgozott módon történő összevetésével lehet javaslatot tenni az adott munkakörben, munkakörnyezetben való foglalkoztatásról, egyes munkafolyamatoktól való eltanácsolásról, munkafolyamatok elvégezhetőségéről, akadálymentesítésről, adott személy esetében.

## MÓDSZER

A KILÁTÓ Piarista Pályaorientációs Központ módszertani programja keretében elvégzett képességmérések során szerzett tapasztalatok, eredmények és a foglalkozás-egészségügyben használatos munkakörleírások, munkatükröket tartalmazó szakmai anyagok felhasználásával kezdtük el kidolgozni a munkakörök által elvárt képességek FNO szerinti kódolásának módját. Az ErgoScope munkaszimulátor és a hordozható asztali képességmérő eszközökkel mérhető, illetve a vizsgálat közben megfigyelhető képességeket a KILÁTÓ Piarista Pályaorientációs Központ módszertani programja során táblázatba foglaltuk lsd. 1. és 2. ábra. Egyes szakmák esetében már a projekt pilot vizsgálata keretében elkészítettük a kompetencia, képesség listát lsd. 3. ábra. [5] [7] [8] [11] [16] [17] Hasonlóképpen bármelyik másik szakma, munkakör elvárt képességeit meghatározhatjuk az FNO kódoláshoz. Először az ErgoScope munkaszimulátor és az asztali képességmérő eszközök által mérhető képességeket kódoltuk az FNO szerint.

		FIZIKAI KÉPESÉGEK												KOGNITIV KÉPESÉGEK					SZEMÉLYES			
		Statisztikus terhelés és testhelyzet		Dinamikus terhelés				Finommotorika, szenzomotoros teljesítmény		Érzékelés, észlelés, figyelem, emlékezet, gondolkodás					Adottságok, sz							
1		ipetenciák megítéléséhez, melyik asztali eszköz, illetve az ErgoScope mely feladata használandó.																				
2																						
3																						
4																						
14			Szenzomotoros konfliktus							x	x	x	x	x	x					x	x	x
15			Ujjúgyesség							x	x	x	x	x						x	x	x
16			Kéz-koordináció							x	x	x								x	x	x
17			Munkapróba							x	x	x	x	x	x							
18	O. panel	Statisztikus erők mérése	Statisztikus nyomás/húzás vízszintesen két kézzel	x		x	x	x		x	x											
19			Statisztikus nyomás/húzás függőlegesen két kézzel	x		x	x	x	x													
20		Dinamikus erők mérése	Dinamikus emelés szék magasságra két kézzel	x		x	x	x	x											x	x	x
21			Marok szorítás jobb/bal kézzel	x		x	x	x														
			Kulcsfogás ujjal							x	x	x	x	x								

1. Ábra: Az ErgoScope és az asztali képességmérő eszközökkel mérhető kompetenciák, részlet, készítette a KILÁTÓ projekt keretében, dr. Nagy Sarolta, dr. Jókai Erika, (2019) [7]



2. Ábra: ErgoScope munkaszimulátor és az asztali képességmérő eszközök (képek forrása: <https://www.innomed.hu/munkaszimulatorok/> és KILÁTÓ Piarista Pályaorientációs Központ módszertani programjának keretében végzett vizsgálatok, 2019)

3. Ábra: A szakmák és az elvárt kompetenciák,részlet,készítette a KILÁTÓ Piarista Pályaorientációs Központ módszertani programjának keretében, dr. Nagy Sarolta, (2019)

### A MUNKADIAGNOSZTIKAI MÉRÉSEK ÉS AZ FNO ÖSSZEKAPCSOLÁSA

Az FNO kódrendszerből a „tevékenység, részvétel” „d” és „testi funkciók” „b” kódokkal írtuk le a szakmákhoz szükséges képességeket. Az ErgoScope munkaszimulátor, asztali képességmérő eszközök által mérhető, vizsgálható képességeket is az FNO kódrendszerből a „tevékenység, részvétel” „d” kódokkal (pl. testhelyzet változtatása, kezek, karok használata), illetve a „testi funkciók” „b” kódokkal (pl. tapintás, emlékezés, figyelem) írtuk le. Az FNO szerinti kódolást az ErgoScope 0. paneljén és egy kiválasztott szakma esetében elvégeztük lsd. 4. ábra és 5. ábra. Az ErgoScope munkaszimulátor 0. panel által mérhető képességek FNO kódjait és a kiválasztott asztalos szakma elvárt képességeinek FNO kódjait összeillesztettük egy táblázatba. Ellenőriztük, hogy a szakma végzéséhez szükséges minden képesség vizsgálható-e, mérhető-e. Az ErgoScope 0. paneljén nem mérhető mindegyik képesség, de az 1. és 2. paneleken vizsgálhatók lsd. 6. ábra.

