

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.¹

Dr. Szabó Csaba²

Absztrakt

A tanulmány célja, hogy hatékony válaszokat nyújtson egy a fegyverrendészet szakterületéhez tartozó jelentős kockázatot magába rejtő új biztonsági kihívásra. Ez a biztonsági kihívás a 3D nyomtatási technológia - felhasználási rendszeréből eredő - ellenőrzési környezetének hiányából adódik, amely potenciális lehetőséget nyújt tűzfegyverek és lőszerrek tiltott előállítására. A tanulmányban bemutatásra kerül a 3D nyomtatási technológiának a kialakulása, valamint jelenlegi és jövőbeni alkalmazásának egyes irányvonalai. Bemutatásra kerülnek azok a 3D nyomtatási eljárással előállításra került tűzfegyverek, amelyek jelentős biztonsági kockázatot jelentenek bűncselekmények elkövetése, illetve az egyes kritikus infrastruktúrák támadhatóságát illetően. A tanulmány elsősorban a fegyverrendészet aspektusából vizsgálja a problémát, olyan megfontolásból, hogy milyen jogalkotói lépések szükségesek a 3D nyomtatási technológiával előállításra kerülő tűzfegyverek és lőszer szabályozása tekintetében. A tanulmány vizsgálja a 3D nyomtatók hatósági online regisztrációjának a lehetőségét az európai biztonsági stratégia uniós cselekvési tervének a tűzfegyverek és robbanóanyagok tiltott kereskedelme és használata ellen szóló joganyag figyelembevételével.

Kulcsszavak: 3D nyomtatási technológia, fegyverrendészet, biztonságpolitika, fegyverzet-ellenőrzés, kritikus infrastruktúra, terrorizmus, kibervédelem, tűzfegyver.

¹ „A mű a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosítószámú, „A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” elnevezésű kiemelt projekt keretében működtetett Egyed István Posztdoktori Programban, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem felkérésére készült.”

² Dr. Szabó Csaba PhD r. őrnagy, tanársegéd. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Rendésztudományi Kar, Magánbiztonsági és Önkormányzati Rendészeti Tanszék.
szabo.csaba@uni-nke.hu. ORCID azonosító: orcid.org/0000-0001-9573-2332

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

Abstract

The purpose of this study is to provide effective responses to the riskful new security challenge of weapons policing professional field. This security challenge is due to the lack of control over 3D printing technology, which is a potential opportunity for the illicit manufacture of firearms and ammunition. This study presents the development of 3D printing technologies and the current and future application of some of its guidelines. 3D printed firearms are presented, which are poses a significant security risk for commission of criminal offenses and the attack ability of critical objects. This study examines the problem of the legislative steps required by 3D printing technology primarily from the aspect of legal regulation of weapons. The study examines the potential for official online registration of 3D printers in the context of the European Agenda on Security: EU action plan against illicit trafficking in and use of firearms and explosives.

Keywords: 3D printing technology, weapons policing, security policy, security policy, weapons control, critical infrastructure, terrorism, cyber protection, and firearms.

Bevezetés

A bipoláris nemzetközi rendszerben olyan biztonsági kihívásokkal kellett szembe nézni, mint a nemzetközi terrorizmus, a tömegpusztító fegyverek elterjedése, az államkudarok, a globális környezeti problémák. Mára ezek a biztonsági kihívások jelentős mértékben átalakultak. Olyan új biztonsági kihívások kerültek felszínre, mint a *nemzetközi irreguláris migráció megjelenése és felerősödése, aszimmetrikus módszerekkel és különleges eszközökkel elkövetett terrorcselekmények a fejlett országokban, a rendészeti szervek militarizációja szükségessé válása, a magánbiztonsági, valamint a rendészeti szektor egyes szakterületei vonatkozásában az önvédelmi képesség erősítése, a lakosság ellátása szempontjából kiemelt infrastruktúrák védelme, valamint a szórakozóhelyek biztonságának kérdésköre*, amelyek a biztonság fogalmának a kibővülését eredményezték. Akár az elmúlt évtizedeket, akár a jelenlegi biztonsági helyzetet vizsgáljuk jól megfigyelhető tendencia, hogy a biztonsági kihívások jelentős része nem az egyes államoktól származik, hanem olyan nem állami szereplőktől, mint a terrorszervezetek, szélsőséges vallási csoportok, transznacionális gazdasági társaságok, de nem feledkezhetünk meg a változó biztonsági környezetből fakadó újabb biztonsági kihívások azonosításáról sem.³

A biztonsági kihívások azonosítása nem egyszerű folyamat, mivel minden egyes biztonsági szektorban sajátos és egyedi biztonsági kihívások jelentkeznek. Ezek a kihívások egyidejűleg más biztonsági szektorra vagy szektorokra is kihatást gyakorolhatnak. Egy új biztonsági kihívás megjelenése a biztonság fogalmának a kiszélesítését eredményezheti, amely a biztonsági kihívásra adott válaszok diverzifikálását igényli.⁴ Egy új típusú biztonsági kihívásnak a kezelése egy több

³ Rada Péter: *Átalakuló biztonsági kihívások. A biztonság dimenziói*. In: Rada Péter (szerk.) *Új világrend?: nemzetközi kapcsolatok a hidegháború utáni világban*. 198 p. Budapest: Corvinus Külügyi és Kulturális Egyesület; Ifjú Közgazdászok Közhasznú Egyesülete, 2007. pp. 57–76.

⁴ Juhász Krisztina: *Az Európai Unió biztonság- és védelempolitikája, az EU válságkezelési tevékenysége*. PhD disszertáció. Szegedi Tudományegyetem, Állam- és Jogtudományi Doktori Iskola. 2014. p. 12. A szerző az értekezésében új biztonsági kihívásként értelmezi azokat a problémákat, amelyek a nemzetközi rendszerek átalakulásából eredeztethetők. Kifejti továbbá, hogy a korábbi fogalommeghatározások a biztonsági kihívásokra vonatkozóan nem pontosak. Azonban azok a biztonsági kihívások, amelyek a hidegháború helyzet vége előtt is jelen voltak, (mint terrorizmus, instabil államok, gazdasági kockázatok, tömegpusztító fegyverek) jelen biztonsági környezetben is valós fenyegetést jelentenek, mivel a biztonsági szereplők által a kezelésükre adott válaszokat kielemezik a terror- vagy bűncselekményt elkövetni szándékozó személyek. A jelen kor biztonsági kihívásainak hatékony kezelése érdekében elkerülhetetlen a korábbi évek, vagy évtizedek biztonsági kihívásainak az újbóli elemzése, amely az új biztonsági kihívások átfogó megközelítését

szereplős folyamat, amelybe szerephez kell, hogy jusson a hírszerzési, a rendészeti és magánbiztonsági szektor, valamint ezzel összefüggésben a kormányzati és a gazdasági szereplők együttműködésének a kialakítására is lehetőséget kell biztosítani, hogy minden érdekelt fél hatékonyan tudja képviselni álláspontját, amennyiben egy komplex megoldási struktúra lefektetése megoldást nyújt a kialakult biztonsági kihívásra. *Az új biztonsági kihívások azok a fenyegetések, amelyek bekövetkezése esetén a megoldási struktúra nem áll rendelkezésre, így a biztonsági szektor szereplői nem tudnak hatékony és gyors választ adni a kialakult fenyegetésre.* A 2012-es Nemzeti Biztonsági Stratégiai részletesen foglalkozik az új típusú biztonsági kihívásokkal és kockázatokkal és azzal a tendenciával, amely az államhatárok átjárhatóságát jelenti, és amelynek következtében magasabb kockázati tényezőt jelent a terrorcselekmények bekövetkezésének a kockázata. Ezzel összefüggésben a stratégia kiemelt területként kezeli a hazai kritikus infrastruktúrák védelmét és biztonságának erősítését, valamint az új technológiákból eredő biztonsági kockázatok azonosítását és produktív kezelését.⁵

