

## DIGITÁLIS SZIMULÁCIÓ JELENTŐSÉGE A JÖVŐ TÁRSADALMÁT MEGHATÁROZÓ MÉRNÖKÖK KOMPETENCIAFEJLESZTÉSÉBEN

Demeter Robert–Kővári Attila

### Bevezetés

■ A digitális társadalom fejlődését leginkább az egyre korszerűbb információs és kommunikációs technológiák (IKT) befolyásolják. Az új interakciós és kommunikációs eszközök, olcsó mikroszámítógépek, érzékelők és más digitális eszközök felhasználásának exponenciális növekedése számos hatással jár, mint például a tárgyak internete (IoT) (Gubbi et al. 2013). Ezen digitális eszközök folyamatosan alakítják és hatással vannak a digitális társadalom szinte minden területére. Ezzel a társadalom csak akkor tud lépést tartani és az előnyeit kihasználni, ha megtanulja kiaknázni ezen technológiák adta új lehetőségeket, amelyben az oktatásnak igen fontos szerepe van (Ujbányi et al. 2017; Szabó 2019). Ehhez az szükséges, hogy az oktatásban is jelen legyenek a folyamatosan megjelenő még korszerűbb technológiák és ezek beépüljenek a tananyagokba is (Ősz et al. 2013). Számos feltörekvő digitális technológia nyújt ehhez korszerű lehetőséget, többek között a virtuális valóság (Lampert et al. 2018), a kiterjesztett valóság, valamint a virtualizált, szimulációs környezetek adta lehetőségek is (Tóbel 2018; Kuczmann–Budai 2019). Ezen technológiák akkor lehetnek sikeresek, ha a társadalom ki tudja használni ennek előnyeit, az emberek maguk is megismerik és napi tevékenységükbe beépítik használatukat. Az új technológiák hatékony használatának elsajátításában a korszerű oktatási módszereknek alapvető jelentősége van (András et al. 2016), ezen módszerek alkalmazása és annak sikere magában foglalja az időszerűség és a hatékonyság kérdését (Szabó–Bartal 2019), amely a jelen tanulmánynak is a témája.

Az új technológiai megoldások alkalmazása, rendszerbe illesztése új ismereteket igényelnek a digitális társadalom tagjaitól, de még többet a mérnököktől, akiknek képesnek kell lenniük ezen legkorszerűbb rendszerek tervezésére és alkalmazására, a digitális társadalom fejlődése, jóléte érdekében. A korszerű IKT-rendszerek tervezéséhez és alkalmazásához szükséges problémamegoldás fejlesztése fontos szerepet játszik a hatékony mérnöki oktatásban és a mérnökök kognitív képességeinek fejlesztésében (Bubnó–Takács 2019), hogy összetett problémák kezelésére is alkalmassá váljanak (Oskam 2009). A kognitív infokommunikációs eszközök hatékonyan támogatják ezt a folyamatot (Erdős–Németh 2019), és új lehetőségeket kínálnak az oktatás hatékonyságának növelésére, a tanulási eredmények javulására (András et al. 2016), felkészülve az új kihívásokra, mint a virtuális környezetek alkalmazása (Bognár et al. 2018; Hercegfői et al. 2019), kooperatív technikák (Kövecsesné Gósi 2018), valamint a mérnöki problémamegoldást megalapozó Mathability témakörben (Chmielewska–Gilanyi 2018) egyaránt.

Ezzel összefüggésben a cikk célja az, hogy elemezze a hagyományos valós hardvereszközök segítségével megvalósított rendszerintegrációs feladatokat a szimuláció alapú módszerekkel (Farkas et al. 2014; Budai–Kuczmann 2018). A cikk az IKT-rendszerekkel szoros összefüggésben lévő kommunikációs hálózatok mérnöki alkalmazásaira irányul, azon belül az igen korszerűnek mondható Cisco Packet Tracer szimulátor felhasználására a legkorszerűbb számítógép-hálózatok és a beágyazott rendszerek oktatásában. A mérnökök kompetencia-fejlesztésében nagy szerepet játszik egy ilyen jellegű és a valós körülményeket jól szimuláló komplex környezet megismerése és kezelése.

A cikkben bemutatott – a szimulációs környezet oktatási alkalmazásával összefüggő – vizsgálat a Brassói Egyetem Villamosmérnöki és Számítástechnikai Karának (UTBV) Automatizálási és Informatikai Tanszékén került lefolytatásra. A tanszék Romániában az egyik legmodernebb és legjobban felszerelt kutatóintézetben található.

### Szimulációs környezetek az oktatás támogatásához

Javid (2014) tanulmányában vizsgálta a Cisco Packet Tracer szimulációs környezet szerepét a tanárok és a hallgatók tapasztalatai alapján. Ennek a tanulmánynak a következtetései arra utalnak, hogy a szimulációs környezet használatának számos előnye van a számítógépes-hálózatok mind alapszintű, mind pedig az összetett, nehezebben megérthető fogalmainak tanulásában.

