

Bálint Ferenc,¹  Pető Richárd² 

A biztonságtechnikai mérnöki képzés múltja és jövője

The Past and Future of Safety and Security Engineering Education

A felsőoktatás jelentős változáson ment keresztül az elmúlt 20 évben. A hallgatói és ipari igények évről évre változnak, ami kihívás elé állítja a képzést. Az elméleti oktatás mellett egyre nagyobb hangsúlyt kell fektetni a gyakorlati képzésre is, ami az ipari kapcsolatok bevonásával együtt lehetséges csak. A technológiai fejlődés ugyanakkor nemcsak a védelmi oldalt viszi előre, hanem a bűnös célú felhasználást is. Mik azok az irányok, amik jelentősen átrendezhetik a jövőt? Hogyan lehetne felkészülni mindezekre? Hogyan épülhetne be mindez az oktatásba? A cikk célja, hogy ezekre a kérdésekre választ adjon, és megmutassa azt, hogy a biztonságtechnika a technikai fejlődéssel egyre komplexebb és integráltabb lesz.

Kulcsszavak: biztonságtechnikai mérnök képzés, robbantás, épületvédelem, kritikus infrastruktúra

Higher education has undergone significant changes in the past 20 years. Student and industry demands vary year by year, posing challenges for education. Alongside theoretical instruction, increasing emphasis must be placed on practical training, which is only possible with the involvement of industrial partnerships. Technological advancement, however, propels not only defensive capabilities but also potential malicious uses. What are the directions that could significantly reshape the future? How can one prepare for these changes? How can all this be integrated into education? The purpose of the article is to provide answers to these questions and demonstrate that security technology will become increasingly complex and integrated with technological advancement.

Keywords: safety and security engineer, demolition, building protection, critical infrastructure

¹ Óbudai Egyetem, e-mail: balintf.dtp@gmail.com

² Óbudai Egyetem, e-mail: peto.richard@bgk.uni-obuda.hu

Bevezetés

A graduális és posztgraduális képzés az elmúlt tíz évben jelentősen megváltozott és átalakult, aminek hátterében többek között a többszörösen módosított felsőoktatási törvény,³ a populáció változása, Magyarország gazdasági helyzetének változása és a Covid-járvány állhat.⁴

A műszaki területek között az Óbudai Egyetemen (ÓE) folyó Biztonságtechnikai mérnök képzés BSc- és MSc-szintű képzése folyamatosan fejlődött, a 2024-es évben kiugró létszámot ért el az azt megelőző évekhez képest.

„A képzés célja biztonságtechnikai mérnökök képzése, akik alkalmasak a biztonságtechnikai rendszerek eszközeinek üzemeltetésére, fenntartására, a kapcsolódó új technológiák bevezetésére, alkalmazására. Képesek a műszaki támogatás mérnöki feladatainak ellátására, illetve az ezekhez kapcsolódó gyakorlati tevékenységek tervezésére, a polgári vagy nemzetbiztonsági területeken jelentkező komplex biztonságtechnikai (rendészeti, személy-, és vagyonvédelmi, információvédelmi, munka-, és tűzvédelmi, környezetvédelmi) feladatok megoldására, szervezésére és irányítására, rendszerszemléletű kezelésére.”⁵

A növekedés nem volt meglepő, mert a biztonságtechnika magába foglalja a munkavédelem, környezetvédelem, tűzvédelem, vagyonvédelem, őrzésvédelem, információvédelem, kiber-
védelem szakágazatokat, és a piaci szférában egyaránt jelen van a gyártási és szolgáltatási területeken.

A képzés indítása óta (1993) jelenleg összesen 6 (fő) mintatanterv készült (nem számolva a minimális módosításokat követő verziószámokat).⁶

- A: 1993–2004
- B: 2005–2007
- C: 2008–2013
- D: 2014–2016
- E: 2017–2023
- F: 2023 – (jelenleg érvényben lévő mintatanterv)

Képzés és az ipari kapcsolatok

A szakindítás kezdetén a (had- és) biztonságtechnikai mérnöki képzés⁷ az ipari területen egyáltalán nem volt ismert. A név hallatán a legtöbb HR-esnek a vagyónörök és a kameratelepítés jutott eszébe. Az egyetem ipari kapcsolatokkal ugyan rendelkezett, de annak előnyét még nem tudta felhasználni. Ebben az időben jóformán egyetem-egyetem közötti kölcsönös oktatás támogatása működött, így a hallgatók a Nemzeti Közszolgálati Egyetem (korábbi nevén Zrínyi

³ SZABÓ 2022.

⁴ SZABÓ–JUHÁSZ–KENDERFI 2022.

⁵ Lásd: <https://uni-obuda.hu/szakok/biztonsagtechnikai-mernoki-2/>

⁶ Lásd: <https://bgk.uni-obuda.hu/tantervek/>

⁷ Jogelőd Budapesti Műszaki Főiskola, amely a Politechnikum részét képezte.

