

Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság véleménye A holnap valósága. 3D-nyomtatás – az európai gazdaság megerősítésének eszköze

(saját kezdeményezésű vélemény)

(2015/C 332/05)

Előadó: Dumitru FORNEA

Társelőadó: Hilde VAN LAERE

2014. július 10-én az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság úgy határozott, hogy eljárási szabályzata 29. cikkének (2) bekezdése alapján saját kezdeményezésű véleményt dolgoz ki a következő tárgyban:

A holnap valósága. 3D-nyomtatás – az európai gazdaság megerősítésének eszköze.

A bizottsági munka előkészítésével megbízott Ipari Szerkezetváltás Konzultatív Bizottsága (CCMI) 2015. május 4-én elfogadta véleményét.

Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság a 2015. május 27–28-án tartott, 508. plenáris ülésén (a május 28-i ülésnapon) egyhangúlag elfogadta az alábbi véleményt.

1. Következtetések és ajánlások

1.1 Az additív gyártás olyan kulcsfontosságú alaptermészetű technológia, amely lehetővé teszi a gyártás új megközelítéseinek, illetve a jövő gyárainak és termékeinek létrejöttét. A digitális forradalom – ezzel a gyártási forradalommal együtt – lehetővé teszi, hogy Európa visszaköltöztesse a gyártást az alacsonyabb munkabért adó térségekből, hogy serkentsen az innovációt, és fenntartható növekedést idézhessen elő hazai földön.

1.2 Az EGSZB bíz abban, hogy az EU fenn tudja tartana jelenlegi világszintű pozícióját az additív gyártás terén, ehhez viszont a következő intézkedéseket kell megtenni európai, valamint nemzeti szinten;

1.3 Az informatikai infrastruktúrába történő beruházásokat kiemelten kell kezelni, hogy valamennyi polgár és vállalkozás hozzáférhessen a nagy sebességű, az elérhető legmagasabb szintű minőségi és biztonsági szabványoknak megfelelő internetes hálózatokhoz.

1.4 A nagy mennyiségű digitális adat tárolására és átvitelére szolgáló európai kapacitásokat meg kell erősíteni és naprakészé kell tenni, továbbá az európai polgárok és vállalkozások jogos érdekeivel összhangban garantálni kell az adatok védelmét;

1.5 Az uniós intézményeknek és a nemzeti kormányoknak fel kell készíteniük a polgárokat a digitális társadalom és az ehhez kapcsolódó olyan forradalmi technológiák kihívásaira, mint az additív gyártás. Ehhez olyan kulturális, oktatási és képzési programokba kell beruházni, amelyek megfelelnek a termelési rendszerek új generációja által megkívánt új szakmai profilok dinamikájának és követelményeinek.

1.6 Az additív gyártásban rejlő lehetőségek teljes mértékű kiaknázása érdekében a vállalatoknál és az érintett oktatási és kutatási intézményekben (pénzügyi és adóügyi ösztönzők révén) elő kell mozdítani a kutatást és a kreativitást;

1.7 További kutatásokra van szükség az anyagok választékának és az alkalmazások számának bővítése, valamint a technológia teherbírásának, sebességének, termelékenységének és fejlettségének fokozása végett. Lépéseket kell tenni Európában annak érdekében, hogy a termelési folyamat kiforrottá válhasson, és így biztosíthassuk versenyképes pozíciókat a globális piacokon, és az EU-n belül tarthassuk az ipárhoz kapcsolódó gazdasági előnyöket és jó minőségű munkahelyeket;

1.8 Az európai innovációs partnerségeknek fokozott erőfeszítéseket kell tenniük, hogy új anyagokat fejlesszenek ki az additív gyártás számára. A bővített anyagválaszték és a beszállítók számának növekedése elősegíti a versenyképesebb árszabást és új iparágak megjelenését, továbbá nagyobb mennyiségben tesz hozzáférhetővé additív gyártási alapanyagokat, így versenyképesebb beszállítói piacokat hoz létre.

1.9 Az EU-nak meg kell könnyítenie az új additív gyártási berendezésekbe történő beruházásokat, és ösztönöznie kellene az additív gyártási technológia fejlesztését a rugalmas és más termelési és utómunkálati technológiákkal könnyen ötvöztető termelési rendszerekben belül, hogy még több területen lehessen alkalmazni, és növekedjen a forgalom.

1.10 Az európai és a nemzeti szabályozási keret nem tudott lépést tartani az additív gyártás gyors ütemű változásaival, ezért külön szabályozásra van szükség, elsősorban a szabványok és a tanúsítás, a szellemi tulajdon, a fogyasztóvédelem, a munkahelyi egészség és balesetvédelem, valamint a környezet vonatkozásában.

1.11 Az additív gyártás szabályozásának folyamatát a technológia hatását vizsgáló interdiszciplináris és tudományos kutatásra kell alapozni, valamennyi érdekelt fél teljes körű részvételével.