Egy összehasonlító tanulmányban Tu (2012) elemezte a különbségeket a Cisco Packet Tracer mint virtuális szimulációs technológia és a fizikai berendezések alkalmazásának használatát bemutató kísérletében. Tu arra a következtetésre jutott, hogy a Cisco Packet Tracer szimulációs környezetnek számos előnye van, mint például a költséghatékonyság, az egyszerű, kényelmes kezelés, a rugalmasság, a

biztonság az esetleges helytelen alkalmazás esetén; a környezet könnyen további eszközökkel kibővíthető, így megalapozva a fizikai eszközök alkalmazását.

A digitális társadalom fejlődése folyamatosan új technológiai eszközök fejlesztését kívánja meg, ezzel új technológiák kerülnek bevezetésre, melyek fogalmainak, rendszerszintű működése megértésének, alkalmazásának elsajátítása összetett problémaértelmezést és problémamegoldást kíván, ezzel komoly kihívás elé állítva a jövő mérnökeit, és a technológiát alkalmazó társadalom egyéneit egyaránt. A technológia hatékony alkalmazásának megértéséhez és elsajátításához összetett dolgok megfigyelése, a végbemenő jelenségekre történő összpontosítás alapvető fontosságú. A megértést jelentő alapvető emberi információfeldolgozási folyamatok elemzésére a kognitív terhelést használják (Macik 2018), elsősorban arra irányulva, hogy a hallgatók miként tudják javítani készségeiket és képességeiket (Noor–Yayao–Sulaiman 2018).

A megfelelő mérnöki gyakorlati kompetenciák elsajátításához korszerű laboratóriumok szükségesek mind a mérnöki, mind a digitális kompetenciafejlesztés, továbbá a kreativitás motiválása és a gyakorlati problémák megértése érdekében egyaránt. Különös tekintettel igaz ez a projektszemléletű, problémaalapú tanulás esetére (PBL), amely ideális pedagógiai eszköz lehet a mérnöki gondolkodás, problémamegoldás fejlesztéséhez (Kővári 2017), mint a fejlett számítógépes hálózatok megismerése, gyakorlati feladatok megoldása, szimulálása (Linge–Parsons 2006). A korszerű mérnöki ismeretek elsajátításához többféle szimulációs környezet is létezik, amelyek segítségével gyakorlati problémák megoldása során alkalmazhatják a hallgatók a problémaelemző, problémamegoldó készségeiket. Azonban ezen eszközök különböznek mind a kínált funkcionalitás, mind pedig az alkalmazható eszközök köre, szimulációs rendszer kidolgozottsága, a valós környezet minél jobb közelítése, a szimulálható jelenségek köre szempontjából.

Például a Boson Net (Hui-yang 2013) számítógép-hálózati szimulációs környezet főbb részei és funkciói: Boson Lab Navigator-alkalmazás a konfigurált konfigurációs listára való navigációra összpontosít; a Boson Network Designer lehetővé teszi egyedi hálózati topológiák létrehozását; míg a Boson NetSim egy olyan alkalmazás, amely valós idejű szimulációt hajt végre. A program a Cisco eszközműveleteinek szimulálására összpontosít. A GNS3-alkalmazás (Graphical Network Simulator-3) lehetővé teszi a virtuális és a valós eszközök kombinációját, vegyes alkalmazását (Emiliano–Antunes 2015). A számítógép-hálózatok virtuális szimulációja szempontjából a funkcionalitást, a valóság modellezését, valós szimulációs megjelenítést, az emuláció kidolgozottságát és a szimulációs lehetőségeket, megjelenítést figyelembe véve legmegfelelőbb eszköznek a Cisco Packet Tracer bizonyult (Frezzo–Behrens–Mislely 2010). Az alkalmazás nemcsak szimulációs környezetként megfelelő, hanem az oktatásban tanúsítvány megszerzésére is alkalmas, valamint a többfelhasználós együttműködést is támogatja.

A Cisco Packet Tracer (Cisco 2019) egy hatékony hálózati szimulációs program, amely lehetővé teszi a hallgatók számára hálózatok tervezését, eszközök konfi-

gurálását és a különféle protokollok szimulálását a valóságot jól közelítő módon (Gereben 2018). Ezzel a Cisco Packet Tracer kiegészíti a laboratóriumi fizikai eszközök készletét egy olyan lehetőséggel, mely a laborban nem elérhető eszközökre is kiterjed, valamint lehetővé teszi a hallgatók számára, hogy szinte korlátlan számú hálózati eszköz alkalmazásával hozzanak létre egy komplex hálózatot, ezzel segítve a rendszerben gondolkodást és az összetett tervezést, problémamegoldást (Frezzo–Behrens–Mislevy 2010).