Miklós Nemzetvédelmi Egyetem) fegyverzettechnikai eszközeit ismerhették meg közelről az Őrzésvédelem, fegyverismeret tantárgy keretein belül.

A fegyverzettechnikai ismereteket mind az alapképzésben, mind a mesterképzésben oktatták. A Fegyver- és fegyverzeti ismeret I., II. tantárgyak közül az I. jelű tantárgyban jelent meg robbanóanyagok, robbantással kapcsolatos ismeretek átadása, amelyet Dr. Lukács László tartott.

Az ipari kapcsolatok terén a jelentős változást a Magyar Biztonsági Fórum (MBF) hozta meg. A konzorcium megkötését követően az MBF tagjai és a fórum partnerei első kézből adták át az ipari szakmai tapasztalatokat és igényeket a hallgatóknak. Megalakult az ÓE-MBF biztonságtechnikai labor, valamint a mintatantervbe kezdetben szabadon választható tárgyként a Gyakorlati biztonságtechnikát nevesítették.

A Gyakorlati biztonságtechnika volt igazán az első olyan tantárgy, ahol a hallgatóknak valós ipari problémákat kellett megoldaniuk, mint például egy létező mikroelektronikát gyártó cég beléptetésének, őrzésvédelmének megtervezése és szervezése. A hallgatói létszám a tantárgy keretén belül az első oktatási félévet követően megugrott. A szabadon választható tantárgy beépült a törzstantárgyak (kötelezőn elvégzendők) közé. A létszámnövekedés lehetővé tette, hogy több hallgatói csoport ugyanazt a projektet dolgozza ki, sok esetben eltérő koncepcióval. A csoportokat megversenyeztetve, a győztes csapat lehetőséget kapott arra, hogy az adott év MBF szakmai konferenciáján előadás keretében előadhassa a kutatási és tervezési eredményeket. Az előadásnak több előnye is volt:

- a hallgatók szakmai versenye során a győztes csapat ingyenesen vehetett részt a konferencián;
- a több napos konferencián szakmához köthető vállalkozások, szervezetek (~300 fő) vettek részt, akik például: őrzésvédelemmel, mechanikai védelemmel, speciális fizikai biztonsággal, járműgyártással, csomagszállítványozással, adatvédelemmel, zárt láncú kamerarendszerrel, átvilágító berendezésekkel, rendvédelemmel, katasztrófavédelemmel, tűzjelzős és oltó berendezésekkel, finansziális szolgáltatásokkal, behatolásjelző rendszerekkel, elektronikai egységek gyártásával, felsőoktatással foglalkoztak;
- a hallgatók számára remek lehetőség volt a *networkingre*;
- a konferencián részt vevők értesülhettek az adott kutatási téma eredményeiről;
- a többnapos konferencia végére a hallgatók szakmai gyakorlati helyet, illetve állást találtak.

A konferencián részt vevők a legújabb technikai eszközökkel és anyagi hozzájárulással támogatták a labor fejlesztését, a hallgatók tanulmányait.

A Rendvédelmi és Magánbiztonsági Oktatásért és Kutatásért Alapítvány (REMOK) első sorban az élőrés, azaz őrzésvédelmi területen támogatta a képzést. A REMOK lehetőséget biztosított a hallgatóknak, hogy tudásukat elméleti, gyakorlati szinten egyaránt a vagyonörök és fegyveres biztonsági örök tevékenységében elmélyíthessék. Az alapítvány minden évben ingyenes részvételi lehetőséget biztosított a hallgatóknak a Fegyveres Biztonsági Örök Országos Konferenciáján, illetve minden évben fizikai felkészítést vállalt az országos versenyen. A megmérettetésen az aktív munkavállalók és a hallgatók több versenyszámban mérték össze tudásukat:

- akadálypályák leküzdése, erőnléti és állóképességek tesztelése;

- elméleti jogszabályismeret;
- fegyverszerelési és lövészeteki képességek pisztoly és karabély kategóriában.

Az MBF labor és a Gyakorlati biztonságtechnika tantárggyal párhuzamosan két új szakmai tantárgy is megjelent, a Practical Security és az Industrial Practises. Mindkét tantárgy célja, hogy a biztonságtechnikai szakágazatokat (és egyúttal elemeket) a hallgatóknak terepbejárások alkalmával kézzelfoghatóvá tegye.

Biztonságtechnika a gyakorlatban

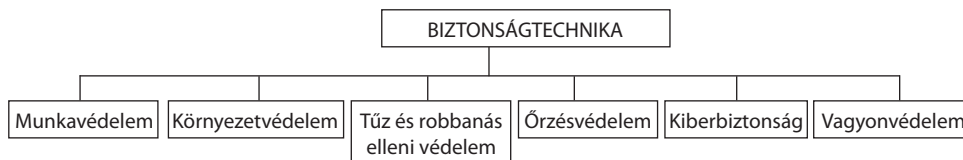


1. ábra: A biztonságtechnika szakágazatai a 2010-es évek környékén

Forrás: UTASSY 2008

A 2010 évek környékén a 6 szakágazatot irányultságuknál fogva két részre lehetett bontani. Az egyik csoportba a munkavédelem, a tűzvédelem és a környezetvédelem tartozott, s EHS vagy HSE (*environment – health and safety*: környezet – egészség – munkabiztonság) néven képeztek belőle betűszót. Célja elsősorban a munkavédelemmel összefüggő személyi sérülések, vagyoni és környezeti károk megelőzése, elhárítása, kezelése, amelyek balesetek⁸ során következtek be.