2. Általános megjegyzések

2.1 A gyárpar jelentősen hozzájárul a gazdasághoz, különösen az innovációt, a termelékenységet és a minőségi munkahelyeket tekintve. Európa ipara azonban tért vesztett az elmúlt két évtizedben, aminek következtében **csökkent az iparban foglalkoztatottak száma és az ipar által képviselt hozzáadott érték** ⁽¹⁾. Évtizedekig folyt a gyártási ágazat ritkítása (az olcsó munkaerő felé történő kiszervezés miatt), ám a magas munkabért biztosító országokban most újra a termelés, a belföldi gyártási kapacitásnak az innováció megvalósításában betöltött kritikus szerepe, illetve a fejlett technológiákon alapuló új termékek „nagy tételben” történő gyors előállítása került a középpontba. A sikeres ipari stratégiák tartópilléreit az innováció, az automatizálás és a kifinomult folyamatok adják, és ezek a vezető pozíció megőrzéséhez elengedhetetlenek is bizonyultak ⁽²⁾. A megfelelő fejlett gyártási technológiák segítségével Európa **visszaköltöztetheti a gyártást** az alacsonyabb munkabért adó térségekből, hogy **serkentse az innovációt, és fenntartható növekedést idézhessen elő hazai földön**. Európa csak így kerülhet vezető szerepbe az új ipari forradalom tekintetében.

2.2 Az additív gyártás (*Additive Manufacturing*, AM) azt a folyamatot jelenti, amelynek során alapanyagok összeillesztésével – rendszerint egymásra rétegezésével – egy háromdimenziós modell adatai alapján állítanak elő tárgyakat, ellentétben a hagyományos, ún. szubtraktív gyártási módszerekkel. Ipari körökben a hivatalos (az ASTM F2792 szabvány szerinti) megnevezés az „additív gyártás”, a „3D-nyomtatás” pedig ennek széles körben elterjedt szinonimája.

2.3 Az additív gyártás gyűjtőfogalom, amely különböző anyagokat (fémeket, polimereket, kerámiákat stb.) alkalmazó technológiák és folyamatok adott körére utal. Ezek a technológiák már olyan szinten kiforrottak, hogy egyre nagyobb létjogosultságot engednek a többletértéket képviselő kereskedelmi alkalmazásoknak. Az additív gyártást világszerte olyan kulcsfontosságú alatechnológiaként tartják számon, amely lehetővé teszi a gyártás új megközelítéseinek, illetve a jövő gyárainak és termékeinek létrejöttét. Már léteznek úgynevezett FABLAB-ek, azaz 3D-nyomtatással kapcsolatos szolgáltatásokat végző, illetve ilyen termékeket előállító laboratóriumok.

⁽¹⁾ Industry 4.0 – The new industrial revolution: How Europe will succeed [Ipar 4.0 – Az új ipari forradalom: Hogyan lehet sikeres Európa]. Roland Berger Strategy Consultants, 2014.

⁽²⁾ Production in the Innovation Economy (PIE) [Termelés az innovációs gazdaságban]. Az MIT tanulmánya, 2013.

2.4 Az additív gyártás **gyorsan növekvő ágazat**. A növekedés az elmúlt négy év során felgyorsult, mivel egyre több szervezet alkalmaz additív gyártást támogató termékeket és szolgáltatásokat. Az elmúlt 25 évben az összes termék és szolgáltatás által termelt bevétel összetett éves növekedési rátája (CAGR) világszinten 27 %-os volt, ami elismerésre méltó. A CAGR az elmúlt három évre vonatkozóan (2011–2013) 32,2 % volt, ami 2013-ban egy 2,43 milliárd eurós piacnak felelt meg⁽³⁾. A Wohlers Associates tanácsadó cég előrejelzése szerint a piac forgalma 2016-ra meghaladja az 5,5 milliárd eurót, 2018-ra pedig a 10 milliárd eurót. Mivel azonban az AM-ágazat még feltörekvő technológiát képvisel, az ágazati szakértők szerint a jelenlegi piaci jelenlét a feltárt lehetséges alkalmazási területeknek csupán a töredékét fedi le. 2011-ben a szakértők a piaci részesedést kevesebb mint 8 %-ra becsülték (17 milliárd eurós teljes piaccal számolva)⁽⁴⁾. Ha az AM-ágazat a globális gyártási piacnak csak a 2 %-át meg tudja szerezni, már akkor tízszeresére nőnek a lehetőségei (körülbelül 170 milliárd euróra)⁽⁵⁾.