A jövő digitális társadalmában a tapasztalati úton végzett tanulás egyre jobban felértékelődik (Rajcsányi-Molnár 2019), a kísérletek alapján végzett elemzések segítik a problémák megértését, a tanulás e módja a mérnöki oktatás fontos eleme. Fontos szerepet kap a szimuláció mind a mérnöki, mind pedig a mindennapi problémákkal összefüggő döntéshozatalban, a kreatív és kritikus gondolkodás fejlesztésében, valamint a problémák kezelésében. A Cisco Packet Tracer kiegészíti a Cisco Networking Academy tantervében összefoglalt hálózati ismeretek elsajátítását, támogatja gyakorlati ismeretek megalapozása által, valamint lehetővé teszi a tanárok számára, hogy a gyakorlati problémák megoldásait, így például a bonyolult műszaki elveket és összetett rendszerek kialakítását, szimuláció és hibakeresés segítségével demonstrálják (Xiong et al. 2010). A többfelhasználós alkalmazás lehetővé teszi a tanulók számára az együttműködést, a kooperáción alapuló tanulást, valamint a virtuális hálózatok megvalósítását a valós hálózatokhoz kapcsolódóan (Frezzo–Behrens–Mislevy 2010). A többfelhasználós, kollaboratív együttműködés (Geszten et al. 2018) azonban nem csak a tanulók, hanem az oktató-tanuló kapcsolatban is alkalmas az együttműködésre, és lehetőséget kínál a tanár-hallgató vagy hallgató-hallgató távoli interakciókra. A tanulók úgy hozhatnak létre alhálózatokat, hogy azokat a szimulátoron keresztül összekapcsolhatják a többi tanuló hálózatával.

A Cisco Packet Tracer hálózati szimulációt lehetővé tevő alkalmazás oktatásban történő felhasználásával összefüggésben egy vizsgálatot végeztünk egyetemi hallgatók körében annak érdekében, hogy elemezzük a szimuláció szakmai fejlődésben betöltött szerepét a hagyományos eszközökkel végzett oktatáshoz képest. A vizsgálatban 56 tanuló vett részt, akik a 2018/19-es tanév őszi félévétől a Cisco Packet Tracer programot használták a számítógépes-hálózatok tantárgy keretein belül az elméleti és gyakorlati ismeretek elsajátítására, valamint a tavaszi félévben a beágyazott rendszerek ismeretkör esetében.

### Számítógép-hálózati ismeretek jelentősége és oktatása a jövő mérnökeinek kompetenciafejlesztésében

Jelen korban és a jövőben még inkább a számítógépes és egyéb ezen alapuló kiterjesztett hálózatok területe egyre nagyobb jelentőséggel fog bírni, alapvetően meghatározza a jövő digitális társadalmának kommunikációs lehetőségeit, kapcsolati módjait, ezen keresztül hatással lesz az egész társadalomra. Azt mondhatjuk, mind az ipari, vállalati környezetben, mind pedig a magánéletben, vagy akár a

szociális területen, a kommunikációban létfontosságú szerepet tölt be. A számítógépes-hálózatok kommunikációs csatornákat biztosítanak a számítástechnikai rendszerek között, akár az egyedi intelligens eszközökből álló hálózatokra, egy épületen belüli helyi hálózatokra, vagy ezek internetre való kapcsolásával a világhálózatra gondolunk (Lammle 2012).

Digitális társadalmunk rendkívül függ az információtól, a hírektől és az online eseményektől (Lammle 2012). Az intelligens eszközök nélkülözhetetlenné váltak mind a szakemberek, mind pedig a magánszféra számára. A partnerekkel hálózatokon keresztül megvalósított kommunikáció képessége, függetlenül attól, hogy ugyanabban az épületben vagy egy távoli területen vannak, nagymértékben függ attól, hogy képesek vagyunk-e megbízható kommunikációs csatornákat létrehozni és fenntartani. A jövő társadalmát kiszolgáló mérnököknek olyan készségeket kell elsajátítaniuk, amelyek lehetővé teszik a jövőbeli informatikai szakemberek számára a kiemelkedően teljesítő hálózatok létrehozását és fenntartását, ehhez korszerű elméleti képzésen és gyakorlati problémamegoldáson keresztül elsajátított készségek szükségesek.

#### Hálózati ismeretek oktatásának tapasztalatai szimulációs környezet alkalmazásával

A 2018/19-es tanév őszi félévében a hálózati ismeretek oktatása során a hallgatók választhattak a fizikai hardvereszközökön történő, valamint a Cisco Packet Tracer-szimulátor használatával támogatott tanulás, gyakorlás között. A fizikai hardver és a szimulációs lehetőség ugyanúgy ismert és elérhető volt a diákok számára. A számítógépes hálózatok óráiban tanult főbb szakmai témák az alábbi 10 területre koncentráltak, ezek voltak a főbb szakmai ismeretkörök:

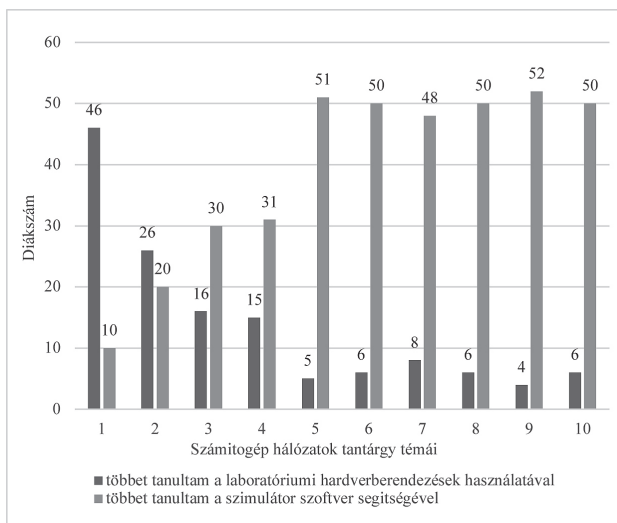
1. OSI-modell – bevezetés a számítógépes hálózatokba. Az OSI (Open Systems Interconnection) protokollcsomag hét rétegre oszlik, minden réteg meghatározott funkciót hajt végre. A cél az adatkommunikáció megértése a hálózat két eszköze között.
2. Eszközök IP-cím-kiosztása, hálózati IP- és broadcast-cím kiszámítása, mely a kommunikációban részt vevő eszközöket azonosítja.
- 3–10. A kommunikáció megvalósításában fontos szerepet játszó speciális elemek, protokollok (mint például NAT – hálózati címfordítás; ACL – Hozzáférésvezérlési lista – szabályok listája forgalom engedélyezésére; VLAN – Virtuális hálózat, útválasztási protokollok és alkalmazásuk, VoIP – digitális telefonok konfigurálása, VPN – Virtuális magánhálózat, QoS – a szolgáltatás minősége).

Az első két tevékenység a számítógépes-hálózatok alapfogalmainak elsajátításáról szól, ami magában foglalja a berendezések megtervezésének, konfigurálásának és tesztelésének megtanulását.

A tárgy keretében a hallgatók megismerkedtek és elsajátították a szimulációs környezet használatát, és minden egyes anyagrészt végén a hallgatók egy kérdő-

ívet töltötték ki. A kérdőívben elsősorban a hallgatók véleményét vizsgáltuk azzal összefüggésben, hogy az egyes anyagrészek esetében a laboratóriumban megtalálható fizikai hardverhez való hozzáféréshez képest a szimulációs környezetben végzett gyakorlatok mennyire segítették az ismeretek elsajátítását. Az 1. ábra a 2018/19-es tanév őszi félévében a kérdőíves felmérésben kapott visszajelzéseket foglalja össze a korábban felsorolt témakörök vonatkozásában. A hallgatóknak arra kellett válaszolniuk az egyes témakörök szerint, hogy ugyanannyi idő alatt a fizikai hardveren vagy a szimulációs környezetben történt gyakorlás segítette jobban, adott több lehetőséget az ismeretek elsajátítására, problémamegoldásra, tesztelésre, eltérő konfigurációk működésének elemzésére. Az ábrán az egyes egymás utáni témakörök kerültek feltüntetésre 1–10-ig, valamint az, hogy a tanulók közül hányan jelölték meg hatékonyabbnak a fizikai hálózati eszközök, illetve a hálózati szimulációs környezet alkalmazását.

1. ábra. A diákok válaszai a fizikai- és szimulációs környezet-alapú tanulás hatékonyságára vonatkozóan (1–10 szakmai ismeretkörök szerint) (fő)



Forrás: Saját szerkesztés.

Amint az 1. ábrán látható, az alapozó 1. és 2. ismeretek esetében a fizikai eszközök alkalmazását hatékonyabbnak vélték a hallgatók. Azonban a komplexebb megértést kívánó, a kommunikáció megvalósításában fontos szerepet játszó speciális elemek, protokollok esetében már a szimulációs környezet bizonyult hatékonyabbnak. A szakmai tématerületek közül az 5–10. esetében (ezek az ACL, VLAN, útválasztási protokollok, VoIP, VPN és QoS) szinte mindegyikében az 56 hallgatóból közel 50 vélte hatékonyabbnak a szimulációs környezetet, mint a fizikai eszközön végzett gyakorlást; az előbbi ugyanannyi idő alatt hatékonyabban segített nekik

a vizsgára történő felkészülésben. A 2. ábra azt is mutatja, hogy a szimulációs környezetet használó hallgatók száma nőtt a félév kezdetétől számítva, a félév második felében már jóval többen inkább a szimulációs környezetben gyakoroltak.