A másik csoport a „Security”, amelybe a vagyonvédelem, információvédelem/kibervédelem és az őrzésvédelem tartozott. Elsősorban a szándékos kár és sérülés okozásának megelőzése, elhárítása volt a célja.



2. ábra: A biztonságtechnika szakágazatai a 2010-es évek környékén

Forrás: UTASSY 2008; MOHAI–ELEK 2023

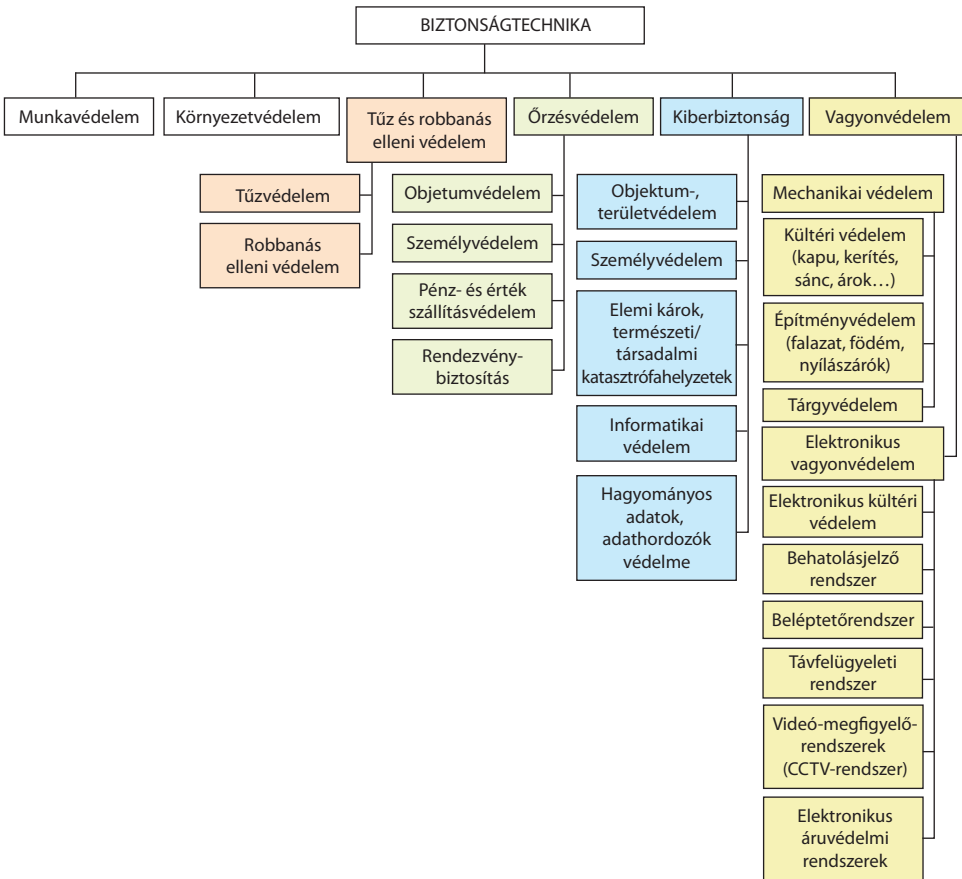
A fenntartható fejlődés gondolata mindössze néhány évtizeddel ezelőtt, a 20. század végén fogalmazódott meg, de ma már a vállalati stratégiák szerves részét képezi. A korábban

⁸ 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről.

különállóan kezelt szakterületek a fejlődési folyamat során erőteljesen összekapcsolódtak és napjainkra már egy közös rendszert alkotnak.

A folyamatos és robbanásszerű technikai fejlődés, amely főként az informatikai és elektronikai területen történt, a többi terület rohamos fejlődését is magával hozta. 10–15 év alatt az ágazatokban használt definíciók többször megváltoztak, esetleg megszűntek, és helyettük újabb fogalmak kerültek érvénybe. Elég ehhez megnézni a safety, security és kiberbiztonság kifejezéseket. Sok esetben ezek a kifejezések földrajzi területenként eltérnek, nem egységesek, nem transzparenssek. Ennek további háttere lehet, hogy az egyes szavak nem fordulnak elő bizonyos nyelvekben, vagy nem ugyanazt jelentik, illetve akár egymás szinonimájaként is használhatók az eltérő jelentéstartalmuk ellenére (lásd biztonság tudás, illetve tudatosság).⁹

Az alábbi ábra szemlélteti a biztonságtechnikai szakágazatok tovább bontását:



3. ábra: Biztonsági szakágazatok és megvalósulási területei

Forrás: UTASSY 2008; HORVÁTH 2018; MOHAI–ELEK 2023

⁹ BAK–VELENCEI 2022.