2.5 Az alkalmazási terület a '90-es évek elején még csak prototípusok készítésére terjedt ki, azóta már működő alkatrészeket is gyártanak ezzel a technológiával. Az előrevetített növekedést elsősorban a különböző anyagokat (műanyag, fém, kerámia) tartalmazó **működőképes, összetett végtermékek** gyors, költséghatékony és nagy tételben történő sorozatgyártásától várják, és kevésbé az egyedi tervezésű termékektől és a prototípusoktól. Az AM-ágazat a prototípusok terén már kiforrott, de a működőképes végtermékeket tekintve még mindig az „újító” szakaszban van. A piacon már megjelentek innovatív AM-gyártású termékek, de ezek még nem életképesek, mivel hiányoznak a nagy teljesítményű AM-gépek és a nagy mennyiség előállítására képes gyártási rendszerek.

2.6 Az innovatív additív folyamatok óriási változásokat generálnak a tárgyak tervezésének és készítésének eddigi módjában. Az AM-technológia javíthatja a meglévő termékek kézzelfogható értékét a jelenlegi ellátási láncokon belül, illetve gyökeres változásokat idézhet elő a termékekben, az ellátási láncokban és az üzleti modellekben⁽⁶⁾. Európának az élen kell lennie, amikor beindul az additív gyártás iparosodása. Az additív gyártás európai ökoszisztémáiban akkor várható a növekedés a jövőben, ha a szereplők bővítik jelenlegi tevékenységeiket (amikor a prototípusok előállításáról áttérnek a gyártásra), illetve ha új tevékenységekbe kezdenek az értéklánc mentén.

2.7 Az additív gyártásra világszerte úgy tekintenek, mint olyan kulcsfontosságú alaptechnológiára, amely innovációra sarkall a termékekben és az ellátási láncban. Egyre jobban bekerül a köztudatba, és már jelentős kormányzati támogatásban is részesül (az Egyesült Államokban, Kínában és Szingapúrban), hogy minél kiforrottabb lehessen. Az EU a múltira való tekintettel jó helyzetben van, de ha nem tesz lépéseket, elveszítheti pozícióját, és lemaradhat az új piacokért folyó versenyben.

3. Részletekre vonatkozó megjegyzések

3.1 Az additív gyártás forradalmi hatása

3.1.1 Ami a gyárat illeti, az additív gyártás új megközelítésmódoknak és a „jövő gyáranak” kialakulását fogja eredményezni, mivel:

— ugyanazokkal a berendezésekkel, anyagokkal és eljárásokkal többféle végtermék előállítását teszi lehetővé, és elősegíti olyan termelési módszerek alkalmazását, amelyek hagyományos gyártási módszerekkel körülményesen, vagy egyáltalán nem kivitelezhetők,

— az egyik legnagyobb előnye az, hogy jól ötvözhető az üzemben alkalmazott más értékes gyártási megoldásokkal,

⁽³⁾ 3D Printing and Additive Manufacturing: State of the Industry [3D-nyomtatás és additív gyártás: ágazati helyzetkép]. A Wohlers Associates éves, világszintű helyzetjelentése, 2014.

⁽⁴⁾ Shaping Our National Competency in Additive Manufacturing – A Technology Innovation Needs Analysis [Nemzeti kompetenciánk alakítása az additív gyártás terén – a technológiai innovációs igények elemzése]. Az Egyesült Királyság Technológiai Stratégiai Bizottságának additív gyártással foglalkozó különleges érdekcsoportja, 2012.

⁽⁵⁾ 3D Printing and Additive Manufacturing: State of the Industry [3D-nyomtatás és additív gyártás: ágazati helyzetkép]. A Wohlers Associates éves, világszintű helyzetjelentése, 2014.

⁽⁶⁾ 3D opportunity: Additive manufacturing paths to performance, innovation, and growth [A 3D-ben rejlő lehetőségek: az additív gyártás útjai a teljesítmény, az innováció és a növekedés felé]. Deloitte Review, 2014.

- kulcsfontosságú technológiát jelent a dinamikus, decentralizált ellátási láncokon belül történő digitális előállítás terén. A digitális tervek (mérnöki megoldások) globális terjesztése és a specifikációs fájlok képezik a termékek helyi igényekhez való igazításának és gyártásának alapját, és ezek váltják fel a termékek központi gyárakból való szállítását is. A digitális előállítás osztott és változatos gyártási alapot eredményez, amelyben maga a gyártás közelebb kerül a fogyasztóhoz (ideértve egyes termékek otthon vagy nyomdákban, kis tételben történő előállítását is). Az ellátási láncok ötvözhetik is az összetett termékeket előállító tőkeigényes gyárakat az alkatrészek osztott, kis léptékű módszerekkel (a fogyasztóhoz, illetve a fogyasztás helyszínéhez közeli, egyéni tervek alapján dolgozó műhelyekben) történő egyénre szabásával.