**Beágyazott rendszerekkel összefüggő ismeretek oktatásának tapasztalatai szimulációs környezet alkalmazásával**

A Cisco Packet Tracer elsősorban számítógép-hálózatok szimulációjában nyújt előnyöket, azonban már lehetővé teszi IoT-eszközökön alapuló szimulációk összeállítását is. Többféle IoT-eszköz szimulációját támogatja a program, elsősorban az intelligens eszközök, érzékelők, működtetők és mikrovezérlők, mikroszámítógépek. A szimulációs környezet nagy előnye, hogy olyan eszközökből felépíthető rendszerek szimulációját is támogatja, melyek a digitális társadalmunk jelen és jövőbeli mindennapi eszközeit is tartalmazza, mint például: intelligens lámpák, fény-érzékelők, intelligens kávéfőző, riasztók, RFID-olvasók, belső komfort szabályozásában fontos hőmérséklet-, páratartalom-érzékelők és egyéb biztonsági érzékelők, mint például szén-dioxid érzékelő. Azonban ezen eszközök táráat bővíteni is lehet egyedi eszközök hozzáadásával, melyek működtető programját már a hallgatónak kell megírnia, és így a szimulációs környezetben ugyanúgy szimulálhatók, mint a többi eszköz. Ezzel összetett okos otthonok, intelligens irodák, ipar 4.0-alapú rendszerek, okos gyárak is szimulálhatók. A szimulációs környezet további előnye, hogy olyan vezérlőegységek is választhatók, amelyeket világszerte igen népes közösség alkalmaz hasonló célokra, mint az Arduino vagy a Raspberry Pi. A hallgatók körében ezen eszközök nem ismeretlenek, így alkalmazásuk a szimulációs környezetben további előnyöket jelent.

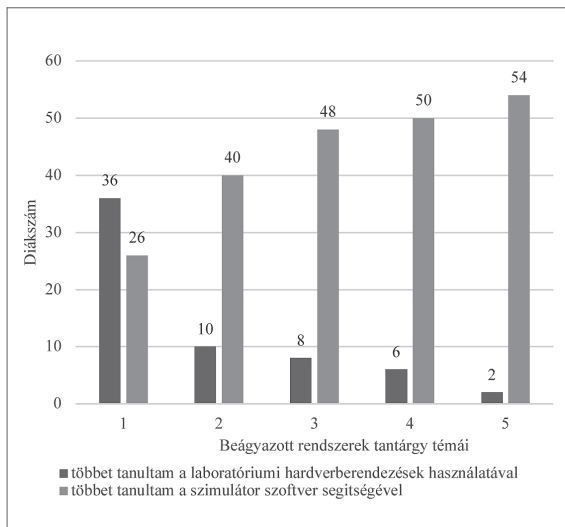
A beágyazott rendszerek tantárgy keretében a hallgatók a következő szakmai témákat tanulták az egyes szakmai ismeretkörökkel összefüggésben:

1. Bevezetés – intelligens tárgyak programozása, valamint az intelligens tárgyak vezérlése.
2. Intelligens otthon – eszközök beállítása, összekapcsolása.
3. Intelligens iroda – intelligens szellőztető rendszerek, intelligens lámpa, ajtó és ablak beállítása és összekapcsolása.
4. Intelligens gyár – intelligens ipari gyártósor beállítása, egyedi eszközök tervezése.
5. Intelligens város – intelligens webkamerák alkalmazása, intelligens parkolási rendszer kialakítása parkolóhely-foglalással.

A hallgatók ezen tantárgy keretében is választhattak a fizikai hardvereszközök, illetve a szimulációs környezet alkalmazása között az egyes gyakorlati feladatok elvégzése, feladatok megvalósítása során.

A 2. ábra a tavaszi félév felmérésének eredményeit foglalja össze az előzőekben felsorolt öt szakmai téma vonatkozásában. A hallgatóknak arra kellett válaszolniuk az egyes témakörök szerint, hogy ugyanannyi idő alatt a fizikai hardveren vagy a szimulációs környezetben történt gyakorlás segítette jobban, adott több lehetőséget az ismeretek elsajátítására, problémamegoldásra, tesztelésre, eltérő konfigurációk működésének elemzésére. Az ábrán az egyes egymás utáni témakörök kerültek feltüntetésre 1–5-ig, valamint az, hogy a tanulók közül hányan jelölték meg hatékonyabb módszernek a fizikai beágyazott rendszerek, illetve a szimulációs környezet alkalmazását.

2. ábra. A diákok válasza a fizikai- és szimulációs-környezet-alapú tanulás hatékonyságára vonatkozóan (1–5 szakmai ismeretkörök szerint) (fő)



Forrás: Saját szerkesztés.

Amint a 2. ábrán látható, az első szakterülettel kapcsolatosan (intelligens tárgyak programozása, összekapcsolása), az alapok elsajátításakor még több diák választott úgy, hogy a fizikai hardveren történő gyakorlás előnyösebbnek, hatékonyabbnak bizonyult számára. A többi szakmai ismeretkör esetében azonban egyre több diák, az utolsó két ismeretkör esetében már 50, illetve több mint 50 diák vélte úgy, hogy a szimulációs környezet hatékonyabban segített számukra a tanulásban, míg csak néhány hallgató választotta azt, hogy a fizikai hardveren történő gyakorlás előnyösebb.

A kapott eredmények összességében azt támasztják alá, hogy a szimulációs környezetek jól kiegészíthetik az oktatásban alkalmazott eszközöket és hatékony módjai lehetnek a legkorszerűbb eszközökkel összefüggő és komplex problémamegoldást, valamint kooperatív együttműködést kívánó gyakorlati ismeretek elsa-



jávitásának, amelyek alapvető elvárások a jövő digitális társadalmát meghatározó mérnökökkel szemben.

