

# A BIOTECHNOLÓGIA ELŐRETÖRÉSE AZ EURÓPAI GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA JÖVŐKÉPÉBEN

## THE EVOLUTION OF BIOTECHNOLOGIES IN THE VISION OF THE UPCOMING EUROPEAN MANUFACTURING

*Dr. Haidegger Géza*  
[haidegger@sztaki.hu](mailto:haidegger@sztaki.hu)

**ÖSSZEFOGLALÁS.** Az európai gyártás víziójával, kutatási stratégiájával, valamint megvalósítási folyamatával megalakulása óta foglalkozik a ManuFuture Európai Technológiai Platform. Beszámolómban rávilágítunk a jelenlegi munkaterületre: az európai gyártási jövőkép megvitatására, és a legfontosabb kutatási területek meghatározására. Egyre fontosabbá válik a biológiai folyamatok és ismeretek áthatása a gyártási technológiák területére. Az európai iparban jelentős értéknövelő szerepe lehet a biológiai területekkel kialakuló új gyártástechnológiáknak már a közeljövőben is.

**ABSTRACT.** The European ManuFuture Technology Platform has been caring for the preparation of Europe-wide harmonized documents, as Vision, then Strategic Research Agenda-SRA, finally Roadmap on the topic of manufacturing in Europe. In this paper we summarize the presently most active groups and topics, and we demonstrate the very strongly (re) emerging uptake of the BIO-field, that plans to generate high value-adding to the European manufacturing industry.

### 1. BEVEZETÉS

Az Európai Bizottság kötelezettséget érez a technológiai fejlődés előmozdítására, felgyorsítására, ezért a költségvetési forrásokból jelentős összegeket tervez kutatásra, fejlesztésre, innovációra és azok ipari bevezetésére fordítani. A Bizottság a szakmai területekről harmonizált, valamennyi érintett résztvevő által véleményezett munkaanyagokra támaszkodik. A Technológiai Platformok képezik ezeket a szakmai csoportokat, és erősen elvárt, hogy ezekben valamennyi EU tagország képviseltesse szakmai álláspontját, igényeit, elvárásait, valamint működtesse a tagországokon belüli nemzeti platformokkal a hatékony információáramlást, a jobbnál jobb gondolatok mielőbbi megvalósulását [1], [2].

Jelen cikkünkben összefoglaljuk a 15 éves múlttal büszkélkedő ManuFuture ETP jelenlegi struktúráját, a társplatformokkal való kapcsolatát, illetve azokat a szubplatformokat,

amelyek összessége lehetővé teszi, hogy a ManuFuture ETP elkészíthessen egy EUROPEAN MANUFACTURING VISION2030 munkaanyagot. A vízió széleskörű elfogadása megalapozza a kívánatos kutatási tématerületek feltérképezését, és majdan lehetőséget ad a következő időszakra tervezhető kutatási Keretprogramra, a WORKPLAN-re.

A gyártástechnológia témakörében külön rámutatunk a biológiai, élettani kapcsolatok jövőbeni fontosságára, az ipari méretű értéktermelő gyártás súlyának várható növekedésére. Az MTA SZTAKI-ban eddig 2 sikeresen lezárult K+F+I projektben szereztünk tapasztalatokat, amelyekben az élővilágban zajló termelési-gyártási folyamatok digitalizációjával, ipar-méretű automatizálásával értünk el eredményeket:

- a MANUCYTE EU-s konzorcium tagjaként öntanuló, moduláris gyártórendszer platformot dolgoztunk ki specifikus sejtek rugalmas, szabályozott tenyésztéséhez [3], [4];
- az AGRODAT konzorciumban precíziós mezőgazdasági témával döntéstámogató rendszert dolgoztunk ki 70 szántóföldi növénytermesztő számára, 5000 hektárnyi termőterület adatainak BigData és felhő-technológiás feldolgozásával [5], [6].

A ManuFuture High Level Group (HLG) munkacsoportbeli tagságunk, valamint a stuttgarti IPA Fraunhofer kutatóközpont munkatársaival való együttműködésünk révén a cikkben szereplő ábraanyagok jelentős részére – köszönettel- megkaptuk a közlési lehetőséget.

### 2. A MANUFUTURE ETP

Az EU-ban számos olyan területen fogtak össze kutatók, fejlesztők, kereskedők, alkalmazók és más csoportok, akik harmonizált, közös szakmai véleményt kívántak az EU döntéshozó szervezeteinek tudomására hozni. Ezeket átlátható, korrekt, szakmailag szinte megkérdőjelezhetetlen véleményt alkotó csoportoknak ismerik el. Noha lobbizási tevékenységgel jellemezhetik őket, nem privát,

hanem összeurópai célokért fejtik ki sokszor teljesen honorálatlan, társadalmi tevékenységüket.