3.1.2 A termékek vonatkozásában az additív gyártás lesz a termékinnováció sarokköve:

- A nagyobb mérnöki szabadság termékek új generációját eredményezi: a szinte **korlátlan tervezési szabadságnak** köszönhetően számos ágazatban (gépjármű, repülés, gyógyászat, gépek és berendezések, sporteszközök, életmód) olyan előnyök széles körét élvezhetjük, mint a miniatürizálás, a funkciók ötvözése, a könnyű súly, a személyre szabott tulajdonságok, forma és méretek stb.
- Az **elképesztően rövid átfutási időknak** köszönhetően új lehetőségek nyílnak a funkcionális prototípusok, illetve a személyre szabott fogyasztói és üzleti termékek terén az összes ipari ágazatban.
- **Az alkalmazásfejlesztés hatalmas gazdasági lehetőséget jelent Európa számára.** A fejlett alkalmazások technológiai és piaci fejlesztése egy ökoszisztéma összeállításával és a lépések digitalizálásával indul. Ebből központosított üzleti koncepció alakul ki. A piac bővítéséhez (a régió belül vagy azon kívül) az értékláncon belül az egyes blokkok szegmentált decentralizációjára is szükség van. A termékekre, a tervekre és a gyártási megoldásokra vonatkozó franchise rendszer lehetővé teszi, hogy az alkalmazások világszerte való terjesztéséből Európának haszna származzon.

3.1.3 Vállalati szinten az additív gyártás gyökeresen megváltoztatja az üzleti modelleket:

- **A digitális gyártás olyan forradalmi,** „digitális elvek alapján vezérelt” üzleti modelleket eredményez, amelyek gyorsan változnak, és magas szinten személyre szabhatók. Az internet segítségével a felhasználók által létrehozott tartalom a kézzelfogható termékek gyártójához kerülhet. Annak újragondolása, hogy a vállalkozások hogyan állítják elő és szállítják termékeiket ellátási láncuk mentén, új termelési láncokat és üzleti modelleket eredményez, gondolhatunk itt a rövid határidejű, igény szerinti, a fogyasztóhoz közeli gyártásra, az alkatrészek javítására, az elektronikus előállításra, a „hosszú farkat” képező alkatrészek ⁽⁷⁾ digitális áruházaira, illetve a tömeges testre szabásra. A jelenlegi értékláncot egy egyszerűbb és rövidebb értéklánc válthatja fel.
- A hagyományos additív gyártási szolgáltatásokat nyújtó vállalkozások áttérnek az OEM ⁽⁸⁾ - ágazat ügyfeleinek kiszolgálására: a szerződéses gyártásra és az egyedi szolgáltatásokra. A beszállítói láncokat mérnöki tervezési eszközök és digitális elektronikus előállítási folyamatok támogatják, ezáltal „demokratizálódik” a tervezés, hogy bárki elvégezhesse. Egy ilyen üzleti modell számos előnnyel, de problémával is jár.

⁽⁷⁾ Ritka, nehezen beszerezhető, emiatt magas árú alkatrészek.

⁽⁸⁾ „Eredetiberendezés-gyártó”.

- Az additív gyártás gazdaságos sorozatgyártást tesz lehetővé additív gyártási szolgáltatásokat kínáló vállalkozások, gyártással foglalkozó cégek vagy akár otthoni felhasználók számára 3D-modell alapján („gyár az íróasztalon”). Új szolgáltatói típusok vannak kialakulóban: 3D-nyomdák nyíltak több európai városban, továbbá a 3D-tartalom és az igény szerinti szolgáltatások kapcsolódási felületet képeznek a 3D-tartalom előállítói, a katalógusokból alkatrészeket megrendelő fogyasztók és az additív gyártással foglalkozó vállalkozások között.