## Összefoglalás

A digitális társadalom fejlődése szempontjából a korszerű infokommunikációs módszerek hatékony alkalmazása elengedhetetlen; az intelligens megoldások, mind a funkciók, mind pedig a kommunikáció tekintetében a mindennapjaink részévé válnak. A korszerű IKT-eszközök hatással vannak a digitális társadalom jelenére és jövőjére egyaránt. Amennyiben a társadalom az IKT-eszközök rohamos fejlődésével képes lépést tartani, és ki tudja használni az abban rejlő előnyöket, úgy az pozitív hatással van a teljes társadalomra. Ehhez az IKT-eszközöket fejlesztő és alkalmazó mérnököknek a legkorszerűbb tudással kell rendelkezniük, ugyanígy a korszerű eszközök hatékony használatát az egész társadalomnak el kell tudni sajátítania, akkor lehet igazán ezek előnyeit kihasználni. Ebben az oktatásnak és a korszerű oktatási módszereknek, oktatási eszközöknek kiemelt jelentősége van. Számos korszerű digitális technológia ad merőben új lehetőségeket az információk tárolása, vizualizációja (Berki 2018) terén, akár a virtuális környezetek (Horváth–Rudas 2018; Horváth 2019), a kiterjesztett valóság (Molnár–Szűts–Bíró 2018), valamint a szimuláció adta lehetőségekre, akár a legkorszerűbb ember–számítógép-interfészek adta megoldásokra is gondolunk (Katona–Kóvári 2018b). Ezen technológiák akkor lehetnek sikeresek, ha a társadalom ki tudja használni ennek előnyeit, az emberek maguk is megismerik és napi tevékenységükbe beépítik ezek használatát.

A korszerű IKT-rendszerek tervezéséhez és alkalmazásához szükséges a problémaelemzés, problémamegoldó gondolkodás fejlesztése fontos szerepet játszik a hatékony mérnöki gyakorlatban és annak oktatásában egyaránt. A digitális eszközök fejlődésével a társadalom egésze szembesül, a társadalmi problémák azonosítása, elemzése, az ezt támogató rendszerek, mind az oktatás tárgyát kell, hogy képezzék. A mérnökök kognitív képességeinek fejlesztésével képeseknek kell lenniük ezen összetett problémák kezelésére. A kognitív infokommunikációs rendszerek ezen a területen is új lehetőségeket adnak és hatékonyan támogatják ezt a folyamatot, kiemelten például az oktatás hatékonyságának növelését is eltérő készségek elemzése által (Gósy–Krepsz 2018). A szimulációs szoftverkörnyezetek a műszaki szakterület számos szegmensében, a gépészettől (Kóvári 2010) akár a villamos rendszerek vizsgálatáig (Kóvári 2009) számos módon lehetővé teszik a mérnökhallgatók számára, hogy megismerjék azt, hogy az egyes komponensek hogyan léphetnek kölcsönhatásba a környezetükkel, és eltérő alkalmazásokat fejleszthetnek ezen eszközökre.

Jelen tanulmány bemutatta, hogy a hallgatók véleménye alapján a számítógép-hálózatok és a beágyazott rendszerek oktatásában is hatékonyan alkalmazhatók a legkorszerűbb, a valóságot hűen modellező szimulációs környezetek, így ezek al-

kalmazása az oktatásban és összességében az élethosszig tartó tanulásban (Kóvári 2019), valamint az élet egyéb területein is egyre nagyobb jelentőséget kell, hogy kapjon.

Jelen kutatás folytatásaként érdemes megvizsgálni, hogy a szimulációs környezet mely funkciói azok, amelyek a legfontosabb jelentőséggel bírnak a tanulás hatékonysága tekintetében, mik azok a lehetőségek, melyek szélesítése, esetleg továbbfejlesztése további előnyöket rejthet a kompetenciafejlesztés terén. Ezen funkciók között érdemes a kooperatív tanulási módszereket támogató lehetőségek minél szélesebb körű megismerése és alkalmazása az oktatási folyamatban, mind az elmélet, mind pedig a gyakorlati feladatok kialakítása terén. A szimulációs környezetek nem csak az iskolai keretek között jelenthetnek előnyt a tanulók számára, hanem az egyéni tanulási módokat is nagymértékben támogatják, kiegészítik (Gogh–Kóvári 2019). A gyakorlati ismeretek, tapasztalatok, alkalmazások ezzel a módszerrel otthoni körülmények között is megszerezhetőek, elsajátíthatók. A kreatív gondolkodást, az ismeretek rendszerezését, az emlékezet javítását többféle korszerű megoldás javíthatja (Berki 2019), ezek alkalmazása más korszerű informatikai megoldásokkal együtt a hatékony tanulás, kompetenciafejlesztés szempontjából további lehetőségeket rejt.

### Köszönetnyilvánítás

A cikk elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00003 pályázat támogatta.