Az EU Bizottsága a H2020 program jóváhagyásakor 40 területen sikeresen beindult Technológia Platformot ismert el [7]. A ManuFuture ETP kivívta azt az elismerést és felelősséget, hogy a Bizottság elsődlegesen a ManuFuture ETP gondolatai és elképzelései alapján allokálja a rendelkezésre álló erőforrásokat Európa gazdasági, tudásalapú fejlődéséhez, ipari korszerűsítéséhez.

A ManuFuture legutóbbi éwertékelőjében büszkén ismertette - részben saját sikerként is - az alábbi EU-s adatokat [8]:

- Európa ipara egyre fontosabb;
- a gyártás központi szerepet kap az iparban, hiszen a gyártás garantálja a prosperálást, jólétet, az innovációt és teremt munkahelyeket;
- Európa gyártási tevékenységével 30 millió közvetlen munkahelyet, és
- 60 millió közvetett, többnyire KKV munkahelyet tart fenn;
- valamint a teljes EU exportjának 80%-át állítja elő.

A ManuFuture ETP több munkacsoportban tevékenykedik. Az Industrial Support Group és a HLG is évente legalább kétszer ülésezik. A jogi keretet az EFFRA szövetség (European Factories of the Future Association) biztosítja, ez a szervezet jogi partnerként tud dolgozni a Bizottsággal.

A ManuFuture ETP nyitottsága és szervezethez való kapcsolata abban is megtestesül, hogy szorosan együttműködik más ETP-ekkel, valamint, hogy téma-specifikus területeken az un. szubplatformokban folyó munkákat szisztematikusan integrálja.

Az 1. és 2. táblázatban bemutatjuk a jelenleg releváns társ- és szubplatformokat, hiszen ezek összességét érdemes vizsgálni [9].

1. táblázat. A ManuFuture ETP társ-platformjai

Tématerület	Platform nevek
Bioeconomy Biogazdaság	ETIP.ETPGAH, FABRE TP, Food for Life, Forest-based, Plants, TP Organics
Energy Energetika	Biofuels, EU PV TP, TP Ocean, RHC, SmartGrids, SNETP, ETIPWIND, ZEP
ENVIR Környezet	WSS TP
ICT IKT	ARTEMIS, ENIAC, EPoS ETP-HPC, EuROBOTICS (AIABLS), NEM, NESSI, NETWORLD2020, PHOTONICS21
Production – Processes Gyártás, term.folyamatok	ECTP, ESTEP, EuMAT, FTC, ManuFuture, Nanomedicine, SMR, SusChem.
Transport, közlekedés	ACARE, ALICE ERRAC, ERTRAC, WATERBORN
CROSS- thematic TPs	NanoFutures, mIndustrial Safety, CONXEPT

2. táblázat. A ManuFuture ETP legjelentősebb szubplatformjai [9]

Additive Manufacturing- AM	3D-s nyomtatás
Agriculture Engineering and Technologies –AET	Agrár technológiák
Joining	Kötés-technológiák
Zero Defect Manufacturing	Selejtmentes gyártás
Micro-Nano Manufacturing – MINAM	Mikro- és nanotechnológiák
Tools	Szerszámok
Shoe-manufacturing	Cipőgyártás

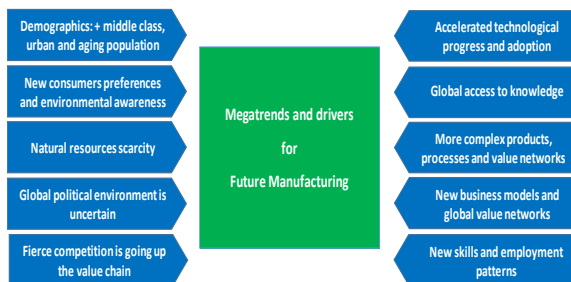
### 2.1. ManuFuture Vision 2030

A ManuFuture ETP bizottságai a fennállásuk 10. évét követően értékelték a platform eredményeit és lehetséges jövőképét. Az aktív tagok kialakították harmonizált álláspontjukat, hogy a 2020-as évvel lezáruló HORIZON-2020 után tovább folytatják a VISION, SRA majd ROADMAP készítését, de nem hanyagolják el a folyamatban zajló K+F+I projektek értékelését és tapasztalatainak közkinccsételését.

2018 őszére elkészült a VISION2030 munkaanyag un. „konzultációs” verziója, amelyet az ETP az EU Bizottsága és Parlamentje elé kíván terjeszteni. Az anyag bizottsági vitája és elfogadása a 2019-es választások utánra marad.

