

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/296698762>

Hálózatok metszéspontjain: A negyedik ipari forradalom társadalmi kihívásai

Book · March 2016

CITATIONS

0

READS

834

2 authors, including:



János Abonyi

University of Pannonia, Veszprém

311 PUBLICATIONS 3,124 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Industry 4.0 - Control, monitoring and optimization of production processes [View project](#)



Fuzzy clustering - goal oriented algorithms [View project](#)

Abonyi János és Miszlivetz Ferenc

Hálózatok metszéspontjain

A negyedik ipari forradalom
társadalmi kihívásai

Abonyi János és Miszlivetz Ferenc

Hálózatok metszéspontjain

A negyedik ipari forradalom
társadalmi kihívásai

The logo for Savaria University Press, featuring a stylized 'sp' monogram in a grey color.
Savaria University Press

2016

iASK Monográfiák sorozat



Lektorálta:
Agárdi Izabella

Könyv- és borítóterv:
Trifusz Péter

© Abonyi János és Mislivetz Ferenc, 2016

Kiadja: Savaria University Press
Kőszeg–Szombathely
2016

ISBN 978-615-5251-65-8

Nyomda: Yeloprint Kft., Szombathely

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a győri Széchenyi István Egyetemnek, hogy a témánkat kutatásra érdemesnek tartotta.

Köszönetet mondunk továbbá Hány Andrásnak és Paróczay Péternek, akik támogató megjegyzéseikkel segítették a munkát.

A kötet munkakultúráról szóló fejezetének kutatásához és megírásához az IBM a kreatív városok – fenntartható vidék és a KRAFT index kidolgozásához a Siemens Magyarország Zrt. nyújtottak támogatást.

A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatásával megvalósuló VKSZ_12-1-2013-0038: „Stratégiai ipari ágazatok jövőbemutató gyártási technológiáihoz és termékeihez kapcsolódó térségi kutatási kompetenciáik megerősítése széleskörű együttműködésben megvalósított kutatás-fejlesztési programmal” projekt, valamint a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program: „Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” Új Közép-Európa részprogramja támogatta.

Tartalom

Előszó	9
Bevezetés	11
1. Ipar 4.0 – a negyedik ipari forradalom	14
1.1 Az Ipar 4.0 fogalma	14
1.2 Az ipar 4.0 technológiai feltételei	18
1.3 Az Ipar 4.0 rendszerek kialakításának négy fejlesztési iránya	22
1.3.1. Okos termelőrendszerek vertikális hálózatosodása	23
1.3.2. Az ellátási láncok új generációjának horizontális integrálása	26
1.3.3. Az értéklánc részletes mérnöki tervezése	28
1.3.4. Exponenciálisan fejlődő technológiák – okos gyártóelemek	30
1.4 A termék életciklusát átfogó integráltság	32
1.5 Az integráltság és az együttműködés előnyei	33
1.6 Innováció az Ipar 4.0 korszakában - a K+F új megközelítése	37
1.6.1 Tudásmenedzsment és azt támogató PLM és big data rendszerek	38
1.6.2 Ügyelorientált innováció	42
2. Ipar 4.0 megoldások kialakításának (társadalmi) feltételei	45
2.1 Szükséges feltételek – legfontosabb feladatok	45
2.2 Ipar 4.0 stratégiák alkotása	48

2.3 Ipar 4.0 stratégiák megvalósítása	50
2.4 Kapcsolat a gazdasággal	51
3. Az Ipar 4.0 társadalomtudományi aspektusai	54
3.1 A társadalom, a gazdaság és a technológia eltérő változási képessége	48
3.2. Munkaerőpiaci hatások	55
3.3 Humán-rendszermérnökség alapelvei	60
3.4 A nemzetközi nagyvállalatok munkatársainak portréja kérdőíves felmérés alapján	64
3.4.1 Emberi erőforrások jellemzése	65
3.4.2 Munka, munkához való viszony	71
3.4.3 Munkahelyhez való viszony	73
3.4.4 A vállalat és a vállalathoz való viszony	75
3.4.5 Önkép – társadalomkép	76
3.4.6 Két munkavállalói csoport összehasonlítása	79
4. Globális jövőirányok, fenntarthatósági trendek	93
5. Regionális fejlesztési stratégiák	98
5.1 „Kreatív város – fenntartható vidék” – KRAFT index	99
5.2 Város- és országindexek	103
5.3 A társadalmi környezettel együttműködő kutatási projektek szerepe	107
5.4 A szakpolitikák új megközelítései	109
5.5 A KRAFT indokoltsága, időszerűsége és szükségessége	115

5.6 A kreatív környezet létrehozása	117
5.7 Jövőegyetem	120
5.8 Előtérben a „puha” tényezők	124
5.9 A területi tőke újfajta mobilizálása	125
5.10 KRAFT-potenciálok	127
5.11 A KRAFT felhasználhatósága	134
5.12 A KRAFT-index innovatív jellege	136
Utószó	139
Felhasznált és javasolt irodalom	142

Előszó

Az Olvasó egy gondolatgazdag, invenciózus könyvet tart a kezében, a nemrég alakult Institute of Advanced Studies Kőszeg (iASK) kutatói által publikált első kötetet. A szerzőkről, Abonyi Jánosról és Mislivetz Ferencről nem tudok elfogulatlanul írni, hiszen mindketten jó barátaim. A kötetük egy olyan „szép új világot” elemez és ír le, amelyben a termelés már emberi beavatkozást szinte sehol sem igényel. Ez a negyedik ipari forradalom itt zajlik körülöttünk, részesei vagyunk.