### Irodalom

- András István–Rajcsányi-Molnár Mónika–Bacsa-Bán Anetta–Balázs László–Németh István Péter–Szabó Csilla Marianna–Szalay Györgyi (2016): Módszertani megújulás a felsőoktatásban: Az új oktatói szerepnek megfelelő oktatásmódszertani megközelítés. *Dunakavics*, 4., 6., 25–62.
- András István–Rajcsányi-Molnár Mónika–Bacsa-Bán Anetta–Balázs László–Németh István Péter–Szabó Csilla Marianna–Szalay György–Ardelean Tímea Krisztina (2016): Tanulásméletek és az új generációk sajátosságainak vizsgálata a tanulási eredmények alapján. In: Maior Enikő–Tóth Péter–Varga Anikó (Szerk.): *Empirikus kutatások az oktatásban határon innen és túl*. Budapest: Óbudai Egyetem Trefort Ágoston Mérnökpedagógiai Központ. 355–375.
- Berki, Borbála (2018): 2d advertising in 3d virtual spaces. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 3., 175–190.
- Berki, Borbála (2019): Does Effective Use of MaxWhere VR Relate to the Individual Spatial Memory and Mental Rotation Skills? *Acta Polytechnica Hungarica*, 16., 6., 41–53.
- Bognár, László–Fánicsikné Hamar, Éva–Horváth, Péter–Joós, Antal–Nagy, Bálint–Strauber, Györgyi (2018): Improved learning environment for calculus courses. *Journal of Applied Technical and Educational Sciences*, 8., 4., 35–43.
- Bubnó, Katalin–Takács, Viktor (2019): Cognitive Aspects of Mathematics-aided Computer Science Teaching. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16., 6., 73–93.

- Budai, Tamás–Kuczmann, Miklós (2018): Towards a modern, integrated virtual laboratory system. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 3., 191–204.
- Chmielewska, Katarzyna–Gilanyi, Attila (2018): Educational Context of Mathability. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 5., 223–237.
- CISCO Networking Academy (2019): *CISCO Packet Tracer*. <https://www.netacad.com/courses/packet-tracer-download/>
- Emiliano, Rodrigo–Antunes, Mario (2015): Automatic network configuration in virtualized environment using gns3. In: 2015 *10th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, 25–30.
- Erdős, Ferenc–Németh, Richard (2019): AMT-based Real-Time, Inter-Cognitive Communication Model. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16., 6., 115–127.
- Farkas, Imre–Dukán, Péter–Katona, József–Kóvári, Attila (2014): Wireless sensor network protocol developed for microcontroller based Wireless Sensor units, and data processing with visualization by LabVIEW. In 2014 IEEE *12th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMII)*, Pp. 95–98.
- Frezzo, Dennis–Behrens, John–Mislevy, Robert (2010): Design patterns for learning and assessment: Facilitating the introduction of a complex simulation-based learning environment into a community of instructors. *Journal of Science Education and Technology*, 19., 2., 105–114.
- Gereben, László (2018): Computer Network Education: Fault Diagnosis in a Simulation Environment. *Computers & Learning*, 1., 1., 1–11.
- Geszten, Dalma–Kömlödi, Anita–Hercegi, Károly–Hámornik, Balázs–Young, Alyson–Köles, Máté–Lutters, Wayne G. (2018): A Content-Analysis Approach for Exploring Usability Problems in a Collaborative Virtual Environment. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 5., 67–88.
- Gogh Előd–Kóvári Attila (2019): Tanulás önszabályozásának tapasztalatai egy szakgimnáziumban /Experiences of Self-regulated Learning in a Vocational Secondary School/. *Journal of Applied Technical and Educational Sciences*, 9., 2., 72–86.
- Gósy, Mária–Krepsz, Valéria (2018): Evaluation of Cognitive Processes using Synthesized Words: Screening of Hearing and Global Speech Perception. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 5., 31–45.
- Gubbi, Jayavardhana–Buyya, Rajkumar–Marusic, Slaven–Palaniswami, Marimuthu (2013): Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29., 7., 1645–1660.
- Hercegi, Károly–Kömlödi, Anita–Köles, Máté–Tóvölgyi, Sarolta (2019): Eye-Tracking-based Wizard-of-Oz Usability Evaluation of an Emotional Display Agent Integrated to a Virtual Environment. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16., 2., 145–162.
- Horváth, Ildikó (2019): MaxWhere 3D Capabilities Contributing to the Enhanced Efficiency of the Trello 2D Management Software. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16., 6., 55–71.
- Horváth, Ildikó–Sudár, Anna (2018): Factors contributing to the enhanced performance of the MaxWhere 3D VR platform in the distribution of digital information. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 3., 149–173.
- Horváth, László–Rudas, Imre (2018): Information content driven model for virtual engineering space. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 2., 7–32.
- Hui-yang, Zhao (2013): Research on the Key Technologies of Remote Virtual Network Lab. *Computer Knowledge and Technology*, 3., 12.