3D nyomtatási technológia vázlatos történeti áttekintése

A 20. század második felére felmerült az igény, hogy költség- és anyaghatékony módon akár kis szériában is lehetőség legyen térbeli formák precíziós létrehozására. Ez az igény elsősorban a tervezési oldalon jelent meg, főképpen a prototípusgyártás oldaláról. A technológia több feltaláló és kísérletező szakember egymásra épülő ötletéből és szabadalmából ért abba a fázisba, amikor már a 3D nyomtatás, mint technológiáról beszélhetünk. 1987-ben hozták létre az első sztereolitográf gépet, a 3D Systems SLA-1-et, mely az első, piacra készült 3D nyomtatónak tekinthető.⁶ Az első jelentősebb szabadalmat a rapid prototyping technológiához *Hideo Kodama – a Nagoya Municipal Industrial Research Institute munkatársa* -, jegyezte be Japánban, 1980 májusában. Azonban a 3D nyomtatás létrejötté 1986-ra tehető, amikor is *Charles Hull* bejegyeztette az első szabadalmat a *sztereolitográfias (SLA) eljárás*hoz. Charles Hull társalapítója volt az

teszi lehetővé. A válaszlépés ennek a modellnek az alkalmazása lehet, amely során a fenyegetések azonosíthatóvá és kezelhetővé válhatnak.

⁵ A Kormány 1035/2012. (II. 21.) Korm. határozata Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról. Magyar Közlöny 2012. évi 19. szám. - p. 1382. A Nemzeti Biztonsági Stratégiában nem került konkrétan meghatározásra a kritikus infrastruktúra fogalomrendszere, mindazonáltal a védelmi koncepciók hatékony kialakításához szükséges megkülönböztetni az állam működése és a lakosság ellátása szempontjából kiemelten fontos kritikus infrastruktúrákat.

⁶ Gaurav Tyagi: *3D Printing Technology. History of 3D Printing*. National Informatics Centre. 2012. p. 5.

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

Egyesült Államokban a 3D Systems Corporation vállalatnak, amely elkészítette az első SLA eljárással dolgozó 3D nyomtatót 1983-ban.⁷

Az 1990-es évek végén és a 2000-es évek elején folytatódott az új technológiai innovációk bemutatásának a sorozata, amelyek továbbra is teljes egészében az ipari használatra fókuszáltak. Továbbra is a kutatás-fejlesztés előtérbe helyezése volt az elsődleges szempont:

- 2000-ben az egyesült államokbeli Z Corporation elkészíti az első több színnel egy időben nyomtatni tudó 3D nyomtatóját.
- 2001-ben a Solidimension bemutatja az első asztali 3D nyomtatót.
- 2002-ben elkészült az első nyomtatott emberi vese. A tudósok célja, hogy működő szerveket nyomtassanak.⁸

A kétezres évek közepén a 3D nyomtatással foglalkozó ipari szektoron belül két új irányzat jelent meg, amelyek napjainkra már sokkal jobban elkülöníthető területre definiálható. A 3D nyomtatás egyik technológiai részének a jellemzője, hogy drága eszközökkel és részegységekkel működnek, ám kizárólag ezekkel a technológia elemekkel garantálható a legyártott termékek kiváló minősége, a nagyfokú anyagmegmunkálás és a bonyolult alkatrészek elkészítése. Ez a technológiai folyamat továbbra is intenzíven fejlődik, de az eredmények csak napjainkban váltak kézzelfoghatóvá. Olyan területek segítségével került dinamikus alkalmazásra ez a technológiai elem, mint az autó- és repülőgép-gyártás, valamint az orvosi és az ékszerészeti területek. A 3D nyomtatás másik szegmensében egy úgynevezett piaci árháború alakult ki, amely kihatást gyakorolt a nyomtatás pontosságára és sebességére, valamint az alapanyagok minőségére. A 3D Systems által készített 3D nyomtatók ára 2007-ben 10.000 dollár alá esett, viszont ez az eszköz soha nem lett annyira sikeres, mint azt a technológiai szektor várta. Ez egyrészt a nyomtató kialakításának és rendszerének, másrészt a piaci hatásoknak volt köszönhető. Az elsődleges cél a 3D nyomtatók árának 5.000 dollár alatt történő bearázása volt. A technológia fejlesztői és a piaci elemzők is ebben látta a megoldás kulcsát, hogy a technológia minél szélesebb körben elterjedjen. A sorozatos és intenzív fejlesztések hatására 2007-ben elérhetővé vált egy újabb 3D nyomtatási technológia, a *RepRap*, amely egy nyílt forráskódú, önszorosító 3D nyomtatási koncepció volt, melyet *Adrian Bowyer*, a Bath Egyetem kutatója dolgozott ki.⁹ A B9 Creator 3D nyomtató, amely *Digital Light*

⁷ Napjainkban az egyik legnagyobb és szakmailag leghatékonyabb cég a 3D nyomtatás szakterületén.

⁸ 3D Printing History, (<http://www.avplastics.co.uk/3d-printing-history>) (Letöltve: 2017.06.17.)

⁹ Tömösközi Péter: *Digitális szövegfeldolgozás*. Eszterházy Károly Főiskola, Eger. 2011. – pp. 12–13.

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

Processing (DLP) eljárást használ. Az SLA és a DLP eljárások között a legnagyobb különbség a levilágítás technológiájának az alkalmazása.