3.2 Az additív gyártás technológiai hatása

3.2.1 A gyártási rendszerek új generációjára van szükség

- Az additív gyártás nemzetközi úttervei ⁽⁹⁾, ⁽¹⁰⁾, ⁽¹¹⁾, ⁽¹²⁾, ⁽¹³⁾ kiemelik, hogy az additív gyártás jelentős technológiai lépései kulcsszerepet játszanak az additív gyártás javasolt hozzáadott értékének és elterjedésének előmozdításában. Az additív gyártás mai technológiáit prototípusok előállítására fejlesztették ki, a gépek még nem állnak készen a nagy mennyiségben való termelésre. Az ezzel foglalkozó vállalkozások technológiai akadályokba ütköznek, amikor az additív gyártást sorozatgyártási technológiává próbálják átalakítani. Az additív gyártás elvén működő gépek belső felépítése ugyanazt a koncepciót követi, mint a prototípusok előállításának korszakában, és még túlságosan kevés újítást vezettek be (a mai gépek belülről szinte ugyanúgy néznek ki, mint elődeik 10-15 éve). Forradalmi jellegű „gépi” újításokra van szükség ahhoz, hogy az iparág a következő szintre léphessen ⁽¹⁴⁾.
- A fejlesztés felgyorsítása érdekében az additív gyártással foglalkozó vállalatoknak és kutatóknak hozzáférést kell biztosítani a nyílt (mind hardveres, mind szoftveres) platformokhoz, hogy a kereskedelemben kapható „fekete doboz” jellegű gépek korlátain felül lehessen emelkedni.
- A hasznos tulajdonságok (költséghatékonyság, teherbírás, megbízhatóság) fokozásával ki lehetne szélesíteni az additív gyártásban rejlő jelenlegi lehetőségeket, hogy alkalmazási területek széles körében megvalósulhasson a nagyobb tételben történő termelés. A technológiai korlátok eltolódása és a más folyamatokkal való összefonódás (hibrid termelés) áttörést jelentő alkalmazások előtt nyitja meg az utat ⁽¹⁵⁾. Ahhoz, hogy a gyáriparban is elterjedjen, az additív gyártásnak a gyári környezetbe és ellenőrzési rendszerekbe is be kell épülnie.
- A fenti stratégiai kutatás mellett új, forradalmi jellegű koncepciókat is találni kell a termelési rendszerekkel kapcsolatban: a meglévő additív gyártási technológiákat alapul véve gyökeresen át kell gondolni a termékek felépítésének módját és azt, hogy ezek a rendszerek hogyan épülnek be a gyári környezetbe. Ez azt jelenti, hogy a holnap additív gyártásának alapját már nem egy gyáracsarnokban egymás mellé helyezett, adott gyártási szakaszokért felelős additív gyártógépek adják: az alkalmazási igények folyamatos additív gyártási rendszerek koncepcióját követelik meg, amelyek a gyártás különböző lépéseinek láncolatán alapulnak. Ezeket a koncepciókat már most „2.0-s verziójú AM-gépként” ismerik, és ezek képezik majd a jövőbeli AM-gépek fejlesztésének hajtóerjét.

3.2.2 Az additív gyártás tanúsítását lehetővé tevő új folyamatokra van szükség

Ahhoz, hogy az additív gyártási technológiákat megvalósítsák az iparban, azokat tanúsítani kell. A tanúsítással válik a technológia iparivá. Most még ki kell fejleszteni az additív gyártás tanúsítását lehetővé tevő folyamatokat, például folyamat közben történő fejlett vizsgálatokat és minőségellenőrzési technológiákat, hogy garantálni lehessen az előírások betartását. Ezeknek legalább azt ki kell tudniuk mutatni, ha a termék nem felel meg valamilyen előírásnak, és mindenképp ki kell fejleszteni módszert arra, hogy elejét lehessen venni a szabványtól való eltéréseknek, és a hibákat ki lehessen javítani.

⁽⁹⁾ A MANUFUTURE kezdeményezésére létrehozott európai AM-platform 2013. évi *Additive Manufacturing: Strategic Research Agenda* [Additív gyártás: stratégiai kutatási menetrend] című konzultációs dokumentuma.

⁽¹⁰⁾ DMRC (Direct Manufacturing Research Centre, Paderborn, Németország): *Thinking ahead the Future of Additive Manufacturing – Analysis of Promising Industries* [Az additív gyártás jövőjének elgondolása – az ígéretes iparágak elemzése], 2012.

⁽¹¹⁾ Innovatie Zuid: *Hightech Systemen en materialen: Roadmap 3D-Printen*, 2013.

⁽¹²⁾ EFFRA: *Factories of the Future 2020: Factories of the Future Public-Private Partnership roadmap* [A jövő gyárjai – 2020: „A jövő gyárjai” köz-magán partnerség menetrendje], 2013.

⁽¹³⁾ *Additive Manufacturing for Serial Production: Research Roadmap* [Sorozatgyártás additív eszközökkel: kutatási menetrend]. Flanders MAKE, 2014.

⁽¹⁴⁾ *Additive Manufacturing for Serial Production: Research Roadmap* [Sorozatgyártás additív eszközökkel: kutatási menetrend]. Flanders MAKE, 2014.

⁽¹⁵⁾ EPSRC – Centre for Innovative Manufacturing in Additive Manufacturing [az additív gyártáson belüli innovatív gyártás központja] <http://www.3dp-research.com/Home>