Mérő eszköz	Feladat	Kompetencia, képesség	FNO kategória
ErgoScope	Statikus erők mérése	statikus erő kifejtés nyomás vízszintesen	d4451.
		statikus erő kifejtés húzás vízszintesen	d4450.
		statikus erő kifejtés nyomás függőlegesen	d4451.
		statikus erő kifejtés húzás függőlegesen	d4450.
	Dinamikus erők mérése	tartós állás	d4154.
		emelés szék magasságára két kézzel	dinamikus erő, tárgy emelése a max. emelhető súllyal
gyakori hajlás		szabálykövetés	d4154.
			d4105.

4. Ábra: Az Ergoscope 0.panelel mérhető képességek FNO szerinti kódolása, részlet, saját ábra.

FNO kód Szakma Asztalos Burkoló	FIZIKAI KÉPESÉGEK																
	Statikus terhelés és testhelyzet			Dinamikus terhelés							Finommotorika, szenzomotoros teljesítmény						
	Állás	Ülés	Térdelés	Kézianyag mozgatás (cipelés)	Emelés asztalmagasságra	Emelés polcmagasságra	Hajlás	Guggolás	Járás	Húzás	Tolás	Mászás, lépcsőn, létrán járás	Ujjak gyors mozgatalása	Fogás ujjakkal	Fogás kézzel, kar-kéz stabilitás	Reakció gyorsasága	Mozgáskoordináció
d4154	d4103	d4102	d4301	d4300	d4300	d4105	d4101	d4500, d4501	d4450	d4451	d4551	d4402	d4400	d4401	b1600	b7602	d4453
x			x	x		x		x	x	x			x	x	x	x	x
x		x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x		x	x

5. Ábra: Az asztalos és burkoló szakmákhoz szükséges képességek FNO szerinti kódolása (a szakmák melletti „x” jelenti, hogy az adott szakmához szükséges az a képesség, tevékenység), részlet, saját ábra.

FNO kód Szakma Asztalos	FIZIKAI KÉPESÉGEK																	
	Statikus terhelés és			Dinamikus terhelés							Finommotorika, szenzomotoros teljesítmény							
	Állás	Ülés	Térdelés	Kézianyag mozgatás (cipelés)	Emelés asztalmagasságra	Emelés polcmagasságra	Hajlás	Guggolás	Járás	Húzás	Tolás	Mászás, lépcsőn, létrán járás	Ujjak gyors mozgatalása	Fogás ujjakkal	Fogás kézzel, kar-kéz stabilitás	Reakció gyorsasága	Mozgáskoordináció	Ceuklóforgatás, kezek, karok forgatása, csavarása
d4154	d4103	d4102	d4301	d4300	d4300	d4105	d4101	d4500, d4501	d4450	d4451	d4551	d4402	d4400	d4401	b1600	b7602	d4453	
x			x	x		x		x	x	x			x	x	x	x	x	
Feladat	Kompetencia, képesség			ErgoScope 2. panelen is vizsgálható							ErgoScope 2. panelen történő vizsgálathoz				ErgoScope 1. és 2. panelen vizsgálható képességek			
Statikus erők mérése	Statikus nyomás/húzás szimulátoron			Statikus erőkifejtés nyomás/húzás szimulátoron			Statikus erőkifejtés húzás szimulátoron			Statikus erőkifejtés nyomás/luggölgesen két lábon			Statikus erőkifejtés húzás/luggölgesen két lábon			Statikus erőkifejtés húzás/luggölgesen két lábon		
	d4451																	
Dinamikus erők mérése	dinamikus erők, tárgy emelése a max. emelhető súlyal			dinamikus erők, tárgy emelése a max. emelhető súlyal			dinamikus erők, tárgy emelése a max. emelhető súlyal			dinamikus erők, tárgy emelése a max. emelhető súlyal			dinamikus erők, tárgy emelése a max. emelhető súlyal			dinamikus erők, tárgy emelése a max. emelhető súlyal		
	d4300																	
	gyakorlati hajlás			gyakorlati hajlás			gyakorlati hajlás			gyakorlati hajlás			gyakorlati hajlás			gyakorlati hajlás		
d4105																		

6. Ábra: Az asztalos szakmához szükséges képességek és az ErgoScope 0. panelen mérhető képességek összevetése, FNO szerint bekódolva (a szakma melletti „x” jelenti, hogy a szakmához szükséges az a képesség, tevékenység), részlet, saját ábra.

Az FNO kategóriákba sorolás után ötfokozatú skálán kell a probléma mértékét jelezni „nincs probléma” és a „teljes probléma” között. [9] [10] A KILATÓ Piarista Pályaorientációs Központ módszertani programja során használt kezdetleges ErgoScope mérési referencia adatbázis alapján kiszámolt teljesítményátlagokat figyelembe véve hoztunk létre referencia sávokat, megtartva a WHO által leírt FNO értéktartományok százalékos megoszlását. Az így létrehozott referencia sávok nem felelnek meg az FNO „nincs probléma” és a „teljes probléma” fogalmaknak, inkább a messze/nagyon átlagon aluli, átlagos, nagyon átlagon felüli megfogalmazások lehetnek megfelelőbbek.