Amíg az SLA gépek rendszerint általában kék lézerezéssel rajzolják az egyes layereket a fényérzékeny gyantába rétegről rétegre, addig a DLP technológiát alkalmazó 3D nyomtatók esetében a rétegek egy egészben, egy projektor által vannak levilágítva. A lézeres eljárás olcsóbb technológia, mivel egy nagy fényerejű projektor helyett, (amelynek nagy hátránya, hogy néhány ezer óránként lámpát kell cserélni benne) elég egy néhány milliwatt teljesítményű kis lézerdíóda, amit adott esetben egy Blu-ray lejátszóból is hasznosíthatunk.¹⁰ A fényérzékeny anyag a kibocsátott megfelelő hullámhosszú (405 nm) fény hatására megkeményedik. Ezen eljárás keretében sokkal, vékonyabb rétegekkel is dolgozhatunk, mint a korábban tárgyalt FDM vagy SLS technológiás 3D nyomtatók esetében, melyeknek a maximális felbontása 50-100 mikron körül mozog.¹¹ A DLP technológia lehetővé teszi a gyártók számára, hogy felgyorsítsák az egyes fejlesztési ciklusokat, ezáltal szélesebb körben felhasználható termékeket kínáljanak olyan területeken történő felhasználás céljából, mind az *orvostudomány*, ékszer gyártás, *gépjárműipar*, *repülőgépeszeti alkatrészek*, vagy *haditechnikai eszközök* gyártása.¹²

2012-ben mutatkoztak be azok az alternatív technológiát alkalmazó 3D nyomtatók, amelyek teljesen új megvilágításba helyezték a technológia jövőjét, egyben feltárva és azonosítva több biztonsági kockázatot is a 3D nyomtatás területével összefüggésben.

A 3D nyomtatási piac kettéválásának az eredménye, hogy a technológia fejlődése lehetővé teszi számos szakterület vonatkozásában a technológiai által kínált lehetőségek kihasználását és figyelembevételét az új innovációs és kutatási stratégiák kialakításához. A technológia széles körű felhasználása és innovatív - *az emberiség érdekeit szolgáló* - eredményei mellett nem szabad figyelmen kívül hagyni a felmerülő biztonsági kockázatokat és kihívásokat, amelyek beárnyékolják a technológia pozitív eredményeit és érdemeit.

¹⁰ A DLP technológia egyik hátránya abban mutatható ki, hogy az alkalmazott lézerdíódat precízen, egy mechanika segítségével pozicionálni kell, amely sok esetben viszont már több költséget és bonyolultabb megoldásokat igényel, mint az áttetsző műgyanta tartály alját telibe világító projektor esetén. A DLP eljárást az amerikai Texas Instruments cég fejlesztette ki. A szegmensvezető 3D nyomtató gyártók modelljeibe a mai napig Texas Instruments fényforrásokat építenek be.

¹¹ *3D Printing with DLP Technology*. DLP Offers Unparalleled Advantages for 3D Printing Applications. Texas Instruments, Dallas. 2013. pp. 1–2.

¹² További példák a DLP technológia alkalmazására és felhasználási területeire: fit- és funkciómodellek, présformák szerszámokhoz és fémöntéshez, hallókészülékek és orvosi implantátumok, fogpótlások és aerospace komponensek.

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

A 3D nyomtatási technológia legfontosabb biztonsági kockázatai:

- a technológia egyre szélesebb körű elérhetősége,
- könnyű hozzáférhetőség és megfizethetőség,
- lőfegyver tervrajzok szabad hozzáférése a világhálón,
- a 3D nyomtatók vásárlójának és működési helyének ismeretlenségben maradása,¹³
- az élő munkaerő háttérbe szorításának problémaköre,
- kiberbiztonsági kockázatok a gyártási folyamat beavatkozásába,
- tűzfegyverek és robbanóanyagok illegális előállítása és kereskedelme.¹⁴

A 3D nyomtatási technológia egy klasszikus értelemben vett értékteremtő technológia, amely széles körben elterjedt és számos pozitív hatást gyakorol az egész világra. Ez a forradalmi technológia képes drasztikusan átformálni az eddig ismert és széles körben alkalmazott üzleti modelleket, megváltoztatni a gyártási helyeket, zsugorítani az ellátási láncokat, és szélesebb körben hatást gyakorolhat a globális gazdasági rendszerekre. Kockázatként kell értékelni a folyamat során, hogy a 3D nyomtatási technológia megváltoztathatja a globális működési környezetet a politikai döntéshozók, valamint a piaci szereplők és az alkalmazott munkaerő szempontjából.¹⁵ Amint látható a 3D nyomtatás technológiájának az elterjedése számos biztonsági kérdéskört vet fel. A jelenleg alkalmazott biztonsági és rendészeti struktúrák sem hazai, sem nemzetközi szinten nem kezelik kockázatként a technológiát, annak ellenére sem, hogy számos nemzetközi kuta-

¹³ Berman, Barry: *3-D printing: The new industrial revolution*. In.: Business Horizons. 2012. évi, 2. szám. – pp. 158–160. A szerző a tanulmányban többek között felhívja a figyelmet a 3D nyomtatás technológiájában rejlő biztonsági kockázatokra, valamint specifikusan bemutatja azokat a valós problémákat és kihívásokat, amelyek számos esetben látenciában maradnak és az elemzők kizárólag csak a technológia előnyeit veszik figyelembe. A szerző további tudományos értékű vizsgálatok elvégzését javasolja a technológia vonatkozásában, kiemelten a közgazdaság, a munkaerőpiac, és a hatósági ellenőrzés bevezetésének egyes lehetőségeiről. Mindazonáltal a szerző rávilágít, hogy a 3D nyomtatási technológia hatalmas környezeti előnyökkel rendelkezik, beleértve a termelésben felhasznált erőforrások jelentős mértékű csökkentését, a termékek igény szerinti előállítását, és a termékek időben történő előállítását azokon a helyeken, ahol csökkenőben vannak a nagy mennyiségben felhasznált klasszikus nyersanyagok, ezáltal jelentősen csökkentve az előállított és szállított áruk szénlábnyomát.

¹⁴ *Tűzfegyver*: olyan, a jogszabályban meghatározott és megfelelő kategóriába tartozó - vagy ilyenné átalakított - eszköz, amelyből gyúlékony hajtóanyag segítségével szilárd anyagú lövedék lőhető ki.

¹⁵ Garrett, Banning: *3D Printing: New Economic Paradigms and Strategic Shifts*. In.: Global Policy. 2014. évi. 1. szám. pp. 72–74.

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

tás rávilágított a technológiába rejlő veszélyekre és kockázati tényezőkre.¹⁶ A technológiában rejlő biztonsági kockázatok felismerését és kezelését csak hatékony kockázatelemzéssel és felmérések készítésével lehet hatékonyan kezelni. A technológiában rejlő egyik legnagyobb biztonsági kockázat a 3D nyomtatóval előállított tűzfegyverek és alkatrészeik jelentik. A következő fejezetekben a 3D nyomtatással előállítható tűzfegyverek vonatkozásában kerülnek bemutatásra azok a releváns biztonsági kockázatok, amelyek valós és kezelendő problémát jelentenek, a *rendészeti szervezeteknek, a jogalkotóknak, a magánbiztonsági szektornak, valamint magának a 3D nyomtatással foglalkozó iparágnak* is.

Biztonsági kockázatok és kihívások elemzése a 3D nyomtatási technológiával előállított lőfegyverek és lőszerrel vonatkozásában¹⁷

Hipotézis:

A 3D nyomtatással (modellezéssel és szkenneléssel) előállított tűzfegyverek valós biztonsági kockázatot jelentenek mind az állam működése, mind a lakosság ellátása szempontjából kiemelten fontos egyes kritikus infrastruktúrák támadhatósága szempontjából.