Fontos tehát az, hogy a szerzők mélyen elgondolkodnak az automatizált ellátási láncok, a virtualizált gyártórendszerek működésének alapelvein, és az iASK egyik missziójának megfelelően megfogalmazzák azt, hogy a nyugat-magyarországi térségben működő vállalatok vajon hogyan is lehetnek ennek az elsöprő erővel kibontakozó trendnek a részesei. Részletesen elemzik azokat az előnyöket és hátrányokat, amelyekkel a nyugat-magyarországi régió az Industry 4.0 új kultúrájának elterjesztéséhez rendelkezik, és – nem utolsó sorban – összefoglalják azokat a lehetőségeket, amelyekre e forradalmian új folyamatban építeni lehet. Az előszó írójának meggyőződése, hogy az iASK multidiszciplináris, nemzetközi szintű kutatógárdája (amelynek a két szerző kiváló tagja) ezen lehetőségek egy fontos eleme.

Az előszó írója hálózatkutató, hazai és európai szinten is tehetségsegítő hálózatok sokaságának a fejlesztője, és immár 15 éve a komplex rendszerek viselkedése leírásának a szerelmese. Ezért zárásként engedjenek meg még néhány gondolatot arról, hogy a könyv mit ad az olvasónak abban, hogy napjaink egyre komplexebb világát jobban megértse. Az automatizált termelési rendszerek, a beszállítói láncok, a fogyasztói,

értékesítési láncolatok, valamint az innovációs folyamat maga mind-mind egymásba épült, vertikális és horizontális kapcsolatrendszereket egyaránt tartalmazó, hálózatokkal is leírható, komplex rendszerek. A kötet címe, „Hálózatok metszéspontjain” nagyon tömören összefoglalja azt, a modern irodalomban sokrétegű hálózatnak (multi-layer network) nevezett „komplexitás-a-négyzeten” leírást, amelynek használata az ismertett rendszerek megértéséhez még közelebb vihet.

Az olvasó által kézben tartott kötet fontos hazaviendő üzenetként mutat rá arra, hogy e hálózatok sikeres kiépítéséhez és működéséhez az együttműködésnek, az összefogásnak egy új szintjére van szükség, ahol az „ebben mindenki nyertes lesz” szemlélete az uralkodó. Az iASK által sikeresen továbbvitt KRAFT projekt nemcsak a kreatív város és fenntartható vidék kialakulását, hanem ennek az együttműködési hálózatnak az Industry 4.0 meghonosításához elengedhetetlen továbbfejlődését is elősegíti.

Csermely Péter

Bevezetés

A küszöbön álló negyedik ipari forradalom a hálózatokba rendezett kiber-fizikai rendszerek elterjedését jelenti. Az intelligens technológiáknak és új gazdaságszervezési elveknek köszönhetően az emberi beavatkozást nem igénylő gyártócellák szervezeteket is áthidaló működtetésével egyedi termékek változó igényekhez igazodó hatékony előállítására valósulhat meg. A magyar gazdaság számára a legfontosabb kérdés, hogy vállalkozásaink miként részesülhetnek e forradalmian új szemléletmód előnyeiből, illetve miként kezelhetők a munkaerőpiac elkerülhetetlen átalakulásának társadalmi következményei.

A munkaerő-intenzív gyártás jelentőségének erőteljes csökkenése a mezőgazdaság korábban lezajlott szerkezeti átalakuláshoz lesz hasonlatos, mely változás a foglalkoztatási és oktatási rendszerek gyors átalakítását igényli. Sikertelen válaszok rövidtávon egy-egy régió leszakadását eredményezhetik. A negatív hatások hosszabb távon a csökkenő munkalehetőségnek és a klímaváltozás miatt növekvő élelmiszeráraknak is köszönhetően jelentős globális társadalmi instabilitáshoz vezethetnek.

Egy-két régió szempontjából a termelési és ellátási láncok munkaerőtartalmának csökkenése pozitív eredményekkel is járhat. Az elsődlegesen az olcsó munkaerő miatt a fejlődő országokba kihelyezett termelési kapacitások visszatelepülésének köszönhetően az USA-ban már el is indult egy újraparosodási folyamat. A teljes mértékben automatizált technológiák már versenyképesek a folyamatosan növekvő bérigénnyel jellemezhető területeken megvalósuló alacsonyabb fejlettségű gyártórendszerekkel. Ezen kívül a szállítási út lerövidülése növeli a gazdasági mechanizmusok rugalmasságát. Természetesen ezek az új típusú

technológiafejlesztések a foglalkoztatottság növelésére csak az egyre inkább összefonódó beszállítói láncokon keresztül tudnak jelentősebb pozitív hatást kifejteni.

A siker kulcsa, hogy a vállalatok, szervezetek egymáshoz igazított, és a helyi és globális ellátási láncok integrálását támogató fejlesztéseket hajtsanak végre. E folyamathoz a helyi gazdasági szereplők együttműködésén túl a kormányzat támogatása is szükséges. Ez a szerepvállalás elsődlegesen az intelligens gyártórendszerek üzemeltetéséhez és fejlesztéséhez szükséges ismeretek elsajátítását lehetővé tevő oktatási rendszerek kialakításában, a kapcsolódó K+F projektek támogatásában és összehangolásában, és a regionális fejlesztések (pl. okos városok, okos régiók) Ipar 4.0 koncepcióját is figyelembe vevő tervezésében és kivitelezésében kell, hogy megnyilvánuljon.