Ha a 3. ábrát megvizsgáljuk,¹⁰ akkor láthatjuk a 6 szakágazatot, illetve azok további alágazati bontását. Jól látható, hogy az egyes szakágazatokat összehasonlítva, sokszor közel azonos megnevezéseket (alágazati területeket) találhatunk. Ez részben azt jelenti, hogy egy-egy szakágazatban (közel) azonos problémakör jelenik meg, illetve annak megoldására akár azonos technikai eszköz (ideértendő a szoftvert és hardvert egyaránt) vagy módszer is megoldást adhat.

Például az épületbe történő beléptetés kérdésköre vagyonvédelmi szemlélettel azért fontos, hogy adott épületbe vagy annak bizonyos helyiségeibe illetéktelen személyek ne juthassanak be. A beléptetés ugyanakkor munkavédelmi és tűzvédelmi szempontból azért hangsúlyos, mert ha valamilyen balesetre kerül sor (például tüzeset), akkor ellenőrizhető legyen, hogy a kiürítés során sikerült-e mindenkinek elhagynia az épületet, vagy esetleg valaki még bent maradt.

Több vállalat, szervezet életében kivétel nélkül mindegyik szakágazat megjelenik. Természetesen a szakágazatok arányát, hangsúlyosságát (a szakágazati költségvetési arányok és technikai követelmények egyaránt ideértendő) az adott vállalat elhelyezkedése, tevékenysége, a vállalati politika, a vonatkozó jogszabályok befolyásolják és meghatározzák.

Egyszerű példákkal élve, falusi környezetben zöldségárúsítással foglalkozó vállalkozás esetében elsősorban az áru tárolásával (raktározás, „kirakati” tárolás, csomagolás stb.), valamint raktárkészlet-nyilvántartással és számlázással-fizetéssel kapcsolatos tevékenységeken lesz a hangsúly. Ezt azt jelenti, hogy az árukezeléssel (gondoljunk például a romlott termékekre, a rágcsálók problémájára), a nyilvántartással és számlázás-fizetéssel (POS-fizetés, árukészlet-nyilvántartó program stb.) a korábbi EHS és az információvédelem/kibervédelem fog foglalkozni.

Másik szélsőséges példaként, egy energiaellátást biztosító kritikus infrastruktúra esetében szintén találkozunk mind a 6 szakágazattal, azonban annak vagyonvédelmi, kibervédelmi, őrzésvédelmi, valamint tűzvédelmi szakágazatán nagyobb lesz a hangsúly. A tevékenységét, szerepét tekintve érezhető, hogy jelentősen komplexebb és fontosabb (akár az ország egy jelentős részének az áramellátását biztosítható) rendszerről van szó. Ebből következtethető, hogy a jogszabályi követelményrendszere, megfelelőségi rendszere jóval összetettebb és szigorúbb. A rendszer biztonságos működését ellátó, felügyelő rendszereknek többszörösen redundánsoknak, az adatátviteli rendszereknek és rendszerelemeknek minősítettnek kell lenniük.¹¹ A fizikai periméter védelemnél például nem csupán „lakossági” célokra és követelményeknek kell eleget tenni, hanem megjelenik a követelményrendszerben az antiterrorista minősítés szükségessége.

Az „A–E” mintatantervek összeállítása során a fő cél az volt, hogy a képzés keretén belül mindegyik szakágazatot oktassák (általános biztonságtechnikai mérnök szakirány létezett).

¹⁰ A kutatásnak nem képezte tárgyát jelenleg a munkavédelem és környezetvédelmi szakágazatok részletes vizsgálata.

¹¹ Microsoft Build 2023.

Az F tanterv

2023 szeptemberétől az ötödik mintatanterv (F) lépett életbe, amely a korábbi A–E tantervektől jelentősen eltér. A hallgatók és az ipar is egyaránt igénylik a gyakorlatias megközelítést. A „Mondd el!” megközelítést fokozatosan a „Mutasd meg!”, „Hadd próbáljam ki!” megközelítés váltja fel. Ennek hatására a tudás átadása egyre nagyobb kihívásokba ütközik, hiszen a technikai és a hozzáértő humán erőt biztosítani kell.

Önmagukban még ezek sem biztosítanak teljes sikert, mert a fiatalság irányultsága, érdeklődési köre, fogékonysága időről időre változik.