Az első 3D nyomtatóval előállított működőképes fegyvert 2013-ban állították elő.¹⁸ A rendészeti szervek aggodalmukat fejezték ki a 3D nyomtatási technológia ezirányú felhasználására vonatkozóan és jelentős biztonsági kockázatnak minősítették a technológia nyújtotta további lehetőségeket.¹⁹ Számos ország

¹⁶ Minnick, Jon: *3D Printing - The Risks For Manufacturers*.

(<https://www.mbtmag.com/article/2017/01/3d-printing-risks-manufacturers> (Letöltve: 2017.06.17.)

¹⁷ Számos kutatás rávilágított a 3D nyomtatási technológia máig megoldatlan egyes biztonsági kockázataira és kihívásaira. A szakértők jelentős biztonsági kockázatnak tartják a technológia kiberfenyegetettségét. *Megan Nicols* a *Why 3D Printing Faces Cyber Security Risks* c. tanulmányában kifejti, hogy a 3D nyomtatási folyamat orientációs szakaszában hackerek képesek finom eltéréseket eszközölni. Így hibák keletkeznek a nyomtatott illesztések egyes rétegeiben. Az egyik legjelentősebb biztonsági kockázatként értékelték a szakértők a 3D nyomtatási eljárással előállított repülőgép fém pótalkatrészek előállításán végrehajtott kibertámadást, amely gyenge minőségű pótalkatrész előállítását eredményezi, amely megnöveli a repülőgép katasztrófák esélyeit.

¹⁸ A *Liberator* az egy golyó, egy pisztoly elv alapján 3D nyomtatással előállított fegyvert. Szétszerelt állapotban 16 darabból áll, amelynek 15 darabját 3D nyomtatóval állították elő. Az egyetlen nem műanyag alkatrésze az ütőszeg.

¹⁹ Gerald Walther: *Printing Insecurity? The Security Implications of 3D-Printing of Weapons*. In.: *Science and Engineering Ethics*. 2015. évi. 6. szám. - pp. 1435–1445. A 2000 éves

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

szakértői bizottsága vizsgálta meg az első 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyvert a Liberatort. A vizsgálatok során megállapították, hogy valóban alkalmas lövedék kilövésére és ezáltal az emberi élet kioltására. Biztonsági kockázatot jelentett a Liberator 3D nyomtatókhoz alkalmazott tervrajzának az internetes fájlmegosztó oldalakon történő terjesztése is. A rendészeti szervek által megfogalmazott biztonsági kockázati tényező arra az álláspontra épült, hogy a Liberator-t nagyon nehéz vizuálisan felismerni, továbbá az elsütőszerkezet fém csapjának elenyésző súlya és térfogata miatt nem kerül könnyen beazonosításra a fémdetektorok részéről.²⁰

A Liberator megalkotása és gyakorlati alkalmazhatóságának bizonyítása számos a tűzfegyverekkel kapcsolatos projektet indította el. Cody Wilson 2013 nyarán, az egyesült államokbeli Austinban létrehozta a *Defense Distributed* nevű non-profit szervezetet, amellyel útjára indította a *Wiki Weapon Projectet*.²¹ A projektnek az volt a célja, hogy létrehozzanak olyan tűzfegyveralkatrész terveket, amelyek szabadon hozzáférhetők és letölthetők az internetről, valamint hogy 3D nyomtató segítségével előállíthatók legyenek. Eddig kettő projekt valósult meg. Mindkettőt hatalmas érdeklődés kísérte, mind az állami hatóságok, mind a rendészeti szervek, mind a lőfegyvereket tartani szándékozó állampolgárok részéről. A projekt legfőbb célja, hogy az Amerikai Egyesült Államok alkotmányának második kiegészítését - *amely a szabad fegyverviselési jogot biztosítja* - egy teljesen új kontextusba helyezze azáltal, hogy a fegyverviselési jog gyakorlásának a gyakorlati lehetőségét kiterjesztve közvetlenül az amerikai állampolgárok kezébe adja.²² Az Egyesült Államokban a jogszabály csak a *lower receiver* - a lőfegyver tokjának az alsó részét - jelöli meg lőfegyver fődarabként. Ennek értelmében egy félautomata karabély főbb alkotórészeit el lehet készíteni házilag 3D nyomtató

elején *Matthew Meselson* a Harvard Sussex Program vezetője mondta, hogy minden jelentős technológiai fejlesztés (*mint robbanóanyagok, belső égésű motorok, repülés, elektronika, vagy atomenergia*) intenzív felhasználása nemcsak békés, hanem ellenséges célokra is felhasználható. 2013-ban egy másik technológiai fejlesztés csatlakozott ehhez a csoporthoz: a 3D nyomtatás.

²⁰ Greenberg, Andy.: State department demands takedown of 3d printable gun for possible export control violation. *Forbes*. 8 July,

(<http://www.forbes.com/sites/andygreenberg/2013/05/09/state-department-demands-takedown-of-3d-printable-gun-for-possible-export-control-violation/>) Letöltve:

2017.06.11.)

²¹ Greenberg, Andy: 'Wiki Weapon Project' Aims To Create A Gun Anyone Can 3D-Print At Home. (<https://www.forbes.com/sites/andygreenberg/2012/08/23/wiki-weapon-project-aims-to-create-a-gun-anyone-can-3d-print-at-home/#52d9a67a3860>) (Letöltve:

2017.06.02.)

²² The Constitution of the United States. Bearing Arms. Second Amendment. - pp. 1193-1194.

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

segítségével. Magyarországon - eltérően az Egyesült Államok jogi gyakorlatától - tűzfegyver fődarabnak (lőfegyverdarab) minősül a fegyvercső, váltócső, betétcső, zár vagy zárszerkezet, forgódob és az ezeket egybefoglaló tokszerkezet. Ennek értelmében a tűzfegyver fődarab abba a tűzfegyver kategóriába tartozik, amelyre felszerelték vagy amelyhez gyártották.²³ Mind a 3D nyomtatással foglalkozó iparág, mind a rendészeti szektor vonatkozásában egy új típusú biztonsági kihívás beazonosítása történt meg az Egyesült Államokban, mivel a lőfegyver fődarabok előállítására a hatóságnak történő bejelentési kötelezettség nélkül megvalósítható 3D nyomtatási technológia alkalmazásával, mivel - a lőfegyver tokjának az alsó része kivételével - a lőfegyver egyes részeinek az előállítása nem ütközik jogszabályba. Az Egyesült Államok Kongresszusa 2013. decemberében reflektálva a tűzfegyverek gyártását érintő új biztonsági kihívásra megszavazta az *Észrevehetetlen lőfegyverekről szóló törvény*²⁴ módosítását, amely értelmében tilalmat vezetett be a teljesen műanyag fegyverekre, amelyek nem észlelhetők a fémdetektorok és röntgenkészülékek számára.²⁵