A negyedik ipari forradalom a műszaki, társadalmi és gazdasági hálózatok metszéspontjain zajlik. Könyvünk e metszéspontokra fókuszálva vizsgálja a termelőrendszerek fejlődési irányait, e fejlődés társadalomtudományi vonatkozásait, és tesz javaslatot a szükségesnek vélt gazdaságélénkítési, kutatás-fejlesztési és oktatási programok tartalmára.

Mindezeknek megfelelően a könyv első fejezete a negyedik ipari forradalom forgalmát, technológiai feltételeit, a hálózatokba integrált okos termelőrendszerek kialakításának négy fejlesztési irányát és az integráltsággal lehetővé váló együttműködés előnyeit tárgyalja. A második fejezet az megoldások kialakításának ideális kereteivel, a kapcsolódó stratégiaalkotási folyamatok ismertetésével foglalkozik. A harmadik fejezet célja az Ipar 4.0 megoldások kialakításának (társadalmi) feltételeinek feltárása, a humán rendszermérnökség jelentőségének hangsúlyozásával. Tekintettel arra, hogy legfontosabb kérdés, hogy az új technológiai megoldások megjelenésével milyen típusú munkaerőre, szakértelemre lesz szükség, nem csak a munkaerőpiaci trendeket vetítjük előre, hanem egy korábbi multinacionális vállalatoknál végzett munkakultúra vizsgálat eredményeit is bemutatjuk, meghatározva a munkaerő legfontosabb jellemzőit. Az ipari és a gazdasági fejlődés társadalomtudományi vonat-

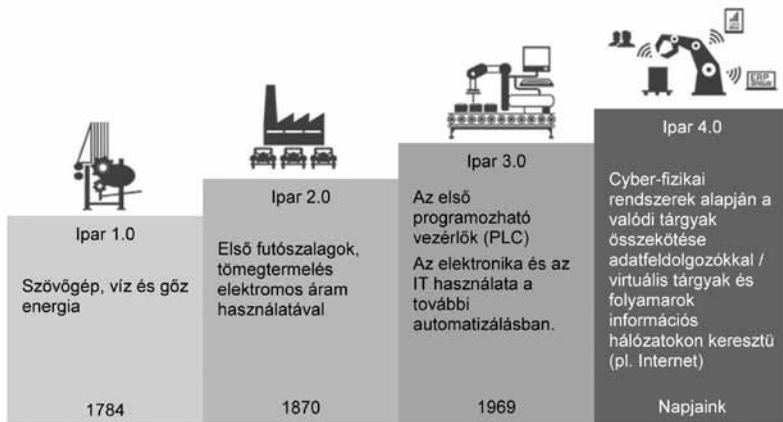
kozásait és a globális trendeket, jövőirányokat a negyedik fejezet tekinti át, míg a regionális fejlesztési stratégiákat az ötödik fejezetben foglaltuk össze, kiemelve a kutatás és felsőoktatás, az ipar és a kormányzat regionális fejlesztésekben való együttműködésének fontosságát és a kreatív város és fenntartható vidék (KRAFT) modell alkalmazhatóságát.

1. Ipar 4.0 – a negyedik ipari forradalom

A negyedik ipari forradalom elsősorban a termelő rendszerek hatékonyságának gyorsuló növekedését jelenti. Ebben a fejezetben bemutatjuk ennek az előttünk álló forradalmi fejlődésnek a részleteit és azokat az előnyöket, melyeket egy szervezet illetve gazdasági régió elérhet e fejlettségi szint elérésével. Látni fogjuk, hogy annak érdekében, hogy a *negyedik ipari forradalom* részesei lehessünk, nem csupán technikai fejlesztések szükségesek, hanem a termelési folyamatra, az együttműködésre, és az innovációra vonatkozó szemléletmódunk felfrissítése is szükséges.

1.1 Az Ipar 4.0 fogalma

Az Ipar 4.0 címszót elsősorban Európában, különösen Németországban használják a gyártóipar fejlettségére vonatkozóan. Ez a fejlettségi szint a gyártórendszereknek és az őket támogató informatikai eszközöknek egy rendkívül erős eszköztár köré rendeződtek. Ez az új eszköztár, különösen, ha egységes keretben kezeljük, ténylegesen forradalmasítani fogja a teljes gazdaságot. Ezért úgy érezzük, hogy nem csupán egy markintegritációjával, úgynevezett kiber-fizikai rendszerként való kezelésével, és egy rendkívül innovatív menedzsment megközelítésmóddal alakítható ki. Az USA-ban ez az átfogó kép még kevésbé rajzolódott ki, így e technikák elemei a kiber-fizikai rendszerek, a tárgyak internete, és az ipari internet és a 'nagy számok', a 'big data', az ipari marketing által generált „hype” tanúi és részesei lehetünk, hanem valójában a negyedik ipari forradalom küszöbén állunk .



1. ábra Ipari forradalmak és a termelő rendszerek komplexitása (Forrás: Heng, 2014)

Ahogy az 1. ábra mutatja, ipari forradalomról akkor beszélhetünk, amikor egy új technológiai megoldásnak köszönhetően a termelő rendszerek hatékonysága jelentősen megnövekszik. „Természetesen” minden ilyen áttörés kizárólag a rendszerek komplexitásának növelésével érhető el, azaz e rendszerek tervezése és üzemeltetése egyre inkább tudás és erőforrás-igényessé válik.