3.2.3 Fejlesztésre és új anyagokhoz való hozzáférésre van szükség

- A forgalmazási csatornák irányítóinak továbbra is domináns helyzetük van: a gépgyártók például karbantartási és garanciaszerződéseikbe belefoglalják, hogy konkrét, költséges nyersanyagokat kötelező használni – amelyeket gyakran kizárólag ők forgalmaznak – vagy pedig a „penge a borotvához” típusú üzleti modellt használják, amelyben a fogyóeszközök esetében függési helyzet jön létre. A forgalmazási csatornák kézben tartása, valamint a még mindig korlátozottan tekinthető mennyiségek⁽¹⁶⁾ együttesen kevésbé vonzó helyzetet jelentenek az anyagszolgáltatók számára ahhoz, hogy nagy összegeket fektessenek be új anyagok kifejlesztésébe.
- Az anyagbeszerzési források korlátozott száma a nyersanyagok esetében túlzottan magas árakhoz vezet, és a végfelhasználók számára a beszerzési garancia kockázata is növekszik. Ez a piaci mechanizmus csorbítja az additív gyártás lehetőségeit.
- Jelenleg a kétszámjegyű növekedést felmutató piac gazdasági lehetőségeket teremt, és újabb anyagszolgáltatókat vonz. Az anyagok kifejlesztésének igényét támogatni és ösztönözni kell. Fontos az anyagválaszték bővítése és az anyagok tulajdonságainak javítása. A beszállítók számának növelése elősegíti a versenyképesebb árszabást, így a gépek garanciájának figyelmen kívül hagyása vonzóbb lehetőséggé válik, és így nagyobb volumenű és versenyképesebb anyagpiacok alakulnak ki.
- A szélesebb anyagválaszték új iparágak előtt nyit utat, és az additív gyártásban használt anyagok nagyobb mennyisége iránt teremt keresletet.

3.2.4 Fő technikai akadályok – Az olyan iparágakban, mint az űrrepülés, a gépjárműipar, az orvosi, illetve fogyasztási cikkek, a nagy kaliberű áttörés előtt álló akadályok elsősorban a termelékenység fokozásával kapcsolatosak, és az alábbiakban foglalhatók össze:

- a folyamat teherbírása nem megfelelő, a termelés sebessége nem elégséges (ez túlzott előállítási költségekhez vezet),
- gyári és hibrid gyártási környezetbe beépíthető, új generációs additív gyártási technológiákra van szükség,
- az anyagok és a termékek tulajdonságai elégtelenek és nem konzisztensek, igen korlátozott mértékben áll rendelkezésre additív gyártási alapanyag, és lassú az anyagfejlesztés,
- hiányzik az áttörést jelentő új alkalmazások multidiszciplináris fejlesztésének technológiája.

3.2.5 Stratégiai kutatásra van szükség a következőkhöz:

- hogy az additív gyártás olyan **sorozatgyártási technológiává** válhasson, amelyet új generációs gépekkel lehet végezni,
- hogy az additív gyártás valódi termelőeszközként **épülhessen be** a gyári környezetbe és a gyártási rendszerekbe,
- az **additív gyártási alapanyagok választékának bővítéséhez**,
- **újító jellegű alkalmazások** (és fejlesztési eszközeik) kifejlesztéséhez.

⁽¹⁶⁾ 3D Printing and Additive Manufacturing: State of the Industry [3D-nyomtatás és additív gyártás: ágazati helyzetkép]. A Wohlers Associates éves, világszintű helyzetjelentése, 2014.

3.2.6 Fennáll a technológia Európából való elszivárgásának veszélye:

- Az additív gyártási technológia és az additív gyártás piaca már bizonyos szinten kiforrott, az első konszolidációk már létrejöttek ezen a szakterületen. Nagy, egyesült államokbeli székhelyű vállalatok fektetnek be és vásárolnak fel olyan (gyakran EU-s székhelyű) kkv-kat, amelyek az additív gyártás terén tudással, szellemi tulajdonnal és szabadalmakkal rendelkeznek. Az így megszerzett tudást gyakran Európán kívül hasznosítják, mivel az uniós piacok sokrétűek és nehezen hozzáférhetőek. Az európai kkv-nak is érdekükben áll, hogy Európán kívüli nagyvállalatok felvásárolják őket, mivel ezzel új, tág piacok nyílnak meg az alkalmazásaik előtt. Mindkét fenti ok magában hordozza annak a veszélyét, hogy az additív gyártás eddig Európában folyó fejlesztése elhagyja a térséget.
- Az additív gyártással foglalkozó EU-s székhelyű vállalatok számára nem könnyű a bővítés Európán belül. A kis és nagyon különböző piacok számossága miatt magas beruházási költségeket kell viselni, mielőtt el lehetne érni egy életképes szintű piaci mennyiséget. Ezenkívül az új piacokra való áttérést az is gyakran lassítja, hogy bizonyos elemek hiányoznak az értékláncból. Ezért az additív gyártással foglalkozó uniós székhelyű vállalatok előszeretettel keresnek nagy nem uniós piacokat, hogy tudásukat már korai szakaszban hasznosíthassák.