Az FNO kódok minősítőiben a „0” mindig „nincs” (nincs probléma, nincs akadály). Az ErgoScope munkaszimulátorral és az asztali képességmérő eszközökkel mért értékek FNO minősítők szerinti bekezelésére nem mindig felel meg a „0” azaz a mért, vizsgált funkciók 0-4% közötti értéke a „nincs, hiányzik” fogalomnak. Egyes esetekben, például reakció idő mérésekor a rövid idő (az átlag 0-4%-a) átlagon felüli gyorsaságot, teljesítményt jelent, ezekben az esetekben más fogalmat kell használni. Viszont azoknál a feladatoknál, ahol hibaszámot is mérünk, már mondhatjuk az átlag alatt, azaz 0-4%-t hibázó személyek esetében, hogy „nincs hiba”, azaz átlagon felüli a pontos feladatmegoldása.

## ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

Az FNO („A funkcióképesség, fogyatékoság és egészség nemzetközi osztályozása”) kódolási módszer nemzetközi és hazai irodalmát újra átnézve, illetve a munkadiagnosztikai vizsgálataink során szerzett tapasztalatokat, eredményeket összevetve elmondható, hogy az ErgoScope munkaszimulátor, illetve asztali képességmérő eszközök és az FNO használhatók együtt munkakör és munkakörnyezet felméréséhez, illesztéséhez. Pontosítva, elméletben igen használható az FNO a munkavédelem területén, a kipróbálására ezután kerül majd sor. Amennyiben „próbavéleményezés” során működőképes az FNO kódolásnak ez a módja, akkor folytatjuk, ha nem tovább keressük a megfelelő módszert.

Érdekes és izgalmas az elsöre bonyolultnak tűnő FNO-t még tapasztalatlanul a munkaegészségügy területén használni, a táblázatok készítése és a megfelelő FNO kódok kikezérése közben kezd érthetővé válni szemlélete és logikája. Az ismertetett munkakör és munkadiagnosztikai mérések FNO szerinti illesztése, az eleje egy hosszú útnak, még sok tanulni, módosítani való van a módszeren, de működik.

Régóta szeretnénk létrehozni az ErgoScope munkaszimulátoron végzett mérésekből egy nagy közös adatbázist, melyből megbízhatóan használható, hiteles referencia értékek számolhatók ki. Ennek az adatbázisnak a szükségességét alátámasztották az ErgoScope 0. paneljén mérhető képességek FNO kódjaihoz tartozó minősítők kialakításakor felmerülő nehézségek. Már folyamatban van a különböző helyszíneken történt mérések adatainak összegyűjtése.

A kutatás, a módszertan kidolgozása során a munkadiagnosztikai eszközökkel mért adatok referencia értékeit pontosítani, nemekre és életkor szerinti sávokra kell majd osztani. Ezt a felbontást hitelesen a a közös adatbázis létrehozása után lehet megcsinálni.

Az FNO kódok és minősítők meghatározását is pontosan kell majd definiálni és főleg a munkakörnyezet bekódolásához a szakemberek munkáját ellenőrző listákkal, kérdőívekkel kell segíteni.

Az FNO munkaegészségügy területén történő használhatóságának vizsgálatában a soron következő feladat az asztalos szakmára elkészített FNO kódokat kibővíteni az asztalos műhelyet leíró FNO kódokkal és először elméletben letesztelni a kódkészlet működőképességét, majd egy konkrét munkakör esetében „élesben” is kipróbálni.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mun/hu/mun0017.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mun/hu/mun0017.html)
- [2] [https://www.ksh.hu/mikrocenzus2016/kotet\\_8\\_fogyatekos\\_es\\_az\\_egeszsegi\\_ok\\_miat\\_korlatozott\\_nepesseg\\_jellemzoi](https://www.ksh.hu/mikrocenzus2016/kotet_8_fogyatekos_es_az_egeszsegi_ok_miat_korlatozott_nepesseg_jellemzoi)
- [3] L. Izsó, „Munkaszimulátorok alkalmazásának lehetőségei a munkavégzés biztonságának javításában”, *Munkavédelem és Biztonságtechnika*, vol. 24, no. 4, pp. 10-16, 2012/4.
- [4] L. Izsó, I. Székely, L. Dános, „Possibilities of the ErgoScope high fidelity work simulator in skill assessment, skill development and vocational aptitude tests of physically disabled persons”, in *Assistive Technology: Building Bridges*, C. Sik-Lányi, E.-J. Hoogerwerf, K. Miesenberger, Amsterdam, Hollandia : IOS Press, 2015, 1, 112 p. pp. 825-831.