Az első ipari forradalom esetén a 18. század végén a mechanikai termelő rendszerek megjelenése tette lehetővé a forradalmi fejlesztéseket, melyeknek az elektromos energia megjelenése és elterjedése adott újabb lökést. A harmadik ipari forradalom esetén az automatizálás volt az a technikai elem, amely a működtetéshez szükséges emberi tevékenységek helyett alternatívát kínált, felgyorsítva és függetlenítve az elemi gyártási folyamatokat. Most elsődlegesen ezen elemek integrálása kapcsán várható áttörés. A negyedik ipari forradalom tehát annak köszönhető, hogy olyan technológiai elemek és módszerek alkalmazása válik lehetővé, melyekkel még komplexebb rendszerek, azaz teljes ellátási láncok hálózata működtethető összehangoltan és automatizált módon.

A fejlődésnek ez a szintje előreláthatóan a következő évtizedben bontakozik ki. Fontos kiemelni, hogy tudatos „forradalmasításról” beszélhetünk, azaz az elvárt eredmények specifikációi és a célok eléréséhez szükséges tevékenységek már jól kidolgozottak. Németországban a nemzeti szintű fejlesztési stratégiában a stratégia megvalósítását ajánlásokban rögzítették. (A kapcsolódó „Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0” dokumentum kiadását az Oktatási és Kutatási Minisztérium támogatta.)

Fontos megjegyezni, hogy egy gazdasági szervezet és egy ország számára a hatékonyság és a versenyképesség növelésén túl a fenntartható fejlődés globális kihívásai is ösztönzői ezeknek a „forradalmasításoknak”. A megújuló energiaforrások, a fenntarthatóságot biztosító energia és nyersanyaghasználat megvalósítása és a demográfiai változások mind-mind olyan problémák, amelyek megoldásában az Ipar 4.0 eszköztára és szemléletmódja segítséget nyújthat.

A megoldások alapja, hogy autonóm, elosztott intelligenciával rendelkező, egymással szoros kapcsolatban lévő okos gyárakat alakítunk ki, és ezen okos elemek komplex rendszerét az elemek részletes és összekapcsolt modelljeinek alkalmazásával átfogó célok alapján optimalhatjuk. E koncepció megvalósítása tehát nem csupán az „okos” elemek hálózatba foglalását igényli, hanem azoknak egy „kibernetikai térben” való összehangolását is szükségessé teszi. Ez modell alapú optimalással, valamint a szimulációs eszközök alkalmazására épülő fejlesztéssel valósítható meg (2. ábra).



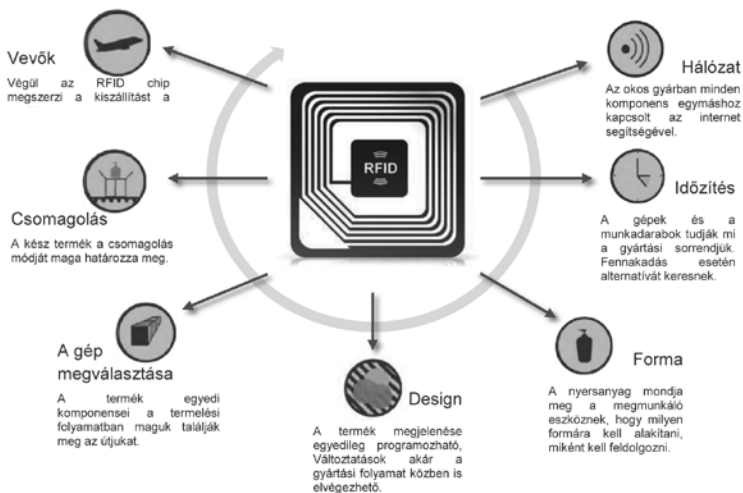
2. ábra Az Ipar 4.0 kialakítását lehetővé tevő kiber-fizikai rendszerek rendszere
(Forrás: Deloitte, 2014)

A koncepció szerint a kiber-fizikai-termelő-rendszerek (CPPS cyber-physical-production systems) nem csupán a termelőeszközöket foglalják intelligens hálózatokba, hanem a teljes ellátási láncot, ide értve a kapcsolódó energiaellátó rendszereket, logisztikai folyamatokat, épületmenedzsment rendszereket integrálják. Az okos termelőeszközök kihasználtságukra, állapotukra –pl. karbantartási- és erőforrásigényünkre– vonatkozó információt osztanak meg egymással, és az önmagukat érintő kérdésekben autonóm módon döntenek. A koordináció a megosztott információkkal szimulációs és optimalizációs eszközök intenzív alkalmazásával, ideális esetben szintén teljesen autonóm módon, összehangolja a folyamatokat a hatékonyság növelése, az erőforrások csökkentése, a kapacitások kihasználása, az átfutási idők csökkentése és a minőség javítása érdekében.

1.2 Az ipar 4.0 technológiai feltételei

Az áttörő fejlődés nem csupán a későbbiekben részletesen vizsgált integráltságnak, a kiber-fizikai megoldásoknak (lesz) köszönhető. Szükséges a kibernetikai és a fizikai réteg elemei közötti kommunikáció fejlesztése is.