A 3D nyomtatási technológiával előállított lőfegyverek - az öntési technológiával előállított lőfegyverekkel szemben - számtalan apró darabra szétszedhetők. A lőfegyver apró műanyag darabjai ezáltal magas biztonsági kockázatot jelentenek, mivel észrevétlenül elrejtethetők és a beazonosításuk szinte lehetetlen. Így az eszköz elsősorban az *állam működése és a lakosság ellátása szempontjából* kiemelten fontos kritikus infrastruktúrák vonatkozásában jelent releváns biztonsági kockázatot. A 3D nyomtatási technológia fejlődése és a költségek csökkenése nem csak az otthoni - egyre szélesebb körű - felhasználás lehetőségét teremtette meg, hanem a fegyvergyártás vonatkozásában is jelentős változások következtek be. A technológia fejlődése lehetővé tette, hogy nem állami szereplők is kihasználják a technológia képességeit a fegyvergyártás érdekében. Azok a piaci szereplők, akik nem, vagy csak korlátozottan jutottak hozzá korábban tűzfegyverekhez most már *gyorsabban, alacsonyabb költségek mellett, hatósági kontrol nélkül, és lényegesen nagyobb mennyiségben* képesek használatos fegyvereket előállítani a 3D nyomtatási technológiai segítségével.²⁶

²³ A lőfegyverekről és lőszerkezelekről szóló 2004. évi XXIV. törvény. 2.§ 30. pont.

(https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a0400024.tv (Letöltve: 2017.03.26.)

²⁴ Az észrevehetetlen lőfegyverekről szóló törvényt eredetileg 1988-ban alkotta meg a kongresszus reflektálva a Glock 17-es maroklőfegyver egyes műanyag alkatrészeinek beazonosítása vonatkozásában kialakult biztonsági kihívásra.

²⁵ Paganini, Pierluigi: *Evolution of 3D Printing Technology Raises Security Concerns*. In.: General Security. 2014.10.13. (<http://resources.infosecinstitute.com/evolution-3d-printing-technology-raises-security-concerns/#gref> (Letöltve: 2017.05.28.)

²⁶ A nukleáris és a tömegpusztító fegyverek előállításának és nagyobb számú elterjedésének a biztonsági kockázatának vizsgálata nem képezi jelen tanulmány tárgyát, mindazonáltal meg kell említeni, hogy a tömegpusztító fegyverek ellenőrzésével foglalkozó

A 3D nyomtatási technológia fejlődésének a pontos időhorizontját és a technológiában rejlő kockázati potenciált - *a folyamatosan változó biztonsági környezet, valamint a technológia fejlesztési irányvonalai miatt* - nagyon nehéz meghatározni, azonban számba kell venni azokat a releváns biztonsági intézkedéseket, amelyeket a technológia alkalmazása magában hordoz.

1. A digitális nyomtatási file-ok ellenőrzése és a *kiberbiztonság* megerősítése.
2. Védelmi mechanizmusok beépítésének kialakítása, közvetlenül a *szoftverbe, a hardverbe és a felhasznált anyagokba*.
3. Az *exportellenőrzési* listák folyamatos aktualizálása.
4. Az 3D nyomtatással foglalkozó ipari szektor *önszabályozásának* a kialakítása.
5. Figyelemfelkeltés és *tájékoztatás* a biztonsági kihívások minél pontosabb azonosítása érdekében.
6. *Nemzetközi jogi szabályozás* megalkotásának a lehetősége a (rendőr) hatósági ellenőrzés biztosítása érdekében.²⁷

A 3D nyomtatási technológiával összefüggő minden releváns javaslat és intézkedés megköveteli az összes érdekelt fél (*rendészeti szervek, kormányzati ügynökségek, magánbiztonsági szektor szereplői, szoftver-, hardver-, és nyersanyag gyártók, ipari és tudományos közösségek, forgalmazók*) együttműködését. A biztonsági kockázatok minimális szintre történő csökkentése érdekében elsősorban a politikai döntéshozóknak, egyes hatóságoknak, valamint a témában kutató szakembereknek kell releváns javaslatokkal élni.²⁸

nemzetközi megfigyelők arra a következtetésre jutottak, hogy a 3D nyomtatási technológia fejlődése, valamint a felhasznált adalékanyagok egyre szélesebb körű hozzáférése a nukleáris fegyverek birtoklásának a kiszélesedéséhez vezethet. Ez elsősorban olyan nem állami szereplők (terror szervezetek, instabil államok, szélsőséges vallási csoportok) számára jelenthet alternatívát az ideológiai, területi, hatalmi vagy vallási célok elérése érdekében.

²⁷ Horváth Ádám – Kurucz Attila: *A 3D nyomtatás története és jövőbeli kérdései*. In.: Reisinger Adrienn, Kecskés Petra (szerk.): "Ifjúság - jövőképek": Kautz Gyula Emlékkonferencia 2016. június 15. elektronikus formában megjelenő kötete. Széchenyi István Egyetem. 2017. pp. 8–9.

²⁸ Young, Joseph: *Cubichain Stores Data of 3D Printed Aircraft Parts in Blockchain*. 2016.12.07. (<https://3dprint.com/156858/cubichain-calram-blockchain/>) (Letöltve: 2017.06.18.) A szerző a cikkben kifejti, hogy a következő időszakban az adalékok felhasználásával és 3D nyomtatási technológiával gyártott alkatrészek száma exponenciálisan növekedni fog. A szerző álláspontja szerint az állami szervek és egyes hatóságok képessége még nem elegendő, hogy megvédje a gyártási technológia, valamint a gyártási adatok sérthetlenségét a kibertámadások ellen. Javaslatára szerint közpon-

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

Hazai és nemzetközi környezetben is végeztek gyakorlati kutatásokat arra vonatkozóan, hogy a 3D nyomtatási technológiával előállított szűrő- és vágó eszközök, valamint tűzfegyver alkatrészek a lakosság ellátása szempontjából kiemelt fontos létesítményekben alkalmazott csomagátvizsgáló berendezések azonosítani képesek-e ezeket az eszközöket.²⁹ A vizsgálatok rávilágítottak azokra a biztonsági kockázatokra, amelyeket a 3D nyomtatási technológiával előállított szűrő- vágó eszközök, valamint a lőfegyverek jelentenek kiemelten egyes kritikus infrastruktúrák vonatkozásában. A 3D nyomtatási technológia rohamos fejlődése, valamint a nyomtatási költségek (3D nyomtatók és adalékanyagok) csökkenése nagymértékben hozzájárult a technológia elterjedéséhez. A technológia elterjedése biztonsági megközelítésből nézve több releváns problémát felvet. *Szembeíti a hatóságokat azzal a biztonsági kihívással, hogy a technológia segítségével azonosíthatatlan és a rendőrhatalom számára láthatatlan fegyverek kerülnek forgalomba.*³⁰ A technológia lehetővé teszi a könnyebb, olcsóbb és gyorsabb fejlesztést a fegyverek tekintetében. Ez a kihívás a fegyverek teljes körére vonatkozik.³¹

tosított kiberbiztonsági intézkedések bevezetésével, valamint egy ipari szabvány bevezetésével, egy a skálázhatóság és a feltörhetetlenség biztonságát szükséges kialakítani a piaci szereplők (fejlesztők, gyártók, forgalmazók) segítségével.