- Elérhető: [https://www.researchgate.net/publication/281167678 Possibilities of the ErgoScope high fidelity work simulator in skill assessment skill development and vocational aptitude tests of physically disabled persons](https://www.researchgate.net/publication/281167678_Possibilities_of_the_Er-goScope_high_fidelity_work_simulator_in_skill_assessment_skill_development_and_vocational_aptitude_tests_of_physically_disabled_persons)
- [5] E. Jókai, Sz. Smudla, A. Pálosi, „Mérésvezetői instrukciók az ErgoScope munkaszimulátoros vizsgálsorozat levezetéséhez” 2018.
- [6] G. Mészáros, E. Jókai, L. Izsó, S. Nagy, „KILÁTÓ projekt Vácott”, *Rehabilitáció: a Magyar Rehabilitációs Társaság Folyóirata*, vol. 29, no. 2-3, pp. 138, 2019.
- [7] S. Nagy, E. Jókai, „Pályaaorientációs központ fejlesztése során végzett pilot vizsgálat munkadiagnosztikai méréseinek tapasztalatai és módszertana” In: *K. Németh, Tavaszai Szél 2019 Konferencia. Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia, Absztraktkötet*, Budapest, Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ), 2019, 742 p. pp. 454-454.
- [8] E. Jókai, S. Nagy, „The raison d’être of work diagnostic tests in the work safety of disabled employees”, *Biztonságtudományi szemle* vol. 2, no. 1. Különszám, pp. 15-23, 2020. Elérhető: <https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu/index.php/home/article/view/89/85>
- [9] FNO *A funkcióképesség, fogyatékoság és egészség nemzetközi osztályozása*, World Health Organization hozzájárulásával az ESzCsM, az OEP, a Medicina Könyvkiadó együttműködésében, 2004. Elérhető: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42407/9632428382-hun-LR.pdf?sequence=124&isAllowed=y>
- [10] S. Nagy, „Munkaegészségügy, munkabiztonság a megváltozott munkaképességű személyek foglalkoztatása során és az FNO (kitekintés)” *Biztonságtudományi szemle*, vol. 4, no.4, 2022, pp. 73-81, 2022. Elérhető: <https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu/index.php/home/article/view/244/208>
- [11] E. Jókai, „Munkaszimulátorok alkalmazása sérülékeny munkavállalók munkahelyi biztonsága és egészségvédelme érdekében” *Bánki Közlemények* vol.2. no. 2. pp.46-52, 2019. Elérhető: <http://bk.bgk.uni-obuda.hu/index.php/BK/article/view/102/72>
- [12] Y. F. Heerkens, C. P. M. de Brouwer, J. A. Engels, et al., „Elaboration of the contextual factors of the ICF for Occupational Health Care” *Work*, 57 (2017) pp. 187-204, doi: 10.3233/WOR-172546, Letölthető: [https://www.researchgate.net/publication/317321349 Elaboration of the contextual factors of the ICF for Occupational Health Care](https://www.researchgate.net/publication/317321349_Elaboration_of_the_contextual_factors_of_the_ICF_for_Occupational_Health_Care)
- [13] Work Rehabilitation Questionnaire (WORQ) Elérhető: [https://www.my-worq.org/quest/nrs/WORQ\\_IA\\_NR\\_A17\\_B42\\_English.pdf](https://www.my-worq.org/quest/nrs/WORQ_IA_NR_A17_B42_English.pdf) [https://www.my-worq.org/quest/nrs/WORQ-Brief\\_SR\\_NR\\_English.pdf](https://www.my-worq.org/quest/nrs/WORQ-Brief_SR_NR_English.pdf) [https://www.my-worq.org/quest/nrs/WORQ\\_SR\\_NR\\_English.pdf](https://www.my-worq.org/quest/nrs/WORQ_SR_NR_English.pdf)
- [14] M. E. Finger, R. Escorpizo, C. Bostan, et al., „Work Rehabilitation Questionnaire (WORQ): Development and Preliminary Psychometric Evidence of an ICF-Based Questionnaire for Vocational Rehabilitation”, *J. Occup. Rehabil.* (2014) 24, pp. 498-510, doi: 10.1007/s10926-013-9485-2, Letölthető: [https://www.researchgate.net/publication/258955530 Work Rehabilitation Questionnaire WORQ Development and Preliminary Psychometric Evidence of an ICF-Based Questionnaire for Vocational Rehabilitation](https://www.researchgate.net/publication/258955530_Work_Rehabilitation_Questionnaire_WORQ_Development_and_Preliminary_Psychometric_Evidence_of_an_ICF-Based_Questionnaire_for_Vocational_Rehabilitation)