E kommunikáció kulcsa az RFID technológia¹ elterjesztése, és alkalmazási lehetőségeinek fejlesztése (lásd 3. ábra) és minden eszköz hálózati kommunikációjának biztosítása.



3. ábra RFID technika alkalmazásának módjai a termelő rendszerek hatékonyságnövelésében

(Forrás: Heng, 2014)

A központi elemeken és az intelligens infrastruktúrális, mobilitást biztosító, logisztikai feladatokat ellátó elemeken és az ezek összekapcsolásához szükséges kapcsolódó felületek fejlesztésén kívül elengedhetetlen,

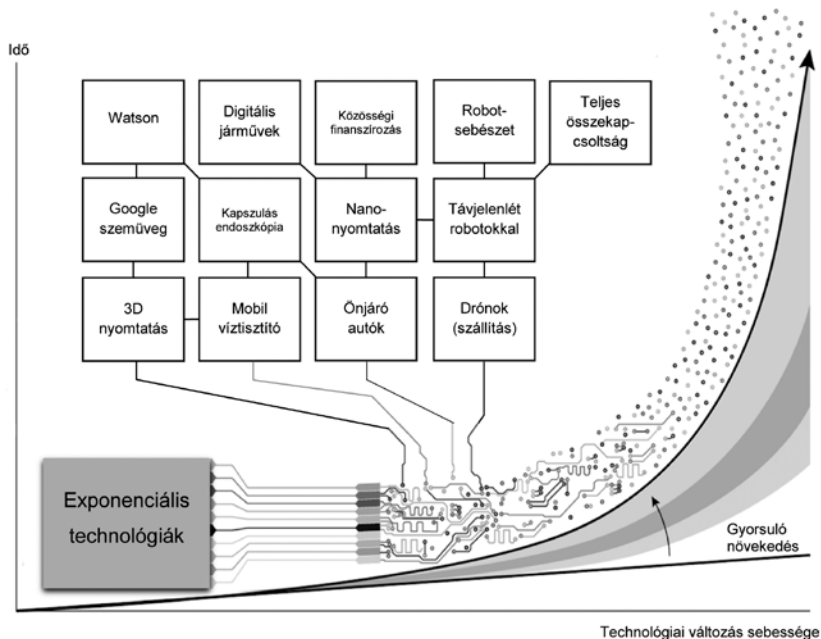
1 Az RFID (Radio Frequency Identification) automatikus azonosításhoz és adatközléshez használt technológia, melynek lényege adatok tárolása és továbbítása RFID címkék és eszközök segítségével. Az RFID-címke egy apró tárgy, amely rögzíthető vagy beépíthető az azonosítani kívánt objektumba. Az objektum lehet tárgy, például egy árucikk, vagy alkatrész, illetve élőlény, így akár ember is. (Forrás: Wikipédia)

a termelő rendszerek magjának, a termelés folyamatának, valamint az értéknövelési folyamat koncepciójának exponenciális fejlesztése/fejldése.

A 3D nyomtatás, a szenzortechnológia, a mesterséges intelligencia, a robotika, a drónok és a nanotechnológia csupán pár példa ezekre az exponenciálisan fejlődő technológiákra (lásd 4. ábra). Ezek közül sok 20-30 éve egyáltalán nem létezett, ipari hasznosításuk a költségcsökkentés és a miniatürizálás kapcsán vált elérhetővé.



4. ábra Az ipar 4.0-t is meghatározó exponenciális fejlődési irányok



5. ábra Gyorsuló növekedéssel fejlődő technológiák (Forrás: Deloitte, 2014)

Azért is beszélünk exponenciálisan fejlődő megoldásokról, mert az informatika területén ismert Moore-törvény a termelő rendszerek esetében is érvényessé válik, hasonlóan a többi már jól felismert trendhez. Ezek a törvények a következők (Faust, 2011):

- *Moore-törvény.* Az integrált áramkörök teljesítménye tizennyolc hónaponként megduplázódik.
- *Gilder-törvény.* A hálózati sávszélesség maximuma évente megháromszorozódik.
- *Metcalfe-törvény.* A hálózat kommunikációs értéke a csomópontok számának növekedésével négyzetesen emelkedik. A csomópontok növelésével viszont a fajlagos, azaz az egy felhasználóra számított költség nem változik, inkább csökkenés következik be.

- *Ruettger-törvény*. A felhasznált tárolási kapacitás általában évente megduplázódik. Az USA-ban ez hét havonta megtörténik.
- *Shugart-törvény*. Az adattárolók egy bitjének ára tizennyolc havonta feleződik.

Az exponenciálisan változó elemekkel kapcsolatban rendkívül nehéz megbecsülni, hogy egy-egy innovatív fejlesztésnek mekkora lesz a tényleges üzletmenetre vonatkozó hatása (6. ábra). Egy biztos, ezeknek a típusú technológiáknak a fejlődése mindenképpen meg fogja határozni a jövőnk, az ipar 4.0 alakulását.



6. ábra A technológiai fejlődés várható hatásai

1.3 Az Ipar 4.0 rendszerek kialakításának négy fejlesztési iránya

A svájci gazdaság fejlesztése kapcsán Deloitte szakemberei összefoglalták, hogy mik azok a fejlesztési irányok melyek az Ipar 4.0 szintű fejlettség eléréséhez szükségesek (Deloitte, 2014). Ahogy az 7. ábra mutatja, az okos termelő rendszerek vertikális hálózatosodása, az ellátási láncok horizontális integrálódása, a részletekbe menő megalapozott mérnöki tervezettség, és az exponenciálisan fejlődő technológiák intenzív alkalmazása egyaránt szükséges a sikerhez. Ebben az alfejezetben a svájci gazdaság szereplői számára megfogalmazott fejlesztési irányokat tekintjük át.