Utóbbira adhat magyarázatot a generációkutatás. Rávilágít arra, hogy a képességek jelentős részét a gyermekkori körülmények határozzák meg, így az X és alfa generáció tanulási képességei között akár 180°-os eltérés is tapasztalható (például: az internet kora, audiovizuális tanulás, digitalizáció világa stb.).¹² Ugyanakkor egyre több publikáció mutat rá arra is, hogy az alfa generáció szinte teljesen másképp látja a világot, olyan technológiákra alapoznak már most is, amelyek korábban nem voltak elérhetők.¹³

Az új tantárgyak létrehozásával új struktúra jött létre. A korábbi önálló tantárgyakat összevonták, folytatva az MBF által elkezdett tematikát a gyakorlati elemek épülnek be a tantárgyakba. Az új tantárgyakon belül a szakágazatok feladatai részben összemosódnak, a tervezési fázisokra emiatt nagyobb hangsúly helyeződik.

Erre talán az egyik legjobb példa a Biztonsági kockázatértékelés tantárgy, ami a 6 szakágazat elemzési és értékelési szempontrendszerét integrálja magába. Ez azt jelenti – például egy kritikus infrastruktúra működését, illetve védelmét tekintve –, hogy nem csupán a tűz elleni védekezés, hanem a bűnös célú robbantásos cselekmények kockázatértékelése is szerepel benne.

A kockázatértékelés önmagában nem sokat ér, ha a kockázat megszüntetésére vagy annak csökkentésére a leendő mérnök nem tud szakmai javaslatot tenni. Az Objektumvédelem tantárgy erre igyekszik megoldást adni. Ebbe a korábbi Vagyongvédelem, Fegyverismeret 1–2 és Őrzésvédelem tantárgy elemeit integrálták (a védendő objektum járműbeléptetésének, az épület megerősítésének robbanási hatásokkal szemben és az élőerős védelem megtervezése és összehangolása ismereteit foglalja magában).

A tantárgyak fejlesztése mellett az új posztgraduális képzések is megjelentek, amelyekben a speciális ismeretek, mint a robbantási vagy elektromos eszköz-gyártás biztonsági protokolljainak (például: Robbantástechnikai szakmérnök/szakember,¹⁴ EHS szakmérnök)¹⁵ oktatása történik. Az ipari látogatások során a robbantástechnikai szakmérnöki képzésen a hallgatók gyakorlati robbantáson vesznek részt, továbbá például olyan röntgenátvizsgáló kamionnal is találkozhatnak, ami a bűnös célú robbantások korai felderítésében segít. Mire is jó a szakmérnöki/szakember diploma:

¹² Friderikusz Podcast 2023.

¹³ Négy éven belül a munkaerőpiacra lép az Alfa generáció 2023.

¹⁴ DARUKA 2022a; DARUKA 2022b.

¹⁵ Lásd: <https://uni-obuda.hu/szakok/ehs-szakmernok-szakember/>

- a Robbantástechnikai szakmérnök/szakember a szakképzettség birtokában alkalmassá válik a robbantástechnika piacán történő megfelelő színvonalú, szakszerű munkavégzésre;
- speciális ismereteket igénylő robbantástechnikai üzletágban, munkakörben való jártasság, a robbantástechnika, továbbá a rend-, a katasztrófa- és a honvédelem különböző területein;
- a képzés során szerzett ismeretek birtokában (az egyéb, jogszabályban előírt feltételek teljesülése esetén) polgári robbantásvezetői vizsga tehető.

Különösen fontos, hogy a képzés szervezői nemcsak azt határozták meg, hogy mire is használható a végzettség, hanem már a képzés kezdetén kritériumokat szabtak meg a képzésben részt vevők attitűdjé, illetve azok felelősségének vonatkozásában.¹⁶

Lehetséges oktatási irány az alfa generáció részére

A mesterséges intelligencia rohamos fejlődése a lehetőségek tárházat nyitja ki szinte mindegyik szakágazat számára, de ezzel párhuzamosan a kockázatok száma is megnő. A korai esemény felismerésére vagy annak előre látására, az összegyűjtött adatok valamilyen célnak megfelelő gyors kiértékelésére egyre nagyobb az igény. A kérdés csupán az, ki és milyen célra szeretné felhasználni az eredményeket.

Bárki találkozhat többek között az Amazon vagy az Apple által piacra dobott fejlesztésekkel, mint például az Alexa vagy a Siri. Ha használt chatbotot, akkor szinte biztos, hogy kapcsolatba lépett az MI-technológiával. Nagyon sok az ilyenfajta fejlesztés, amelyek többféle típusra oszthatók. Ezen típusok közötti átjárhatóság leginkább attól függ, hogyan tanulnak és mennyire tudják alkalmazni a tudásukat. A tanulási képesség és az adatok feldolgozása, az ingerekre való reagálás függvényében a mesterséges intelligencia három fő képességtípusra bontható: Narrow AI (ANI), General AI (AGI) és Super AI (ASI).

A Narrow AI olyan MI-eszközöket ír le, amelyeket speciális műveletek vagy parancsok végrehajtására terveztek (ANI). Az ANI-technológiák kognitív képességeket szolgálnak ki, és ebben a szegmensben törekednek arra, hogy kiválók legyenek. Nem képesek önállóan elsajátítani a tervezésen túlmutató készségeket. Gépi tanulási és neurális hálózati algoritmusokat használnak a feladatok elvégzésére.