- [15] R. Escorpizo, M. F. Reneman, J. Ekholm, et al., „A Conceptual Definition of Vocational Rehabilitation Based on the ICF: Building a Shared Global Model”, *J. Occup. Rehabil.* (2011) 21, pp. 126-133, Letölthető: [https://www.researchgate.net/publication/49842638\\_A\\_Conceptual\\_Definition\\_of\\_Vocational\\_Rehabilitation\\_Based\\_on\\_the\\_ICF\\_Building\\_a\\_Shared\\_Global\\_Model](https://www.researchgate.net/publication/49842638_A_Conceptual_Definition_of_Vocational_Rehabilitation_Based_on_the_ICF_Building_a_Shared_Global_Model)
- [16] P. Brunner, I. Daru, M. Forgács, et al, *Orvosi útmutató a szakmai és munkaköri alkalmasság véleményezéséhez és a pályaválasztási tanácsadáshoz*. Budapest, OMÜI Ifjúsági egészségvédelmi Intézete, 1998.
- [17] Országos Munkaügyi Módszertani Központ (Munkaügyi minisztérium megbízásából), *Foglalkozások egészségi tényezői*, Budapest, 1998.



**REVIEW ABOUT THE BOOK MARCUS DU SAUTOY: THE CREATIVITY CODE****RECENZÍÓ MARCUS DU SAUTOY: A KREATIVITÁS KÓDJA CÍMŰ KÖNYVÉRŐL****KISS Csaba<sup>1</sup> – KOLLÁR Csaba<sup>2</sup>****BEVEZETÉS**

A mesterséges intelligencia témájában viszonylag gazdagnak mondható a külföldi, magyar nyelvű szakkönyvkínálat. E könyvek közül szakmai igényességével és a terület fejlődését elősegítő értékes gondolataival emelkedik ki az Oxfordi Egyetem oktatójának, Marcus du Sautoy matematikaprofesszornak a könyve. Most a legújabb, 2022-ben megjelent „A kreativitás kódja” című monográfiáját mutatjuk be.

**A SZERZŐ RÖVID SZAKMAI ÉLETÚTJA**

Marcus du Sautoy Londonban született 1965-ben. Tudományos pályafutásának korábbi állomásai: All Souls College, EPSRC, Royal Society. 2001-ben neki ítélte oda a Londoni Matematikai Társaság a Berwick Díját, amellyel a negyven év alatti matematikusok munkásságát ismerik el. Az említett ösztöndíjak mellett 2008 októberében elnyerte a Charles Simonyi Professzori ösztöndíjat. Ez azért is különleges esemény Sautoy tudományos szakmai pályafutásában, mert Richard Dawkinst váltotta ebben a pozíciójában. 2010-ben megkapta a Brit Birodalom Rendjének (OBE) polgári tagozata díját a tudománynak nyújtott szolgáltatásaiért. Jelenlegi munkahelye az Oxfordi Egyetem, ahol a matematika professzora, érdeklődési területe a számelmélet és a csoportelmélet. Egyik leghíresebb, 2006-ban megjelent írásában a Hilbert-Pólya sejtést tárgyalta, amely a kvantumfizika fejlődésének módja, hogy betekintést nyújtson a Riemann-hipotézisbe. Sautoy az elvont, nehezen érthető matematikai problémák mellett nagy hangsúlyt fektet arra is, hogy kedvenc tudományát népszerűsítse többek között a The Times-ban, a The Guardian-ban, vagy a BBC Radio Four adásában. A magyar nézők többek között a Spektrum csatornán láthatták a matematikáról szóló, a BBC által készített négyrészes sorozatban.

**A SZERZŐ PUBLIKÁCIÓS TEVÉKENYSÉGE**

Népszerű matematika és népszerű természettudományos könyvei a következők:

- The Music of the Primes Fourth Estate, 2003, ISBN 9780062064011
- Finding Moonshine UK title, Fourth Estate, 2007, ISBN 9780007380879
- Symmetry: A Journey into the Patterns of Nature US title, 2008, ISBN 9780060789411
- The Number My5teries Fourth Estate, 2010, ISBN 9780007362561

<sup>1</sup> kiss.csaba@uni-nke.hu | ORCID: 0000-0002-7265-8704 | PhD student, University of Public Service Doctoral School of Military Engineering | info communication manager, BriCS Kft. | doktorandusz, Nemzeti Közsolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola | infokommunikációs vezető, BriCS Kft.

<sup>2</sup> kollar.csaba@uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0002-0981-2385 | senior research fellow and leader, Óbuda University Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering Artificial Intelligence Workshop | tudományos főmunkatárs és vezető, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Mesterséges Intelligencia Műhely

- What We Cannot Know Fourth Estate, 2016, ISBN 9780007576593
- The Great Unknown: Seven Journeys to the Frontiers of Science Viking, 2017, ISBN 9780007576579
- The Creativity Code: How AI Is Learning to Write, Paint and Think Harper Colin Publishers Australia, 2019, ISBN 9780008296346
- Thinking Better: The Art of the Shortcut HarperCollins UK, 2021, ISBN 9780008393939

## A KÖTET BEMUTATÁSA

Marcus du Sautoy *A kreativitás kódja* című monográfiája a Park Könyvkiadó gondozásában 2022-ben jelent meg. A monográfia 16 fejezetben, összesen 333 oldalon ad átfogó ismereteket a mesterséges intelligencia tanulási képességeiről a festés, írás és gondolkodás területéről.