A VISION 2030 munkaanyagról a magyar szakmai közösségnek a GTE MANUFACTURING2018 konferencián adtunk ízelítőt Kecskeméten [10].

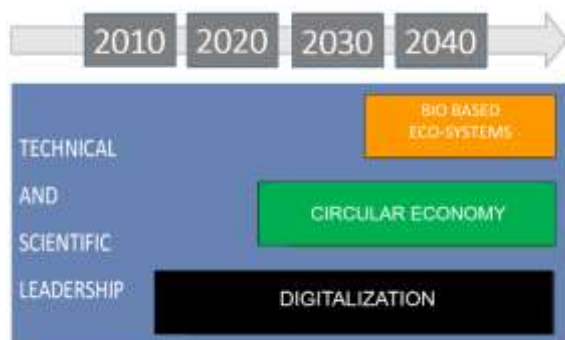
A vélt jövőkép kialakulását a globális folyamatok, azok trendjei, valamint a társadalmi, gazdasági és technológiai változások, hajtóerők formálják. Az 1. ábra ezek összefüggését szemlélteti.



1. ábra. Globális trendek és a gyártás iránti igények, elvárások ©ManuFuture

A digitális számítógépek megjelenése és elterjedése a harmadik ipari forradalom kezdetét jelentette, mivel az ipari folyamatok automatizálása növelte a termelékenységet, a hatékonyságot, és minőségi javulást eredményezett.

A digitális átállás a gazdaság valamennyi területén hasonló előnyöket rejt. Az IPAR 4.0-val jellemzett technológia megoldásokban a hálózatban, együttműködésben, folyamatos információcserében aktív tárgyak, berendezések és folyamatok egy negyedik ipari forradalom lehetőségét adják. Ez a széleskörű digitalizációs folyamat beindult, és elengedhetetlen szerepet játszik a vizionált közeli, közepes és távolabbi jövőképünkben, a 2. ábra szerint.



2. ábra. A Vizióból várható megvalósulási időhorizont ©ManuFuture

## 2.2. Kutatási és Innovációs prioritások

A 10 legfontosabb prioritásnak az alábbiakat jelölte meg a VISION munkaanyag:

- új üzleti logika és modellek,
- agilis gyártás tervezése és üzemeltetése,
- gyártási technológiák és eljárások,
- robotika és rugalmas automatizálás,
- vevői igény vezérelte gyártás,
- emberközpontú gyártás,
- körkörös gazdaság, erőforrás és energiahatékonyság,
- digitális átállás, mesterséges intelligencia és kiber biztonság,
- nanotechnológia és új anyagok,
- **termékek, eljárások és értékteremtés biológia-orientált transzformációja.**

A megjelölt területek között nagy lehet az átfedés, de látható, hogy az IPAR 4.0, azaz a gazdaság és azon belül a gyártás digitalizációs folyamata teremti meg a továbblépés lehetőségét. A munkaanyag részletesen kitér a munkaerő, az oktatás, a korlátok, a nehézségek, a kihívások és az innováció ökoszisztéma területeire is. A körkörös gazdasági modell iránti igényt a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra. A körkörös gazdaság energia és erőforrás hatékonyságot eredményez ©ManuFuture

## 3. BIO-TECHNOLÓGIÁK A GYÁRTÁSBAN

A biológiai területek a gyártástechnológia területén már az ókorban is megjelentek [11] pl. az egyiptomi kultúrában a búzatermesztés ipari méretűvé fejlesztésében, vagy a biológiai folyamatok hasznosításával a sör előállításánál.

A természet évszázadokon át szinte folyamatosan inspirálta az embereket, és számos sikert érhattünk el így az élővilág

megfigyelésének eredményképp. Híres példa erre daVinci repülő szerkezete, amelyet madarak szárnyának megfigyeléséből alkotott. Mostanra már nagyon szerteágazó sikerek mutatkoznak a biotechnológia, a neurotechnológiai protézis-gyártás, a sejt –és szervgyártás, a 3D-s sejtépítés, az intelligens gyógyszer, stb. kutatási területein.

A szerteágazó technológiai kapcsolatok mezején szükségessé vált a biológiai transzformáció definiálása, és ezt egy német állami projekt keretében (BIOTRAIN) [12], [13] egy kutatóközösség az alábbiak szerint javasolta:

A biológiai transzformáció az élő anyagok, struktúrák és eljárások növekvő felhasználása azokban a technológiákban, ahol fenntartható hozzáadott értéket képezünk. A biológiai folyamatok ismeretével a gyártási rendszerek szisztematikusan javuló optimalizálását érhetjük el.