A General AI, az általános mesterséges intelligencia (AGI), olyan formája az intelligenciának, ami az emberhez hasonlóan képes tanulni, gondolkodni és a műveletek legszélesebb skáláját végrehajtani. A tervezésének célja, hogy olyan gépeket tudjunk létrehozni, amelyek képesek a többfunkciós feladatok elvégzésére. Célja, hogy az ember segítségére tudjon lenni a mindennapi életben.

A Super AI (ASI), vagyis a mesterséges szuperintelligencia az elmélet szerint eléri a General AI szintet, s képes lesz olyan gyorsan elsajátítani tudást, amire az ember jelenleg nem képes. A tudása, képességei erősebbek lesznek, mint az emberiségé.

¹⁶ DARUKA 2023: 40.

Így a fejlődés irányultságát és ütemét a különböző társadalmi, gazdasági, politikai helyzetek jelentősen befolyásolni tudják. Erre példa lehet:

- a Covid-járvány idején a lehetséges fertőzött személyek korai azonosítása igényként merült fel, főként a multinacionális cégek részéről, így a hőkamerák fejlődése lépett előtérbe;
- a nagy volumenű építési területeken a munkavédelmi szabályok betartását (mint például az egyéni védőfelszerelések viselését – láthatósági mellény, védősisak stb.) mesterséges intelligenciával ellátott kamerákkal támogatják;
- a lehetséges tüzeset korai felismerése jelentős mértékben tudja támogatni a karbantartási és kiürítési folyamatokat, valamint az oltást. Kritikus infrastruktúrák energjaelosztóinál szinte már alapkövetelmény egyes elektromos berendezések hőkamerákkal történő folyamatos megfigyelése;
- Kínában az állampolgárok életét több millió térfigyelő kamera követi. A rendszer folyamatosan profilozza az állampolgárokat döntéseik alapján, és pontozza őket;¹⁷
- további figyelemre méltó és dinamikusan fejlődő kutatási terület a különféle műszaki rendszerek biztonságának növelését célzó MI-alkalmazások.¹⁸

Véleményem szerint, ami ezeknél is jobban megbolygathatja a biztonságtechnika szinte minden ágazatát az:

- A 3D- és 4D-nyomatás.¹⁹ Segítségével szinte bármit, akár otthoni körülmények között is le lehet gyártani, amit nem feltétlenül fog „jó szándékú” felhasználás követni.²⁰
- Korlátozó tényezőt jóformán a nyomtató technológiája (elsősorban annak ára) vagy a felhasznált anyag (PLA, PETG, HIPS, ABS stb.) jelenti.
- Személy hangjának manipulálása MI felhasználásával.²¹ Segítségével a saját hangunkon elmondott szöveg transzformálható egy másik tetszőleges személy hangjára. Így akár rádióműsor-szórás, telefonhívás esetén olyan tetszőleges szöveg is elmondható az adott személy hangján, amit valójában sosem mondott.
- Személyek kép- és hanganyagának manipulálása (akár valós időben) MI felhasználásával.²²
- Kellő minta (arc- és testmozgás, valamint hang) esetében a mesterséges intelligencia képes mimikák és hangok manipulálására valós időben. Ezt azt jelenti, hogy olyan arc-mimikák ültethetők és beszédszövegek alkothatók egy adott személyre, amiket valójában nem mondott, illetve nem tett olyan arckifejezést a valóságban.

¹⁷ CARNEY 2020.

¹⁸ TOKODY–FLAMMINI 2017.

¹⁹ VÉG 2023.

²⁰ EMBER–ÁDÁM 2022; EMBER 2022; EMBER 2023.

²¹ TheVR Tech 2023.

²² IGN 2023.



4. ábra: Mimika, hangutánzás és generálás

Forrás: IGN 2023

- Képek, fotók generálása MI felhasználásával.²³ Az MI lehetővé teszi a képszerkesztő programokban olyan képek generálását, amit szinte abban a pillanatban találunk ki. Így akár egy sivatagi környezetben is elhelyezhetünk egy tetszőleges autót úgy, hogy a Nap helyének megadásával annak árnyékát és tükörképét az MI generálja automatikusan. Ha a kép netán keskeny lenne, akkor az MI képes automatikusan az eredeti képhez illeszkedő hátteret generálni vagy azt kiegészíteni.
- Segítségével a hírekben megjelenő képek készíthetők vagy manipulálhatók.



5. ábra: AI által generált és kiegészített fotó

Forrás: IGN 2023

²³ Adobe Photoshop 2023.