²⁹ Tornai Gergely Ádám: *3D nyomtatott fegyverek*. XLII. Tudományos Diákköri Konferencia. Óbudai Egyetem. 2015. - p. 51. A Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtéren végezett gyakorlati kutatás rávilágít arra a biztonsági kockázatra, hogy a 3D nyomtatási technológiával előállított közbiztonságra különösen veszélyes, valamint az emberi élet kioltására alkalmas eszközök és azok darabjai nagyobb hatékonysággal vihetők fel repülőgépekre és a biztonsági zónákba, mint a fémből, vagy öntvényből készült azonos célú felhasználásra készült eszközök. A kutatást két különböző csomagátvizsgáló berendezés használatával hajtották végre. (Heimann HI-SCAN 6040 - Heimann HI-SCAN 6040i) A tesztelés során a kutatásban használt fegyvereket többféle módon vizsgálták meg: takarás nélkül; ruhák közé rejtve; táskába téve; notebook alá bújtatva. A vizsgálat rámutatott, hogy a nyomtatott tömör fegyverek csomagátvizsgáló berendezések monitorján látható képei, jól kivethető kontúrokkal rendelkeznek, még a régebbi berendezésen is. Ugyanakkor az üreges PLA és a szintén üreges ABS kések képei mindkét gép tekintetében jóval halványabb kontúrokkal voltak körbehatárolhatók. A halvány kontúrok megtévesztők lehetnek egy repülőtéri ellenőrzés során, így elkerülhetik az ellenőrzést végző alkalmazottak figyelmét. Megállapítható, hogy a PLA és ABS eszközök jelentős biztonsági kockázatot jelentenek.

³⁰ Fey, Marco: *3D Printing and International Security. Risks and Challenges of an Emerging Technology*. Peace Research Institute Frankfurt. 2017. Summary. – p. 2.

³¹ Ma már lehetőség van a kézi lőfegyverek nyomtatása mellett, könnyű fegyverek, hagyományos fegyverrendszerek, valamint (egyes elméletek szerint) akár tömegpusztító fegyverek, gránátok, drónok és rakéták előállítására is. Mindazonáltal megjegyzendő,

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

Ahogy korábban már említésre került a 3D nyomtatási technológia másik sarkalatos kérdésköre - a biztonsági kockázatok szempontjából vizsgálva - az adalékanyaggyártás. Az adalékanyaggyártás nagymértékben befolyásolja a minőségi fejlődést, amely kihatással van a tűzfegyverek mennyiségére és minőségére egyaránt. A technológia felgyorsítja az új rendszerek kifejlesztését, amelyek által erőforrások takaríthatók meg a gyártás során, így lehetővé válnak olyan fegyverek kifejlesztése és legyártása, amelyek a hagyományos öntési technológiával eddig nem volt lehetséges. Komoly problémát jelent, hogy az adalékanyaggyártás, valamint a 3D nyomtatók gyártása két teljesen különálló ipari terület, mégis az új biztonsági kihívások vonatkozásában együtt kell tárgyalni a két szakterületet. A tanulmány következő részében mind az adalékanyaggyártás, mind a 3D nyomtatók gyártására, forgalmazására és használatára vonatkozóan kerülnek megfogalmazásra hipotézisek. A hipotézisek elsősorban a fegyverrendészet szempontrendszerét és jogi lehetőségeit veszi figyelembe a 3D nyomtatási technológia új típusú biztonsági kihívásainak hatékony kezelése céljából. Cél egy *smart power* stratégia kialakítása, hogy mind a döntéshozók, mind a 3D nyomtatással foglalkozó szektor szereplői megfelelő intuíciós képességekkel rendelkezzenek, amely segít a kitűzött célokhoz különböző taktikai megoldásokat rendelni.³²

Megoldási javaslatok

A felvázolt biztonsági kockázatok a 3D nyomtatási technológia vonatkozásában valós problémákat jelentenek, amelyek új kihívásokat jelentenek egyes hatóságok, a magánbiztonsági egyes szereplői, valamint a jogalkotók és az exportellenőrzéssel foglalkozó szervezetek számára. Első körben a kockázatok csökkentése a legfontosabb feladat és ennek érdekében több oldalról szükséges megvizsgálni az adott kérdéskört.

- *A számítógépes biztonság megerősítése.* Mivel a termelés digitalizálása akár a 90 %-ot is elérheti, ezért a gyártási lánc minden adata egy digitális file-ban tárolható. A tárolt digitális file-ok eltulajdonításának megakadályozása érdekében hatékonyabb védelmet kell kialakítani a kiberbiztonság területén. Egy releváns biztonsági stratégia kialakítása érdekében a

hogy belátható időn belül nem lehet a technológiával biológiai, vegyi, vagy nukleáris fegyvereket előállítani.

³² Freedberg, Sydney J.: 3D Printing Key to Hypersonic Weapons: Raytheon, 2016. március 30.

(<http://breakingdefense.com/2016/03/3d-printing-key-to-hypersonic-weapons-raytheon/>) (Letöltve: 2017.06.23.)

kritikus információs infrastruktúrák képességeit is fel kell mérni, így növelhető a kibertámadások felismerésének a lehetősége.³³

- *A védelmi intézkedések közvetlen (szoftveres és hardveres) beillesztése.* Szakértői oldalról közelítve meg a kérdést, egyetlen mechanizmus beépítésével lehetne megfelelő módon és hatékonysággal montírozni a digitális nyomtatási file-okat. A szakértői oldalról érkező javaslatok egyedi azonosítók fémnyomtatókba történő beültetését tartják kivitelezhető megoldásnak.³⁴ Azonban nem kizárólag a fémnyomtatókban elhelyezésre kerülő egyedi azonosítókra kell hangsúlyt fektetni. *Megfelelő jelöléssel kell ellátni minden nyomtatott tárgyat a későbbi beazonosítás érdekében.* Az alkalmazott megoldási struktúra által beazonosításra kerülhet nem csak a 3D nyomtatásra használt eszköz, hanem maga a gyártást végrehajtó személy kiléte is, amennyiben erre a 3D nyomtatóval készített eszköz, vagy alkatrész jogellenes cselekmény során került felhasználásra. Lényeges szempont, hogy a 3D nyomtatási szektor sajátos, egyedi biztonsági kihívásai más biztonsági szektorra vagy szektorokra is hatással lehetnek. Megoldásként a 3D nyomtatási szakterület biztonsági szektorokra történő bontása lehet koncepcionális szinten hasznos a biztonság fogalmának könnyebb és komplexebb értelmezése érdekében, azonban ténylegesen ezek a szektorok összemosódnak és permanens kölcsönhatásban állnak egymással.³⁵
- *Képzés, továbbképzés és oktatás.* A 3D nyomtatók értékesítésével és karbantartásával foglalkozó szakemberek oktatása és képzése, kiemelten arra vonatkozóan, hogy felismerjék a szokatlan, vagy gyanús nyomtatási műveleteket. Ugyanakkor az exportellenőrző hatóságokat, a vámtisztviselőket, valamint a rendvédelmi szervek tagjait - *kiemelten a fegyverrendészettel és fegyverellenőrzéssel foglalkozó szakembereket* - is továbbképzésben szükséges részesíteni. A továbbképzések elsődleges célja, hogy az ellenőrzéseket végző szakemberek felismerjék a potenciálisan

³³ Jenzen-Jones, N.R.: *Small Arms and Additive Manufacturing: An Assessment of 3D-Printed Firearms, Components, and Accessories*, In.: King, Benjamin/McDonald, Glenn (eds), *Behind the Curve: New Technologies, New Control Challenges*, Occasional Paper. Genf: Small Arms Survey. 32. szám. pp. 43–74.