A 7. oldalon kezdődő első fejezet címe: *A Lovelace-teszt*. Minden fejezet cím alatt a szerző elhelyezett egy idézetet egy híres személytől. Ezek az idézetek elgondolkodtatják az olvasót s tartalmas mondanivalójukkal tovább növelik az érdeklődést a fejezet iránt. Ebben a fejezetben a szerző bemutatja a kódalkotás létrejöttét, amit a mesterséges intelligencia megszületésének tart. A gépek világából átvezetve leszögezi, hogy a gép csak egy programot követ még nincs kreativitása. A szerző később a kreativitás meghatározására keresi a választ s a gép kreatívva tételére. A fejezet végén a szerző megadja a kulcsot a gép kreatívva válásának feltételéről. Ez az első, közel hét oldalas fejezet megalapozza a könyv filozófiai gondolatfelvetését s elővetíti a megoldás technikai megvalósításának lehetőségét.

A második fejezetben – *A teremtőkészség teremtése* – a szerző tovább boncolja a kreativitás fogalmát, eredetét keresi, fajtáit meghatározza. A szerző példákat hoz a kreativitás létre, mint a józan ész elvetése és a szokásostól eltérő dolgok megjelenítése ugrás szerű változtatásokkal. Lehet-e kódolni a kreativitást, s a gép, amit így programoznak felül múlja-e az alkotóját? Ebben a fejezetben nem kapunk választ a kérdésekre, de arra ösztönöz minket, hogy tovább haladjunk a szerzővel közösen keresve a megoldást.

A harmadik fejezet *Vigyázz, kész, go!* címmel az ember és gép vetélkedéséről szól a go táblán. Egy algoritmus, amely olyan játékban nyert, amelyről sokáig nem feltételezték, hogy mesteri szintre képes emelkedni. A fejezet végig kíséri az olvasót a DeepMind csapat megalakulásától a szoftver (AlphaGo) megalkotásán keresztül a nyertes go játszmáig. Az író minden játszmát külön értékel s bemutatja, a DeepMind csapat igyekezetét, a játszmák utáni elemzések hatását a szoftver fejlesztésre. A nyertes játszmák bebizonyították a gép sikerét a kreativitás egyik területén, bár a csapat feloszlott, de a gondolat, amit elindítottak tovább táplálja a mesterséges intelligenciába vetett hitet. A fejezetet egy költői kérdéssel zárja a szerző: képes a gép az alkotója ellen fordulni?

A negyedik fejezet – *Algoritmusok, a modern élet titka* – az algoritmusok és a matematika összefonódását tárja elénk, szemléletes és egyszerű példákon keresztül. A példák közel hozzák a matematikát az olvasóhoz, hisz a példák szereplői átlagemberek, mint például Mary Ashwood a 86 éves nagymama. A példák elrepítenek minket a konyha köveztétől egy lakatlan szigetre, majd az internet világából a világkupára készülő focicsapatok elemzéséig. A fiatalok sem maradnak ki az algoritmusok példájából, hisz egy ügyes algo-

ritmus randipartner tud ajánlani nekünk. A randevú után jöhet a házasság, ahol megtudhatjuk a kiválasztási rangsorok algoritmusának működését. A fejezet utolsó példája felhívja a figyelmet az algoritmusok használatának nehézségeire. A példa bemutatja, hogyan befolyásolta negatívan két könyvkereskedő üzleti életét az ellenőrizetlenül hagyott algoritmus.

Az ötödik fejezet – *Fentről le és lentől fel* – bemutatja a mesterséges intelligencia alapkövét a perceptront, s abból kialakítható különböző hálózatok elvi felépítését. A mesterséges idegsejt működésének ismertetése után a gépi látás kerül középpontba. A kép, ami információt hordoz a külvilágról, s amin keresztül adatokat kaphatunk a mesterséges intelligenciák tanításához. A szerző bemutatja a képeken keresztül történő tanítási folyamatot, a sikeres és kevésbé sikeres eseteken keresztül. A fejezet végén a következtetés a gép és ember közötti tanulási párhuzamot emeli ki.

A hatodik fejezet – *Algoritmikus fejlődés* – az ötödik fejezetben megismert gépi tanulási folyamatot viszi tovább grafikonokkal, ábrákkal bemutatva a szerző sajátos példa állításán keresztül. A tanítható algoritmusok beszövik életünket s a tanításuk is hozzáértést igényel, amit a szerző ebben a fejezetben feltár elénk. A félrecsúszott tanítási eredmények elkerülésére a legfontosabb az emberi jelenlét - emeli ki a szerző. Az emberi jelenlét fontos a megerősítéses tanulásban, amit a fejezet további részében tárgyal a szerző az Alpha Zero szoftver példáján keresztül.