3.3 Az additív gyártás hatása jogi kérdésekre ⁽¹⁷⁾

- Additív gyártáson ma széles körben (a médiában, a sajtóban, a lakosság és a politikusok körében) végfelhasználói szintű, 3D-nyomtatási technológiát értenek, „intelligens” otthoni nyomtatást, nem pedig egy jövőbeli gyártási technológiát. Bár mindkét értelmezés megállja a helyét a jövőben, a tendenciák, az akadályok és a kutatási prioritások alapvetően eltérnek. Az olyan témákat, mint a szabványosítás, a szellemi tulajdonjogok és a jogi felelősség, teljesen különbözőképpen kell szemlélni attól függően, hogy mely technológiákról és alkalmazási területekről van szó.
- **Szabványok és tanúsítás:** Általánosan elismert tény, hogy a szabványok hiánya miatt az additív gyártás csak korlátozottan tudott elterjedni az olyan kulcsfontosságú ágazatokban, mint például az űrrepülés, a gyógyászat és a fogászat. A szabványok hozzáférhetősége elősegíti a technológiák alkalmazásának elterjedését, és széles körű kutatási és fejlesztési lehetőségeket teremt. A professzionális piacok gyakran követelményeket támasztanak és tanúsítást igényelnek, emiatt az új technológiák elfogadtatása igen nehéz. Az additív gyártás széles körű elterjedése előtt álló akadályok egyszerre technikai és jogi természetűek. Ezért ezeknek a technológiáknak a jövőbeli fejlesztéséhez elengedhetetlen, hogy az iparág továbbra is tevékenyen részt vegyen az ASTM F42, a BSI és az ISO munkacsoportjaiban.
- **Szellemi tulajdon:** A szakértők aggodalmuknak adnak hangot azzal kapcsolatban, hogy az additív gyártási technológiák egyre szélesebb körű felhasználása elkerülhetetlenül szellemi tulajdonjogi problémákhoz fog vezetni ⁽¹⁸⁾.
- Az additív gyártásnak jelentős kihatása lehet a szellemi tulajdonjogokra, ugyanis a digitális fájlban leírt tárgyak sokkal könnyebben másolhatók és terjeszthetők – illegálisan is. Ugyanaz játszódhat le, ami a film- és zeneiparban is történik: új nem kereskedelmi modellek jönnek létre, és egyre nagyobb a feszültség az innováció hátráltatása és az illegális terjesztés között ⁽¹⁹⁾.
- A fejlesztők szellemi tulajdonjogának védelme óriási problémát jelent, amely nagyon hasonló ahhoz, ami a zene- és filmipari jogok védelméénél tapasztalható. Az additív gyártás ágazatában olyan megoldást kell keresni a szellemi tulajdonjogok védelmére, amelyet maga az ágazat fejleszthet ki. A szellemi tulajdonjogok védelmére szolgáló, széles körben alkalmazott technológia segítségével legyőzhető az az aggály is, hogy az additív gyártási ágazat felett csupán néhány szervezet gyakorolja az irányítást az idevonatkozó szellemi tulajdonjogok védelmével, és így korlátozza a konkurenciát és új alkalmazási területek feltárását. Ez ugyanis lassítja az innovációt, és magasan tartja a rendszerköltségeket.

⁽¹⁷⁾ A MANUFUTURE kezdeményezésére létrehozott európai AM-platform 2013. évi *Additive Manufacturing: Strategic Research Agenda* [Additív gyártás: stratégiai kutatási menetrend] című konzultációs dokumentuma.

⁽¹⁸⁾ Is intellectual property law ready for 3D printers? The distributed nature of Additive Manufacturing is likely to present a host of practical challenges for IP owners [Készen áll-e a szellemi tulajdonról szóló jog a 3D-nyomtatásra? Az additív gyártás osztott jellege bizonyára számos gyakorlati kihívást rejteget a szellemi jogok tulajdonosai számára]. The National Law Journal, 2013. február 4.

⁽¹⁹⁾ Scapolo, F., Churchill, P., Castillo, H. C. G. és Viaud, V. előzetes tanulmánya: *How will standards facilitate innovation and competitiveness in the European Union in the year 2025?* [Hogyan segítik elő a szabványok az innovációt és a versenyképességet az Európai Unióban 2025-ben?]. Európai Bizottság, 2012. december.

- **Jogi felelősség:** A jogi felelősséggel kapcsolatban több probléma is felmerül, különösen az amatőr vagy tájékozatlan tervezők, alkatrészgyártók és forgalmazók tekintetében. Ha elromlik egy alkatrész, ki a felelős? Ez a terület egyre nagyobb problémát jelent az additív gyártás ágazatában, különösen ott, ahol a rugalmasság, az egyéni kifejezőmód és az egyedi tervezés ismeretlen területeket tár fel. Új üzleti modelleket kell kifejleszteni az additív gyártási technológiával készült alkatrészek forgalmazására és az ezzel járó üzleti kockázatokra.
- **Az additív gyártás hitelesítése és tanúsítása**⁽²⁰⁾: Az additív gyártási technológia minden egyes elemét (azaz az anyagokat, a berendezéseket, a folyamatokat) hitelesíteni kell és tanúsítvánnyal kell ellátni, hogy sokszorosíthatóan, jó minőségű alkatrészeket lehessen gyártani. Ha mellőz zük a szabványokat, akkor első nekifutásra nehéz jó minőségű alkatrészt előállítani. Az additív gyártási hitelesítési és tanúsítási szabványok kidolgozása azért bonyolult, mert a gépeknek, anyagoknak és folyamatoknak sokféle kombinációjuk létezik, továbbá nincs az additív gyártás módszertanának központi adattára vagy szakmai központja. Az additív gyártási technológiák szélesebb körű alkalmazásához szabványokat kell kidolgozni az összes anyag, folyamat és termék gyorsabb és költséghatékonyabb tanúsításának megkönnyítésére.