³⁴ Kroenig, Matthew/Volpe, Tristan: *3-D Printing the Bomb? The Nuclear Nonproliferation Challenge*, In: *The Washington Quarterly*, 2015. évi. 3. szám. pp. 7–19.

³⁵ Annak érdekében, hogy megoldást találjunk a polimer gyártású lőfegyverek azonosítási problémájára és a kockázati tényezők csökkentésére, megoldás lehet a kontraszt anyagok hozzáadása bizonyos nagy szilárdságú polimerekhez. Amennyiben ezekkel a módosított polimer anyagokkal állítanak elő 3D nyomtatási technológiával lőfegyvereket, ebben az esetben a nyomtatott összetevők azonnal észlelhetővé válnak röntgensugárzással a biztonsági ellenőrzések során.

veszélyes tárgyakat (kiemelten a lőszerkilövésre alkalmas tárgyakat), vagy a *tiltott szállításokat*.³⁶ A nemzetbiztonsági szolgálatok tevékenységi hálózatának is alkalmazkodni kell a kialakult új biztonsági kihívásokhoz a 3D nyomtatási technológia vonatkozásában, mivel az illegális 3D nyomtatási tevékenységek, ellátási láncok, valamint az új lőfegyvergyártási technológiák felderítésére vonatkozó képességek erősítése hatékony bűnmegelőzés és bűnfelderítés eredményezhet.

- *Tudományos kutatások.* A 3D nyomtatási technológia biztonsági kérdéseire vonatkozó, többrétű és releváns problémákat felvázoló tudományos kutatások elvégzésnek a szükségessége.
- *Irányelvek.* A 3D nyomtatási technológiát alkalmazó intézmények és cégek (valamint azok a cégek, akik az adalékanyag vonatkozásában K+F tevékenységet folytatnak) rendelkezzenek a berendezések rosszzindulatú tevékenységének megakadályozására vonatkozó szakmai és biztonsági irányelvekkel.
- *Jogalkotás.* Bizonyításra került, hogy a 3D nyomtatási technológiával előállítható az emberi élet kioltására alkalmas tűzfegyver. Jelenleg jogilag nem került meghatározásra és szabályzásra, hogy a technológia lőfegyverként, vagy lőszerként történő alkalmazása milyen büntetési tételt von maga után. *A 3D nyomtatókat használó cégek, intézmények, forgalmazók, viszonteladók és magánszemélyek, valamint a gyártók esetében előírásként szükséges a jogalkotónak meghatározni a rendőrség fegyverrendészeti szakágának az ellenőrzések végrehajtására vonatkozó jogosultságának a kibővítését.*

Következtetések

A 3D nyomtatási technológia egy innovatív új üzleti modell forrása lehet a közeljövőben. A technológia alkalmazásával a gyártás során kevesebb ipari hulladék keletkezik, továbbá a helyben történő gyártás lehetősége nagymértékben leredukálja a szállításból eredő hátrányokat és ezzel összefüggésben a gyártott eszközök felhasználási és beépítési hatékonysága is jelentős mértékben megnövekszik. Az eddig elvégzett a technológiára fókuszáló nemzetközi értékelések és elemzések azt mutatják, hogy a 3D nyomtatási technológia kiegészíti és nem helyettesíti a hagyományos gyártási technológiákat. Ezt a következtetést támasztja alá egy nemzetközi kutatás, amely a 3D nyomtatás értéklánchoz kapcsol

³⁶ Kelley, Robert: *Is Three-Dimensional (3D) Printing a Nuclear Proliferation Tool?*, *Non-Proliferation Papers*. No. 54, EU Non-Proliferation Consortium, (<http://www.nonproliferation.eu/web/documents/nonproliferationpapers/is-three-dimensional-3d-printing-a-nuclear-prolife-57.pdf>) (Letöltve: 2017.06.20.)

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

lódó rendszerét vizsgálja.³⁷ Az elkövetkező időszak feltehetőleg releváns változatokat fog adni azokra a felvetésekre, amelyek a 3D nyomtatási technológia térnyerésének további lehetőségeit kutatja. A 3D nyomtatási technológia jelenleg olyan iparágak számára nyújt komplex és testreszabott termékeket, mint a légi közlekedés, az autóipar, valamint az egészségügyi szolgáltatások és az orvostudomány egyes szakterületein. A technológia további szélesebb körű alkalmazása érdekében a vállalatoknak együtt kell működni és innoválniuk kell a technológia előtt álló kihívások (*gyártási költség és sebesség, korlátozott mennyiségű anyag bemenet, biztonsági kockázatok, tiltott eszközök gyártásának a tiltása, hatósági kontroll és ellenőrzés, jogalkotói beavatkozás kérdésköre, online regisztráció kérdésköre*) leküzdése érdekében.³⁸

Minden javaslat esetében közös cél, hogy a megoldások csak hatékony és mindegyik fél részéről kötelező érvényű együttműködés keretében valósulhat meg. Valamennyi érdekelt félnek (*beleértve a kormányzati szerveket az ipari és tudományos közösségeket, valamint a technológiai szolgáltatókat*) érdeke, hogy a 3D nyomtatási technológia ne kerüljön túlszabályozás alá, viszont a felmerült biztonsági kihívások kezelése minden félnek közös érdeke kell, hogy legyen. *Fontos az iparág önszabályozó képességének az erősítése.* Kérdés, hogy a felvázolt technikai és jogalkotói intézkedések önmagukban képesek-e hatékony védelmet nyújtani a 3D nyomtatási technológia kiberbiztonságát veszélyeztető támadásokkal szemben. Az átfogó intézkedések végrehajtásának egyik legnagyobb gátja az egységes politikai akarat hiánya. A 3D nyomtatási technológia hatalmas ütemben fejlődik. (*Új fémnyomtatási technológiák, 3D-s szitanyomás, dióda olvasztás, Magneto Jet, atomdiffúziós adalékanyagok gyártása.*) Az ellenőrzést végző szerveknek folyamatosan monitorozni szükséges a technológia fejlődési irányait és kérdéseket szükséges megfogalmazni, mivel egyes kutatók a proliferációs kihívások elhúzódásának a hiányát tekintik a legnagyobb problémának.