- A Nanite rendszer képes szükség esetén filmminőségű (akár 8K megjelenés) 3D-környezet generálására és megjelenítésére is.²⁴ A megjelenített 3D-s kép virtuális geometriai elemei és megvilágítása a változásokra azonnal reagálnak. Képes például a lemenő nap vagy egy zseblámpa mozgó fényének lekövetésére és az árnyékok automatikus generálására. A karakter mozgásához igazítottan annak ruhája, haja is valósághűen megfelelő irányba mozog. A számos fény és geometriai „animáció” valósághű és valós idejű képet eredményez. Katonai kiképzések, de egyéb civil feladatok (például katasztrófaelhárítás) szimulátorokon valósághű környezetben lefolytathatók.²⁵ Virtuális szemüveggel, virtuális tér hatásaira reagáló mellénnyel (például Haptic Vest)²⁶ mozgást/haladást segítő felületekkel (például HoloTile)²⁷ még valóságosabbá tehető a képzés.



6. ábra: Fényviszonyok lekövetése, a

Forrás: Unreal Engine 2020



7. ábra: Fényviszonyok lekövetése, b

Forrás: Unreal Engine 2020

²⁴ Unreal Engine 2020.

²⁵ Videójátékok a katonai kiképzésben 2007.

²⁶ bHaptics [é. n.].

²⁷ Megoldhatta a VR-ban való mozgás gondját a Disney 2024.

- A 3D-szkennelés technológiája mostanra odáig fejlődött, hogy nem csupán tárgyakat vagy területeket (például repülőgépről a felszín), hanem épületeket, csarnokokat is képesek letapogatni. A virtuális valóságba beültetve ezeket a felvételeket, létező környezetben lehet cselekvést végrehajtani.²⁸ Katonai kiképzések (lövészet, tűzszerezési feladatok), de egyéb civil feladatok (például katasztrófaelhárítás, kiürítés, tűzoltás, árvízvédelem stb.) szimulátorokon valóság-hű környezetben lefolytathatók.



8. ábra: Létező épület grafikája és valóság-hű mozgás virtuális térben
Forrás: Punish 2023

Összegzés

A digitalizáció, az informatikai fejlődés folyamatosan újabb technikai eszközök megjelenését teszi lehetővé. A technikai fejlődéssel párhuzamosan a piaci igények is változnak, ennek megfelelően egyre inkább a szakágazatok integrált eszközeire és megoldásaira helyeződik a hangsúly. A gyors fejlődés követése nem egyszerű feladat, emellett a mai mérnököknek több szakágazat szabályozásával is tisztában kell lenniük a tervezési és kivitelezési feladatokhoz. A cikkben rávilágítottunk arra, hogy a szakágazatok miért és hogyan integrálódtak. Az egyetem és az ipar részéről is egyre komolyabb kihívást jelent a fiatal mérnökök képzése, továbbképzése. A képzéshez egyre inkább szükségesek a legújabb technikai eszközök, szoftverek. Ez nem csupán a gyakorlat megszerzése miatt szükséges, hanem azért is, mert minél újabb generációról beszélünk (társadalmi értelemben), annál inkább a digitális világ teremt kapcsolatot, köti össze az oktatót és hallgatót a képzés során. A cikkben felsoroltunk néhány technológiát, ami jelentősen meg fogja változtatni a piacot, hiszen ami eddig elérhetetlen volt, vagy esetleg a tervezése heteket-hónapokat vett igénybe, azok most pár óra alatt elérhetőek lesznek.

²⁸ Infant Terrible 2024; Hollow 2024; Murkl Mario 2024.