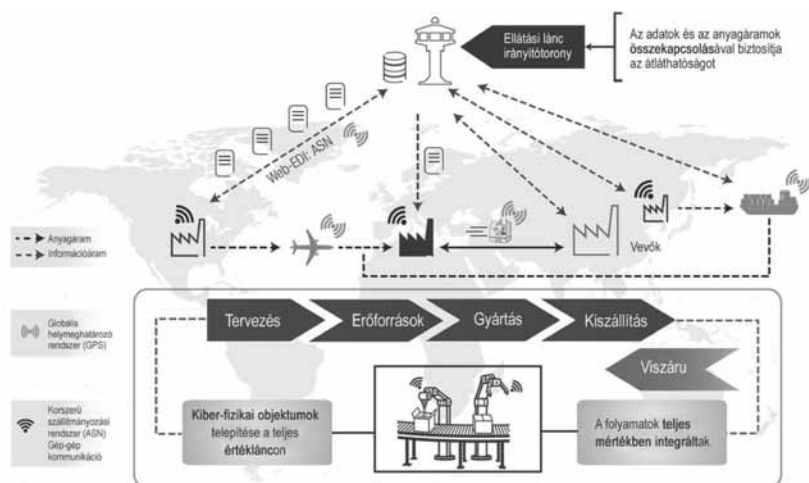


7. ábra Az Ipar 4.0 fejlettségi szint kialakításának lépései (Forrás: Deloitte, 2014)

1.3.1. Okos termelőrendszerek vertikális hálózatosodása

Az első fejlődési irány alapja a kiber-fizikai termelő rendszerek (CPPS) elterjedése, mely a termelő egységek integrálásával teszi lehetővé, hogy a termelés vásárló-orientált és egyedi legyen. A rendszer kialakítása az információk teljes integrálását követeli meg. A termelés során keletkező adatok rugalmasságot követő integrálása az okos-szenzor technológiák további fejlesztését követeli meg. Olyan módszerek kidolgozása szükséges, amelyekkel az autonóm gyártórendszerek figyelemmel kísérése és a termék életút követése kivitelezhető.

A CPPS-eknek nem csupán a termelési folyamatra kell összpontosítaniuk, hanem a teljes ellátó rendszer menedzsmentjére, beleértve a karbantartást is (8. ábra). Mindez megköveteli, hogy a komplex hálózat minden eleme a működése során keletkező adatokat rögzítse, archiválja és megfelelő módon elérhetővé tegye. Ezeknek az adatoknak a gyártási folyamat minden összetevőjére ki kell terjednie, azaz a termelésre, a termékekre, az operátorokra, a minőség változására, a leállásokra, és nem utolsósorban az erőforrásokkal való gazdálkodásra (Bechtold, 2014).



8. ábra Ellátási láncok alapvető struktúrája (Forrás: Bechtold, 2014)

Ez utóbbi azért különösen fontos, mert a fejlesztés elsődleges szempontja az erőforrásokkal való hatékony gazdálkodás, azaz az anyag, az energia és emberi erőforrások hatékony, teljes körű menedzsmentje. Fontos szempont, hogy mindez egységes keretben a teljes ellátási láncra kiterjed, azaz a termelésre, a raktározásra és a karbantartásra.

1. táblázat Deloitte által javasolt vertikális integrációs megoldások (Deloitte, 2014)

<p>Integrálás informatikai rendszerekkel</p>	<p>Az Ipar 4.0 vertikális hálózatosodásának kialakítása új informatikai megoldásokat igényel, ugyanis a legtöbb esetben nagyon heterogén és egymástól izolált rendszerek integrálása összetett feladatot jelent. A megoldás kiépítéséhez a beszállítók adatainak, a termelő rendszerek szenzorinak, az (termelés)irányító rendszerek jeleinek, az üzleti alkalmazásoknak, és a vevői adatoknak az üzleti folyamatot visszatükröző, a teljes életciklus követésér és optimalására alkalmas módon rendelkezésre kell állnia.</p>
<p>Adatmenedzsment – big data technikák alkalmazása</p>	<p>Az Ipar 4.0 rendszerek hatalmas mennyiségű adatot generálnak. Ezek gyűjtése és feldolgozása úgynevezett big data technikák alkalmazását igényli, melyek célja, hogy a teljes ellátási láncot átölelő hatalmas adathalmazból előzetesen nem ismert, potenciálisan hasznos, a vezetői döntések támogatására alkalmas információkat generáljanak.</p> <p>A lehetőségek kiaknázása nem csupán informatikai beruházást igényel, hanem üzleti folyamatok áttervezését, illetve olyan szakértői csapat kialakítását, mely alkalmas a szükséges adatmenedzsment, folyamatfejlesztési, és adatbányászati feladatok ellátására.</p> <p>Az eddigi tapasztalatok számos példával szolgáltattak arra vonatkozóan, hogy mekkora versenyelőnyt jelent e megközelítésmód alkalmazása. Ma már bátran kijelenthetjük, hogy az adat alapú folyamat- és rendszerfejlesztés alkalmazása a versenyképesség elengedhetetlen feltétele.</p>