- Javid, Sheikh Raashid (2014): Role of packet tracer in learning computer networks. *International Journal of Advanced Resesarch in Computer and Communication Engineering*, 3., 5., 6508–6511.
- Katona, József–Kóvári, Attila (2018a): The Evaluation of BCI and PEBL-based attention tests. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 3., 225–249.
- Katona, József–Kóvári, Attila (2018b): Examining the learning efficiency by a brain-computer interface system. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 3., 251–280.
- Kóvári, Attila (2009): Hybrid Current Control Algorithm for Voltage Source Inverters. In: 2009 First IEEE Eastern European Conference on the Engineering of Computer Based Systems. 65–70.
- Kóvári, Attila (2010). Real-Time Modeling of an Electro-hydraulic Servo System. *Computational Intelligence in Engineering*. 301–311.
- Kóvári Attila (2017): Költséghatékony informatikai eszközökkel támogatott projektoktatás. In: Mrázik Julianna (Szerk.): *A tanulás új útjai*. Budapest: Magyar Nevelés- és Oktatókutatók Egyesülete (HERA), 273–284.
- Kóvári Attila (2019): A felnőttoktatás 4.0 és az ipar 4.0 kihívásai az életen át tartó tanulásban. *Pedacta*, 9., 1., 9–16.
- Kövecsesné Gósi, Viktória (2018): Cooperative learning in VR environment. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 3., 205–224.
- Kuczmann, Miklós–Budai, Tamás (2019): Linear State Space Modeling and Control Teaching in MaxWhere Virtual Laboratory. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16., 6., 27–39.
- Lammle, Todd (2012): *CompTIA Network+ Study Guide Authorized Courseware: Exam N10-005*. New York: John Wiley & Sons.
- Lampert, Bálint–Pongrácz, Attila–Sípos, Judit–Vehrer, Adel–Horváth, Ildikó (2018): MaxWhere VR-learning improves effectiveness over clasical tools of e-learning. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 3., 125–147.
- Linge, Nigel–Parsons, David (2006): Problem-based learning as an effective tool for teaching computer network design. *IEEE Transactions on education*, 49., 1., 5–10.
- Macik, Miroslav (2018): Cognitive aspects of spatial orientation. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 5., 149–167.
- Molnár, György–Szűts, Zoltán–Bíró, Kinga (2018): Use of augmented reality in learning. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15., 5., 209–222.
- Noor, Maizura Mohamad Noor–Yayao, Nadiah–Sulaiman, Sumazly (2018): Effectiveness of Using Cisco Packet Tracer as a Learning Tool: A Case Study of Routing Protocol. *International Journal of Information and Education Technology*, 8., 1., 11–16.
- Oskam, Ive (2009): T-shaped engineers for interdisciplinary innovation: an attractive perspective for young people as well as a must for innovative organisations. In: *37th Annual Conference–Attracting students in Engineering*, Rotterdam, The Netherlands, 14., 1–10.
- Ősz Rita–András István–Rajcsányi-Molnár Mónika (2013): Az újgenerációs mobil oktatásszervezés kérdései: A mobil generáció a változó tanulási környezetben – pedagógiai kihívások és paradigmák. In: András István–Rajcsányi-Molnár Mónika (Szerk.): *Metamorfózis: Globális dilemmák három tételben*. Budapest: Új Mandátum. 196–215.
- Pieskä, Sakari–Luimula, Mika–Suominen, Taisto (2019): Fast Experimentations with Virtual Technologies Pave the Way for Experience Economy. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16., 6., 9–26.

- Rajcsányi-Molnár Mónika (2019): MaTech: Digitális eszközhasználaton alapuló kreatív matematika verseny szervezése középiskolás tanulóknak. In: Fodorné Tóth Krisztina (Szerk.): *Felsőoktatási innovációk a tanulás korában: a digitalizáció, képességfejlesztés és a hálózatosodás kihívásai*. Pécs: MELLearn Egyesület, 19–32.
- Szabó, Csilla M. (2019): Digital competence of teachers: How do we teach generation Z? In: András, István–Rajcsányi-Molnár, Mónika (eds.) *East West Cohesion III: Strategical study volumes*. Subotica: Čikoš Group, 197–206.
- Szabó, Csilla M.–Bartal, Orsolya (2019): The Approach of Engineering Students to Their Future Profession Assessed in Uni-versity Education. In: *1. Szakképzés és Oktatás: Ma – Holnap konferencia. Fejlődés és partnerség: Absztraktkötet*. Budapest: BME Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, 44.
- Tóbel, Imre (2018): LabVIEW Real Time Test Environment for Education and Research Purpose. *Transactions on IT and Engineering Education*, 1, 1, 13–24.
- Tu, Hou (2012): Study on the application of virtual experiment technology in computer network courses. *Psychol. Res.*, 8., 1838-658X., 90–93.
- Ujbányi, Tibor–Katona, József–Sziladi, Gergely–Kővári, Attila (2017): Ict Based Interactive and Smart Technologies in Education – Teaching Difficulties. In: Proceedings of the 2017 International Conference on Education and E-learning (ICEEL), 39–44. / *International Journal of Management and Applied Science*, 3., 10., 72–77.
- Xiong, Zeng-gang–Zhang, Xue-min–Xia, Xue-wen–Xie, Yun–Chen, Jian-xin (2010): Research on experiment teaching of “Computer Network” in local University. In: *2010 2nd International Conference on Education Technology and Computer*, 4., 308.



Fotó/Halász Iván