Felhasznált irodalom

1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről
- Adobe Photoshop [@Photoshop] (2023): Introduction to Generative Fill. Adobe Photoshop. *YouTube*, 2023. május 23. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=Sp6K3qpVFO0>
- BAK, Gerda – VELENCEI, Jolán (2022): Information Security Awareness vs Cyber Security Awareness vs Internet Safety Awareness. In FEHÉR-POLGÁR, Pál – KESZTHELYI, András – SZIKORA, Péter (szerk.): *MEB – 20th International Conference on Management, Enterprise, Benchmarking*. Budapest: Óbuda University Keleti Károly Faculty of Business and Management, 47–55.
- BETZ, Sunny (2024): *7 Types of Artificial Intelligence*. Online: <https://builtin.com/artificial-intelligence/types-of-artificial-intelligence>
- bHaptics [é. n.]: *Enhance your VR Experience with Elaborate Haptic Sensations*. Online: <https://www.bhaptics.com/>
- CARNEY, Matthew (2020): Leave no Dark Corner. *ABC News*, 2020. július 31. Online: <https://www.abc.net.au/news/2018-09-18/china-social-credit-a-model-citizen-in-a-digital-dictatorship/10200278>
- DARUKA Norbert (2022a): Robbantástechnika I. – A robbantástechnikai képzés múltja. In *Fűrés- Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium 2022*. Budapest: Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 6–20.
- DARUKA Norbert (2022b): Robbantástechnika II. – A robbantástechnikai képzés jelene jövője és annak helye a hazai szakmai életben. In *Fűrés- Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium 2022*. Budapest: Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 21–31.
- DARUKA Norbert (2023): A folyamatos szakmai utánpótlás helyzete – harmadszor is elindult a robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzés. In DARUKA Norbert – EMBER István – KOVÁCS Zoltán Tibor (szerk.): *II. Fűrés- Robbantástechnika nemzetközi szimpózium különnkiadás*. Budapest: Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 31–41.
- EMBER István (2022): Hatásvizsgálati robbantás kumulatív töltetekkel. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(3), 13–23. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.3.2>
- EMBER István (2023): 3D nyomtatott kumulatív időmőtletetek tesztrobbantása. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(3), 29–40. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.3.3>
- EMBER István – ÁDÁM Balázs (2022): Kumulatív töltetházak 3D nyomtatása. *Hadmérnök*, 17(3), 35–44. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2022.3.2>
- Enfant Terrible [@enfant-terrible] (2024): Bodycam First Gameplay Demo. New Unrecord with Ultra Realistic Graphics in Unreal Engine 5. *YouTube*, 2024. február 25. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=5zlmkLyMCB0>
- Friderikusz Podcast [@FriderikuszPodcast] (2023): Generációk és szakadékok. Interjú Steigervald Krisztián generáció-kutatóval / F.P. 84. *YouTube*, 2022. november 30. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=j717pr3kFrI>
- Hollow [@HollowPoiint] (2024): Hyper-Realistic Body Cam Horror. *YouTube*, 2024. március 9. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=itCPuf-n1EM>
- HORVÁTH Zsolt (2018): *Az információbiztonság alapjai*. Online: <https://docplayer.hu/286483-Az-informaci-alapjai-bevezetes-az-informaciobiztonsag-es-informaciobiztonsagi-iranyitasi-rendszer-alapfogalmaiba-es-szuksegegebe.html>
- IGN [@IGN] (2023): MetaHuman – Real-Time Facial Model Animation Demo. State of Unreal 2023. *YouTube*, 2023. március 22. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=pnaKyc3mQVk>
- Megoldhatta a VR-ban való mozgás gondját a Disney (2024). *Origo.hu*, 2024. január 23. Online: <https://www.origo.hu/techbazis/2024/01/disney-vr-futopad-holotile>
- Microsoft Build (2023): *Üzleti kritikuság a felhőkezelésben*. Online: <https://learn.microsoft.com/hu-hu/azure/cloud-adoption-framework/manage/considerations/criticality>

- MOHAI Ágota Zsuzsanna – ELEK Barbara (2023): Tűzvédelmi mérnöki kihívások. In *Szilvay Kornél Tűzvédelmi Konferencia. Tanulmánykötet*. Budapest: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 46–61.
- Murkl Mario [@murklmario9084] (2023): Nem hittétek hogy ez igazi játék, szoval megcsináltam. Unrecord – Unreal Engine 5(4k60fps). *YouTube*, 2023. április 21. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=wXgeape4L6U>
- Négy éven belül a munkaerőpiacra lép az Alfa generáció (2023). *Economx*, 2023. november 20. Online: <https://www.economx.hu/gazdasag/alfa-generacio-munkaeropiac-mesterseges-intelligencia.780661.html>
- Punish [@punish] (2023): Unrecord Trailer 4K (New Photorealistic Body Cam Game 2024). *YouTube*, 2023. április 19. Online: https://www.youtube.com/watch?v=otu_iFTivQw
- SZABÓ Fruzsina (2022): Jöhet a nyelvvizsga nélküli diploma és „mikrotanúsítvány”? Ilyen változásokról szavaz ma a parlament. *EduLine*, 2022. december 7. Online: https://eduline.hu/felsooktas/20221207_felsooktatasi_torveny_modositasa_valtozasok
- SZABÓ Katalin – JUHÁSZ Tímea – KENDERFI Miklós (2022): Felsőoktatás a COVID-19 árnyékában. Hazai tapasztalatok oktatói oldalról. *Vezetéstudomány, Budapest Management Review*, 53(6), 2–12. Online: <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2022.06.01>
- TheVR Tech [@thevrtech] (2023): Így cseréld ki BÁRKI hangját! Kísérletezés az AI hangkészítéssel! *YouTube*, 2023. szeptember 16. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=whVXGeSDuh4>
- TOKODY, Dániel – FLAMMINI, Francesco: Smart Systems for the Protection of Individuals. *Key Engineering Materials*, 755(1), 190–197. Online: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.755.190>
- Unreal Engine [@UnrealEngine] (2020): Unreal Engine 5 Revealed! Next-Gen Real-Time Demo Running on PlayStation 5. *YouTube*, 2020. május 13. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=qC-5KtatMcUw>
- UTASSY Sándor (2008): *Vagyonvédelmi ismeretek II*. Óbudai Egyetem Had- és biztonságtechnikai Mérnöki képzés Vagyonvédelmi ismeretek II. Kézirat.
- VÉG Róbert (2023): A 4D nyomtatás és az okosanyagok alkalmazásának lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(4), 77–89. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.4.6>
- Videojátékok a katonai kiképzésben (2007). *24.hu*, 2007. július 24. Online: https://24.hu/elet-stilus/2007/07/24/videojatekok_katonai_kikepzesben/