<p>Felhő alapú megoldások</p>	<p>A felhő alapú megoldások a big data megoldások kialakításának ideális keretet jelentenek. A megoldás előnye különösen a decentralizált intelligenciával rendelkező termelő rendszerek esetében jelentkezik, ugyanis lehetővé teszi az eltérő helyeken és időpontokban keletkező adatok folyamatos és üzembiztos megosztását, illetve az akár szervezeten kívüli, beszállítókkal és vevőkkel való információ-megosztást.</p>
<p>Működési hatékonyság 2.0</p>	<p>Az informatikai integráltságnak, az intelligens szenzoroknak, adatgyűjtőknek köszönhetően a ma már széles körben alkalmazott „teljes eszközhatékonyság mutató” alapú fejlesztési módszerek új lendületet vehetnek, ugyanis a berendezések minden folyamatfejlesztéshez és az üzembiztonság javításához szükséges mutatószámot maguk gyűjthetnek, illetve oszthatnak meg az ellátási lánc felhőjében. Vonatkozik ez a megbízhatóságra, a terhelésre, a minőségi problémákra, az állási időkre, és az üzemkihasználtságra is.</p>

1.3.2. Az ellátási láncok új generációjának horizontális integrálása

Az új értékteremtő hálózatok „real-time”, azaz valós időben optimált működtetése magas szintű flexibilitást és átláthatóságot eredményez, illetve feltételez. Ezeknek az integrált és transzparens rendszereknek az együttes, globális optimumot megcélzó működtetése lehetővé teszi a váratlan helyzetek hatékony kezelését is (pl. a meghibásodásokra való reagálást).

A koncepció alkalmazása a termelőrendszerekre vonatkozó információk megosztását feltételezi, mely a szervezetek közti kooperáció új típusú üzleti modelljének kialakítását követeli. Különösen izgalmas ez a kérdés, amikor ez az integrált információ-megosztást és kooperációt vállalatok, gazdasági érdekcsoportok között kell kialakítani. E kérdés kapcsán rendkívül fontos a jogi, információbiztonsági kérdések tisztázása (2. táblázat).

2. táblázat Deloitte által javasolt horizontális integrációs megoldások (Deloitte, 2014)

Üzleti folyamat optimalizációja	Az Ipar 4.0 megoldások által jelentkező rugalmasság a klasszikus apró lépésekre épülő folyamatfejlesztés (KAIZEN) mellett lehetőséget teremt a folyamatok drasztikus, a változó környezet alapján optimált átalakítására. A lehetőségek kihasználása rugalmas szervezeti formák kialakítását, illetve a teljes szervezetet átlátni képes munkatársak alkalmazását feltételezi.
Okos ellátási láncok	Az új üzleti modelleknek elsődlegesen a vevőre, pontosabban a vevők egyedi igényeinek kezelésére és az üzleti partnerekkel való új kooperációs modellek kialakítására kell fókuszálnia, mely a vevőkkel és a beszállítókkal való információmegosztás új formáit is igényli. Fontos megjegyezni, hogy az intenzív kommunikáció a termék teljes életciklusa során szükséges, azaz ki kell terjednie a vevői követelmények kezelésére, a kutatásra és fejlesztésre, a beszerzésre, a termelésre, illetve a piaci adatokra.

<p>Okos logisztika</p>	<p>Az ellátási láncra felfűzött információmegosztáson túl az okos logisztikai rendszerek kialakítása az elsősorban autonóm és rugalmas külső és belső logisztikai megoldások kiépítését jelenti. Ebben tartoznak a teljesen automatizált anyagátviteli, raktározási és raktáron belüli, illetve raktárak közti, pl. közúti, vasúti anyagmozgatási rendszerek.</p>
<p>Informatikai biztonság</p>	<p>Az adatok és információk intenzív megosztása és a felhő technológiák alkalmazása a jelenleginél hatványozottabb biztonsági kockázatot jelent. A termékre, a fejlesztésre, a termelésre, és a piacra vonatkozó adatok kezelése, megfelelő jogosultságokkal való megosztása, az ipari termelésben még kevésbé, elsődlegesen a pénzügyi szektorra jellemző technikák honosítását és fejlesztését igényli.</p>
<p>Új adózási modell</p>	<p>A 3D nyomtatás technológiája, az (egyedi) szoftver elemek és a (tervezési) adatok jelentőségének növekedése lehetővé teszi, hogy egyre több információ és know-how, illetve egyre kevesebb „fizikai termék” utazik az országok között, a termék akár közvetlen a vevőnél ölt testet. Ez a tendencia az értéknövekedést figyelembe vevő vám és adózási alapelvek kialakítását igényelheti.</p>
<p>Szellemi tulajdonok kezelésének új rendszere</p>	<p>Az új termelőrendszereknek és termék-konceptióknak köszönhetően a szellemi tulajdon kezelése is átértelmezésre szorul, ugyanis a gyártó rendszerek és késztermékek helyett a hangsúly az új gyártásszervezési megoldások irányába kell, hogy eltolódjon, ugyanis ezek az új rendszertervek képviselik elsősorban a versenyképesség kulcsát.</p>

1.3.3. Az értéklánc részletes mérnöhi tervezése

Az új szinergiák kiaknázása a termékek és a technológiák teljes életciklusára vonatkozó alapos tervezést és átgondoltságot igényel. A rugalmas gyártórendszerek tervezése, a szimulációs és optimalizációs technikák intenzív alkalmazása, a teljes életciklusban való gondolkodás mind-mind olyan követelmény, mely a rendszermérnöki ismeretek alkalmazását és fejlesztését igényli (Deloitte, 2014).