A hetedik fejezet – *Festés számokkal* – egy képkiállításra kalauzol minket, ahol a kiállított képek számokká állnak össze, s a számok mintává rendeződnek. A minta keresése a látott képen egy evolúciós folyamat eredménye. Mi a művészet? -teszi fel a kérdést a szerző. A választ a barlangi rajzoktól a modern kor művészetéig keresi a szerző. A kreativitás az, ami mozgatta az embert a művészetek mentén, de van-e kreativitása más élőlénynek is? A szerző elemzi az állatok képességén keresztül az állatok viselkedésének és a kreativitás közötti kapcsolatot. A körülöttünk lévő világ kódolása számokká meghozta a fraktálok felfedezését. A szerző bemutatja a fraktálok hatását a művészetre és a számítógépes játékokban a vizuális megjelenítésre. Később a számítógépes művészettel foglalkozik a szerző, s az ebben lévő véletlenszerűséget elemzi, mint a kreativitás egyik fontos részét.

A nyolcadik fejezet – *Tanulni a mesterektől* – bemutatja a számítógépes festés törekvését a nagy mesterek, mint Rembrandt, Van Gogh, Goya, De Kooning, Picasso, Monet műveinek reprodukálására. A festészetten keresztül bemutatja az emberi és a gépi kreativitás közötti különbséget. A festmények által megjelenített érzések számokká történő átalakítása a szerző által bemutatott grafikonokon keresztül történik. Az ábrák egyszerűsége és a felhozott példák sokszínűsége érthetővé teszi a festmény és a belőle kialakított számítógép által is feldolgozható adatok mennyiségét. A mesterséges intelligenciába betáplált festmények adataiból kiolvasható a festmény készítője, a stílusa és az egyedisége. A szerző bemutatja a festeni tudó gép sikerét, amely 15.000 festmény adataiból merítve készült műalkotása végül eladásra került. A deepDream egy algoritmus, egy kezdet, a gépek önálló festési mechanizmusának a megértéséhez. A következő szerkezet, amit a szerző bemutat, egy interaktív festeni tudó BOB névre hallgató gép, ami képes figyelni a látogatók érzelmi hangulatát s ezt a festményeiben is megjeleníti. Az érzelmek, mint a festmény készítését befolyásoló összetevők jelennek meg. A fejezetet a szerző egy filozófiai gondolattal zárja: elérhet-e a gép a festészetben, olyan sikereket, mint a go játékban?

A kilencedik fejezet *A matematika művészete* címmel a logika-matematika-kreativitás körül forog. A matematika, mint az emberiség segítője, az emberi faj fennmaradásához

szükséges elengedhetetlen tudomány. A mintakeresés a körülöttünk lévő világban a matematika első lépése a sejtések, axiómák kutatására. A matematika eredetének vizsgálata után a szerző a bizonyítás eredetét veszi górcső alá. A példákat a babilóniaiaktól, a görögöktől, a kor természettudósaitól, bölcselőitől veszi. A kreativitás, mint az új megalkotójának a motorja s az algoritmus, mely képes újjal előállni „nem is olyan nehéz” – mondja a szerző.

A tizedik fejezet – *A matematikus távcsöve* – az emberi agy teljesítő képességének a határát feszegeti. A modern matematikai bizonyítások már több 10000 oldalnyi anyagot tartalmaznak, amely igencsak igénybe veszi az emberi agy felfogó képességét. A számítógép segíthet néhány számítás elvégzésében, de a tudós társadalom kételkedve fogadja az ilyen bizonyítási eljárásokat. Ember vagy számítógép vagy ember-számítógép folytonos dilemma. Megbízhatóbb a számítógép, mint az ember? Bízhatunk a számítógépben? -ezekre a kérdésekre keresi a választ a szerző. A matematikusi társadalom megosztott, néhányan úgy gondolják, hogy az emberi aggyal áttekinthető matematikának a végére értünk. A gép és az ember lehet a kulcsa a további fejlődésnek véli a szerző.

A tizenegyedik fejezet – *Zene: a megszólaló matematika* – a matematika és a zene összefüggéseit figyeli. A zene komponálásában megjelennek az algoritmusok, amelyek szabályrendszer követve alakítják a ritmust, a hangszíneket s végül összeáll a zene. Bach és az algoritmusok összekapcsolásával feltárja elének az író a zene komponálásának gépi lehetőségét. A következőkben a szerző ír a mesterséges intelligenciáról (Emmy), amely segít a zeneszerzőknek új zenei összhangok megtalálásában. A generált dallamok már megkülönböztethetetlenek a valódi nagyoktól Bach, Chopin. Az író bemutatja az első zenei Turing-tesztet, ahol a hallgatóság a koncert után megtudja, hogy a gép írta a dallamokat. Összekapcsolódik a matematika a zenével, mint például Bach-algoritmusok, Bartók-Fibonacci számok, Messian-prímszámok. A fejezet végén a szerzőtől kapunk egy rövid összefoglalást az ember és a gép alkotta zeneművek közötti összehasonlításáról.