Ennek a folyamatnak a kezdete a digitalizáció, a biológiai életfolyamatok mélyebb megértése, így azon folyamatok jobb technikai kihasználásával körkörös gazdasági folyamatokkal fenntartható hozzáadott értékű termelés/gyártás alakulhat ki.

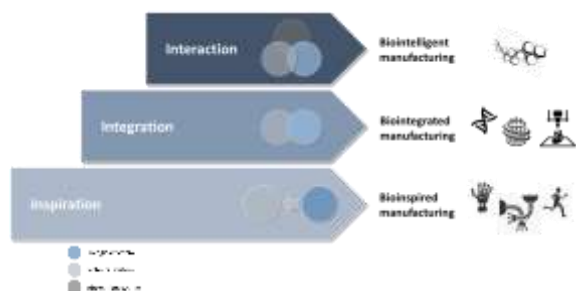
### 3.1 A GYÁRTÁS BIOLÓGIA TRANSZFORMÁCIÓJA

Három szintet különböztetünk meg:

Az INSPIRÁCIÓ szintjén a biológiai rendszer ismeretéből technikai rendszert építünk. Példa erre egy műkéz előállítás, robot-karok tervezése, stb.: Bio-inspirált gyártás.

INTEGRÁCIÓ szintjéről akkor beszélünk, ha a biológiai folyamat integrálódik a technikai rendszerrel: Bio-integrált gyártás.

Az INTERAKCIÓ szintjén ötvöződik a biológiai rendszer a technikai és az információs rendszerrel: Bio-intelligens gyártás. 6. ábra.



6. ábra. A Bio-inspirált, a Bio-integrált és a Bio-intelligens gyártás szintjei ©IPA

A biológiai transzformáció az alábbi technológiák és technikák konvergenciájával hoz létre bio-intelligens hozzáadott értéket decentralizált vagy egyénre szabott megoldással: ld. 7. ábra.



7. ábra. Technológiák és technikák konvergenciája a biológiai transzformációban ©IPA

A jelenlegi, sok esetben globális, elosztott beszállítói gazdasági folyamat helyett a „just-in-time”, éppen a kellő időben, egyénre szabott gyártási folyamat lesz a kívánatos. Amíg a jelenlegi gyártási folyamatoknál jellemzően nagy a környezeti káros hatás, a bio-intelligens gyártással a növekvő termelési kapacitás mellett is jelentősen csökkenhet a környezet- károsító hatás.

### 3.2 A BIOTRAIN projekt

A BIOTRAIN projektben 6 Fraunhofer kutatóintézet munkatársai 12 hónap alatt 123 szakértői interjúval, 10 munkaértekezlettel, 200 résztvevővel teljesítették a projektet, amely 350 potenciális K+F projekttemát, 10 cselekvésterületet azonosított a 3. táblázat szerint, és 11 kutatási prioritást jelölt meg 2030-ra ld. 4. táblázat.

A IPA Fraunhofer intézet által felvázolt bio-gyártási technológiák körét mutatja a 8. ábra.

Different aspects of the Biological Transformation			
	Materials	Structures	Processes
Substitution	Protein and ribonucleic acids renewable and green industrial production without fossil fuels	Optimal form Highly porous highly porous material modified after form	Bio-based plastics electric, additive and composites with optimal recyclability
Adaptation	Biomimetic of silk proteins industrial scale silk protein production for textile production for the textile	Bio-inspired materials Highly oriented structural design with carbon fibers inspired from trees	Self-healing materials Transfer of the self- healing properties of plants to technical materials
Abstraction	Programmable materials Targeted adaptation of materials to various mechanical loads	Artificial Neural Nets Bio-inspired algorithms with learning capabilities	Human-robotics Transfer of human intelligence to robotics systems
Process	Living cells as micro-robot Energy saving with living cells as physical transmission	Therapeutic regimens Personalized regimens Artificially designed test routines and organ-on- chip	Brain Computer Interface Communication between biology and technology

8. ábra. Biológiai transzformációk ©IPA

3. táblázat. 10 cselekvési terv-javaslat  
©IPA



4. táblázat. 11 kutatási prioritás-javaslat ©IPA



#### 4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ipari digitalizáció révén egyre több adatot észlelhetünk, egyre több adat tárolására és feldolgozására van lehetőségünk, ezzel pedig az élővilág, élő környezetünk folyamatait is jobban megérthetjük, megismerhetjük. A biológiai folyamatok jobb ismeretével azok gyártási technológiái is hatékonyabbá tehetők, ugyanakkor a biológiai folyamatok kapcsolatos és integráltan is beépülhetnek az anyagok, értékek előállítás (gyártási) folyamataiba.