³⁷ *How will 3D printing make your company the strongest link in the value chain?* EY's Global 3D printing Report 2016. Ernst&Young GmbH. Berlin, 2016. A kutatás feltárta, hogy a felmérésben résztvevő - és a technológiát alkalmazó - ipari vállalkozások és vállalatok 38 %-a öt éven belül fokozatosan lecsökkenti a hagyományos gyártási technológiára épülő gyártási kapacitásaikat.

³⁸ Kückelhaus, Markus: *3D Printing and the future of supply chains.* A DHL perspective on the state of 3D printing and implications for logistics. DHL Customer Solutions & Innovation. 2016. p. 24.

Felhasznált irodalom

- 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről. Magyar Közlöny. 2012. évi. 154. szám.
- 3D Printing with DLP Technology. DLP Offers Unparalleled Advantages for 3D Printing Applications. Texas Instruments, Dallas. 2013.
- A Kormány 1035/2012. (II. 21.) Korm. határozata Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról. Magyar Közlöny 2012. évi 19. szám.
- A lőfegyverekről és lőszerkekről szóló 2004. évi XXIV. törvény. 2.§ 30. pont. (https://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a0400024.tv) Az európai biztonsági stratégia megvalósítása: uniós cselekvési terv a tűzfegyverek és robbanóanyagok tiltott kereskedelme és használata ellen. Brüsszel, 2015.12.02. COM (2015) 624 final. Európai Bizottság.
- Az európai légiközlekedési stratégiáról szóló 2016/2062INI számú jelentés. 33. pont. - p. 14. (<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+REPORT+A8-2017-0021+0+DOC+PDF+V0//HU>) Fey, Marco: *3D Printing and International Security. Risks and Challenges of an Emerging Technology*. Peace Research Institute Frankfurt. 2017. Summary.
- Freedberg, Sydney J.: *3D Printing Key to Hypersonic Weapons: Raytheon*, 2016. március 30. (<http://breakingdefense.com/2016/03/3d-printing-key-to-hypersonic-weapons-raytheon/>)
- Garrett, Banning: *3D Printing: New Economic Paradigms and Strategic Shifts*. In.: Global Policy. 2014. évi. 1. szám.
- Green Paper on an European programme for critical infrastructure protection. – OM (2005) 576. final.
- Greenberg, Andy.: State department demands takedown of 3d printable gun for possible export control violation. Forbes. 8 July, (<http://www.forbes.com/sites/andygreenberg/2013/05/09/state-department-demands-takedown-of-3d-printable-gun-for-possible-export-control-violation/>)
- Greenberg, Andy: 'Wiki Weapon Project' Aims To Create A Gun Anyone Can 3D-Print At Home. (<https://www.forbes.com/sites/andygreenberg/2012/08/23/wiki-weapon-project-aims-to-create-a-gun-anyone-can-3d-print-at-home/#52d9a67a3860>)
- Horváth Attila: A polgári repülőgépek elleni terrortámadások tapasztalatai. Repüléstudományi Közlemények. 2008. évi. 4. szám.
- Horváth Ádám – Kurucz Attila: *A 3D nyomtatás története és jövőbeli kérdései*. In.: Reisinger Adrienn, Kecskés Petra (szerk.): "Ifjúság - jövőképek":

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

Kautz Gyula Emlékkonferencia 2016. június 15. elektronikus formában megjelenő kötete. Széchenyi István Egyetem. 2017.

- How will 3D printing make your company the strongest link in the value chain? EY's Global 3D printing Report 2016. Ernst&Young GmbH. Berlin, 2016.
- Jenzen-Jones, N.R.: *Small Arms and Additive Manufacturing: An Assessment of 3D-Printed Firearms, Components, and Accessories*, In.: King, Benjamin/McDonald, Glenn (eds), *Behind the Curve: New Technologies, New Control Challenges*, Occasional Paper. Genf: Small Arms Survey. 32. szám. - pp. 43-74.
- Juhász Krisztina: Az Európai Unió biztonság- és védelempolitikája, az EU válságkezelési tevékenysége. PhD disszertáció. Szegedi Tudományegyetem, Állam- és Jogtudományi Doktori Iskola. 2014.
- Kelley, Robert: *Is Three-Dimensional (3D) Printing a Nuclear Proliferation Tool?*, *NonProliferation Papers*. No. 54, EU Non-Proliferation Consortium, (<http://www.nonproliferation.eu/web/documents/nonproliferationpapers/is-three-dimensional-3d-printing-a-nuclear-prolife-57.pdf>)
- Kückelhaus, Markus: *3D Printing and the future of supply chains*. A DHL perspective on the state of 3D printing and implications for logistics. DHL Customer Solutions & Innovation. 2016.
- Kroenig, Matthew/Volpe, Tristan: *3-D Printing the Bomb? The Nuclear Nonproliferation Challenge*, In: *The Washington Quarterly*, 2015. évi. 3. szám. pp. 7–19.
- Minnick, Jon: 3D Printing - The Risks For Manufacturers. (<https://www.mbtmag.com/article/2017/01/3d-printing-risks-manufacturers>)
- Paganini, Pierluigi: *Evolution of 3D Printing Technology Raises Security Concerns*. In.: *General Security*. 2014.10.13. (<http://resources.infosecinstitute.com/evolution-3d-printing-technology-raises-security-concerns/#gref> letöltés ideje: 2017.05.28.)
- Rada Péter: *Átalakuló biztonsági kihívások. A biztonság dimenziói*. In: Rada Péter (szerk.) *Új világrend?: nemzetközi kapcsolatok a hidegháború utáni világban*. 198 p. Budapest: Corvinus Külügyi és Kulturális Egyesület; Ifjú Közgazdászok Közhasznú Egyesülete, 2007.
- Szabó Sándor – TÓTH Rudolf: Repülőterek kialakítása, létesítményeinek kritikus elemei, védelmük lehetséges műszaki megoldásai. *Repüléstudományi Közlemények*. XXV. évfolyam, 2. szám.
- *The Constitution of the United States. Bearing Arms. Second Amendment.*
- Tornai Gergely Ádám: *3D nyomtatott fegyverek*. XLII. Tudományos Diákköri Konferencia. Óbudai Egyetem. 2015.

A 3D nyomtatási technológiával előállított tűzfegyverek biztonságpolitikai kihívásainak vizsgálata a fegyverrendészet aspektusából I.

- Tömösközi Péter: *Digitális szövegfeldolgozás*. Eszterházy Károly Főiskola, Eger. 2011.
- Tyagi, Gaurav: *3D Printing Technology. History of 3D Printing*. National Informatics Centre. 2012.
- Walther, Gerald: *Printing Insecurity? The Security Implications of 3D-Printing of Weapons*. In.: Science and Engineering Ethics. 2015. évi. 6. szám.
- Young, Joseph: *Cubichain Stores Data of 3D Printed Aircraft Parts in Blockchain*. 2016.12.07. (<https://3dprint.com/156858/cubichain-calram-blockchain/>)