A tizenkettedik fejezet – *A dalszerző képlet* – a zenében megjelenő váratlan, szakítás a szokásostól, a kreativitás szerepét elemzi a szerző. Legjobb példa erre a dzsessz. Az első dzsessz improvizátor a Markov-láncként ismert matematikai összefüggést használta. Az író bemutatja a Markov-lánc és az időjárásban megbúvó logikai összefüggést, majd a Markov-lánc alapján működő dzsessz zenét szerző Continuator sikereit és korlátait. A mesterséges intelligenciával létrehozott zenei számok ma már általános, megszokott dolog lett, a háttérzenei piacot erősíti. A mesterséges intelligencia képes a zenét hozzáilleszteni az emberi elme és test állapotához. A fejezet végén a szerző számba veszi a mesterséges intelligencia által generált zenei művek felhasználási területeit.

A tizenharmadik fejezet *Mélymatematika* címmel a mesterséges intelligenciával létrehozott matematikai bizonyítások és azok elfogadásáról szóló érvek és ellenérvek tárháza. A szerző véleményt formál, szerinte: „...a matematika inkább kreatív művészet, mintsem csak hasznos tudományág...”. A párhuzam a matematikai bizonyítási folyamat és egy krimi között megerősíti az előbbi kijelentését. A szerző matematikai „meséken” keresztül mutatja be a matematikai bizonyítások sokszínűségét és művészi hatását.

A tizennegyedik fejezet a *Nyelvi játékok* címet kapta. Ebben a fejezetben a szerző bemutatja, hogyan tud a számítógép „ELIZA” tanulni s társalogni. A Turing próba felteszi a leckét a beszélni tanuló mesterséges intelligenciának vagy mégsem. A szerző bemutatja a beszélt nyelv segítségével tanulni képes gépek sikereit és kudarcait. A beszélni tudó gépek

az idő során olyan sok tudást és tapasztalatot halmoztak fel, hogy különböző nyelvi vetelkedőkön méri össze a képességüket az emberrel. De hogy gondolkodik a gép? A szerző feltárja Watson beszélő gép gondolkodását s válaszainak megalkotását. A mesterséges intelligencia fejlődése a nyelv megtanulásával nem állt meg, vannak saját nyelvet kitaláló beszélő gépek is.

A tizenötödik fejezetben – *Hagyd mesélni az MI-t!* – a mesterséges intelligencia megmutatja alkotó vénáját, verset s regényeket szerkeszt. A szerző a példákat, a mesterséges intelligenciával átírt írásokról a sajátos módon a sikeres regényekből hozza, így például a Harry Potter-ből is. Ebben a fejezetben bemutatásra kerülnek azok a programozási trükkök és törvényszerűségek, amelyekkel musical-t is lehet írni. A mesterséges intelligencia nem csak a regény írásában jeleskedik, hanem az újságcikkek írásában is. Az írásos Turing teszten is átment a mesterséges intelligencia, de nem biztos, hogy érti is, amit írt szögezi le az író.

A tizenhatodik fejezet *Miért teremtünk: élmények találkozása* címmel egy összefoglalás az eddig feltárt mesterséges intelligencia eredményeiről. Az ember s a tanulni képes gép kreativitásának összehasonlítása. Mi a sarkalatos akadály a gépi kreativitás útjában? Miért nem éri el az emberi kreativitás szintjét? Lehet-e tudata a gépnek? – ezekre a kérdésekre ad választ a kor tudományos szintjének megfelelően.

Összegzésképpen ez a könyv bemutatásának zárásaként úgy gondoljuk, hogy a szerző olyan monográfiát írt, amelyik nagymértékben hozzájárul a gépi kreativitás jobb megértéséhez. Marcus du Sautoy matematikaprofesszornak a könyvét *A kreativitás kódját* jó szívvel ajánljuk a téma iránt érdeklődő civil és katonai szakembereknek, döntéshozóknak, valamint a témával még csak most ismerkedő egyetemi és főiskolai hallgatóknak is.

## A KÖTET KÖNYVÉSZETI ADATAI

Marcus du Sautoy (1965-) *A kreativitás kódja*. - Budapest : Park Könyvkiadó, 2022. - 333 p. : ill. Bibliogr.: p. 314-323. ISBN 978-963-355-577-4 (nyomtatott) ;

## A KÖTET BORÍTÓJA



1. ábra: Marcus du Sautoy „A kreativitás kódja” című könyvének borítója.



**Follow, like, post, publish! | Kövess, lájkolj, posztolj, publikálj!**



<https://biztonsagtudomanyi.szemle.uni-obuda.hu>



<https://www.linkedin.com/company/safety-and-security-sciences-review>



<https://www.facebook.com/biztonsagtudomanyi.szemle>