A német iparvezetés megismerve a német kutató-közösségek elszántságát és ígéretes kutatási terveit, országosan jelentős, nemzeti felkészülési projektben kidolgoztatta a BIO-IPARÁG kutatási irányvonalát. A gépipar területén meglévő magyar ipari beszállítói lehetőségeinket jó lenne folytatni a bio-ipari együttműködések, beszállítások mellett a közös kutatási-fejlesztési területeken is.

A CIRP, mint a Gyártástudomány nemzetközi Akadémiája szintén kiemelt

formában előadásban ismertette vezető tudósok gondolatait a gyártás biológiai transzformálásáról [16].

#### 5. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A kutatást az "Ipar 4.0 kutatási és innovációs kiválósági központ" című GINOP-2.3.2-15-2016-00002 projekt támogatása, valamint a „Kutatások az ipari digitalizáció által nyújtott potenciál minőségi kiaknázására” című ED\_18-2-2018-0006 támogatás tette lehetővé. Segítséget és ábraanyagot kaptunk a stuttgarti IPA Fraunhofer kutatóintézet munkatársaitól az EPIC, valamint a ManuFuture ETP-beli együttműködésünk kapcsán.

#### 6. IRODALOM

- [1] European Technology Platforms: <https://ec.europa.eu/research/innovation-union/index.cfm?pg=etp>
- [2] ManuFuture ETP; <http://www.manufuture.org/>
- [3] <https://www.sztaki.hu/projektek/manucyte>
- [4] [www.manucyte-project.eu](http://www.manucyte-project.eu)
- [5] [www.agrodat.hu](http://www.agrodat.hu)
- [6] <https://www.sztaki.hu/kormanyzat/hirek/nagy-sikert-aratott-az-intro40-eureka-projekt-zaroese meny e-sajtoko zlemeny>
- [7] COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT STRATEGY FOR EUROPEAN TECHNOLOGY PLATFORMS: ETP 2020 SWD (2013) 272 final. [https://www.ffg.at/sites/default/files/downloads/swd-2013-strategy-etp-2020\\_en.pdf](https://www.ffg.at/sites/default/files/downloads/swd-2013-strategy-etp-2020_en.pdf)
- [8] H.Flegel; <http://manufuture2017.eu/wp-content/uploads/2017/10/pdf-Heinrich-Flegel.pdf>
- [9] A, Arun Junai, Co-ordination of ManuFuture ETP with Sub-Platform and other related ETPs, 30th ManuFuture HLG Meeting, Graz, April 2016.
- [10] Geza Haidegger: VISION2030 on Manufacturing by the HLG of the European ManuFuture Technology Platform, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 448 012062, GTE XXIII. International Conference on Manufacturing (Manufacturing 2018) Conference, Kecskemét, 7-8 June 2018.
- [11] Marion Früchtl, Biological Transformation in Manufacturing, ManuFuture HLG, Meeting Milano 08.11.2018.
- [12] Robert Miehe, BIOINTELLIGENT VALUE ADDING,; ManuFuture HLG Jubily

Conference, Milan 2018. November 8 [www.Manufuture.org](http://www.Manufuture.org)

[13] Bauernhansl, T.; Brecher, C.; Drossel, W.-G.; Gumbsch, P.; ten Hompel, M.; Wolperdinger, M. (Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.) [Hrsg.]: Biointelligenz – Eine neue Perspektive für nachhaltige industrielle Wertschöpfung – Ergebnisse der Voruntersuchung zur Biologischen Transformation zur Biologischen Transformation der industriellen Wertschöpfung (BIOTRAIN). Aachen, Dortmund, Dresden, Freiburg, Stuttgart, 2019, Fraunhofer-Verlag. ISBN 978-3-8396-1433-4

[14] Miede R, Bauernhansl R, Schwarz O, Traube A, Lorenzoni A, Waltersmann L, Full J, Horbelt J, Sauer A. The biological transformation of the manufacturing industry - Envisioning biointelligent value adding. *Procedia CIRP* 2018; 72:739-743.

[15] Miede R, Full J, Sauer A. Biointelligenz im Produkt und in der Produktion. In: Rieg F: *Handbuch Konstruktion*. München: Hanser; 2018:621-634. ISBN: 978-3-446-45224-4

[16] Gerald Byrne, Dimitri Dimitrov, Laszlo Monostory, et al.: Biologicalisation: Biological transformation in manufacturing, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 21 (2018) 1-32.[www.elsevier.com/locate/cirp](http://www.elsevier.com/locate/cirp)