3.4 Az additív gyártás hatása a foglalkoztatásra, a képzésre és az oktatásra

- Az additív gyártási technológiáknak közvetlen kihatásuk lesz a hagyományos termelési modellekre, különösen a belső műhelyek szervezésére. Az additív gyártás megkönnyíti a fogyasztóhoz közel elhelyezkedő „minimálmok” létrehozását, ott, ahol arra igény van. Ez új munkahelyeket hoz létre, ezek viszont még nem mérhetők, mivel az ipari alkalmazás még túlságosan új.
- A foglalkoztatási adatokra gyakorolt valós hatást igen nehéz meghatározni, mivel erről még nem készült tanulmány, továbbá mivel igen valószínű, hogy a jelenlegi munkahelyek és a jövőbeli additív gyártással foglalkozó szereplők egymást helyettesítik majd.
- Az additív gyártási technológiákkal kapcsolatos munkahelyek sajátos készségeket is megkövetelnek majd: a gépkezelőknek tudniuk kell kezelni a folyamatra jellemző szoftvereket, a mérnököknek tudniuk kell az új rendszerekkel alkatrészeket tervezni, topológiai optimalizációt végezni, átervezni stb.
- Az additív gyártási technológiák elterjedésével oktatási és képzési intézményekre is szükség lesz ahhoz, hogy megőrizzük és továbbfejlesszük a munkavállalók foglalkoztathatóságát. Az európai iskolai tantervek jelenleg nagyrészt figyelmen kívül hagyják az additív gyártást, és ugyanez igaz az iskolán kívüli képzésre is. A legtöbb képzési tanfolyam egyszerűen csak leírja a technológiát és annak várható teljesítményét, és nem célja, hogy a diákok valódi készségeket sajátítsanak el. A helyi önkormányzatoknak az additív gyártást be kellene építeniük a tantervekbe, legalább a szakképzésben. A 3D-nyomtatás rövid idő alatt eljutott odáig, hogy magában foglalja a teljes innovációs folyamatot (konceptió, tervezés, számítástechnika, robotika és a végtermék tényleges előállítása). E technológia vonzerejét hatékony képzési módszerként fel lehetne használni az iskolai oktatásban, hogy a gyermekek figyelmét a technológiára és a gyártásra irányítsa.
- Az lenne kívánatos, hogy a képzési kínálatot az ipar, a helyi önkormányzatok, az oktatási intézmények és a munkavállalói szervezetek együttműködésével dolgozzák ki, és az az ágazatban működő vállalatok valódi szükségletein alapuljon.

3.5 Munkahelyi egészségvédelem és biztonság

Nagyon kevés tanulmány született az additív gyártásról a munkahelyi egészségvédelem és biztonság nézőpontjából, ezekre pedig nagy szükség lenne, mégpedig az alábbiak miatt:

- vegyi anyagokkal összefüggő kockázatok a polimer alkatrészek additív gyártása során használt illékony gyantákból, illetve a fémporokban található illékony fémek és nemfémek adalékanyagokból eredően,

⁽²⁰⁾ Measurement Science: Roadmap for metal-based Additive Manufacturing [A mérés tudománya: útiterv a fémalapú additív gyártáshoz]. National Institute of Standards and Technology [Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézet], 2013. május.

- vegyi-fizikai kockázatok a porok használatából eredően, különösen ha ezek a porok nanorészecskéket is tartalmaznak,
- robbanásveszély a porok használatából adódóan,
- egyedi veszélyforrások: lézerforrások, elektronsugarak stb. használatából eredően

Ha beindulnak az additív gyártás ipari alkalmazásai, sürgősen szükség lesz a munkavállalókat fenyegető veszélyek felméréséről szóló tanulmányokra, hogy védelmi rendszereket és szabványokat lehessen kialakítani. Balesetvédelmi képzést is ki kell fejleszteni az AM-gépeken dolgozó munkavállalók számára. Ez a feljavítandó, illetve kialakítandó oktatási program részét képezheti.

Kelt Brüsszelben, 2015. május 28-án.

az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság
elnöke
Henri MALOSSE