3. táblázat Deloitte által javasolt intenzív (Rendszer)mérnöki fejlesztések (Deloitte, 2014)

Az innováció új típusai	<p>A klasszikus, elsősorban a termékre fókuszáló innováció helyett az Ipar 4.0 megoldásai lehetővé teszik, hogy a termék teljes életciklusát átívelő multi-diszciplináris mérnöki fejlesztések történjenek, melyek a termelő folyamatra, a termékhez kötődő üzleti modellre, ügyfél értékmenedzsment megoldásokra, illetve akár a teljes szervezeti struktúrára is kiterjedhetnek.</p> <p>Empirikus tanulmányok igazolják, hogy azok a szervezetek, melyek szimultán módon innoválják a termelő és üzleti folyamataikat és szervezetüket, jóval sikeresebbek versenytársaiknál.</p>
Hatékony innováció menedzsment	<p>A sikeres innovációmenedzsment tehát a teljes szervezetet átfogja, a stratégiától, a szervezeten át a projekt portfólión keresztül a termékfejlesztésig.</p> <p>Az Ipar 4.0 megoldásai az erős informatikai háttérnek köszönhetően a szükséges információk gyűjtésével és rendszerezésével, célirányos megosztásával lehetőséget adnak e menedzsment tevékenység támogatására, a portfóliók értékelésére, összetett jelentések készítésére, pl. a megtérülések számítására, a kutatási és fejlesztési információk tematikus rendezésére, s ezáltal a csoportos alkotó tevékenység támogatására.</p>

**Hatékony életciklus
menedzsment**

A korábbinál jóval szélesebb körben alkalmazott és jobban integrált informatikai infrastruktúra nem csupán azt teszi lehetővé, hogy a teljes ellátási lánc minden apró részletéről rendelkezünk adatokkal, hanem a big data technikáknak, illetve a kapcsolódó mesterséges intelligencia és gépi tanulás eszközeinek köszönhetően a rejtett összefüggések is feltárhatók, a vevők viselkedése jobban megérthető, az adatok (automatizált) elemzésével fény derülhet a minőségi problémák potenciális okaira és a fejlesztési lehetőségekre.

1.3.4. Exponenciálisan fejlődő technológiák – okos gyártóelemek

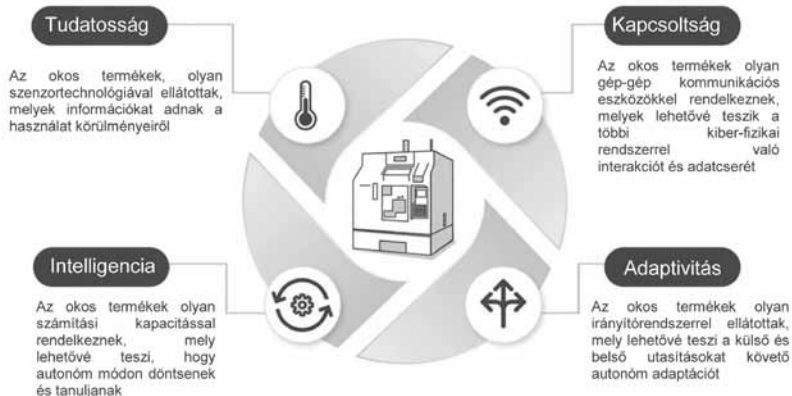
Nem szabad megfélekednünk azokról a technológiai elemekről sem, melyek fejlődése ez elemi folyamatok forradalmasítását teszi lehetővé. Ezek fejlesztési irányai elsődlegesen az egyediséget, a flexibilitást és a hatékonyság növelését támogatják. Ilyen exponenciálisan fejlődő elem például a 3D nyomtatás, amely már csaknem minden anyagi minőség (műanyag, fémek, kerámia, szövetek) esetén is elérhető.

A legfontosabb elvárás, hogy az elemi gyártócelláknak „okosnak” kell lenniük (9. ábra), azaz megfelelő szenzorok alkalmazásával az *eszközöknek információval kell rendelkezniük* a nyersanyagok minőségi és mennyiségi jellemzőiről, a környezeti körülményekről, és a termék elvárt tulajdonságairól (Bechtold, 2014).

Mindez azt feltételezi, hogy a *gyártóegységnek integrálnak* kell lennie, azaz a kiber-fizikai rendszerhez megfelelő kommunikációs protokollon keresztül, a lehető legrugalmasabb módon kell kapcsolódnia annak érdekében, hogy a megfelelő adatokhoz információk folyamatos cseréje biztosított legyen.

Az okos egységnek *intelligensnek kell lennie*, azaz az egység autonóm módon szervezi a saját munkáját, úgy, hogy döntéseiben korábbi tapasztalataira is támaszkodik, azaz az egység tanul.

E tanulási képességnek is köszönhetően az egység *reszponzív*, azaz a termékekbe és a nyersanyagokba beépített jelzések alapján határozza meg a termék-előállítás szükséges feladatait, sorrendjét és gondoskodik a szükséges erőforrások igényléséről.



9. ábra Az okos gyártócella tulajdonsága (Forrás: Bechtold, 2014)

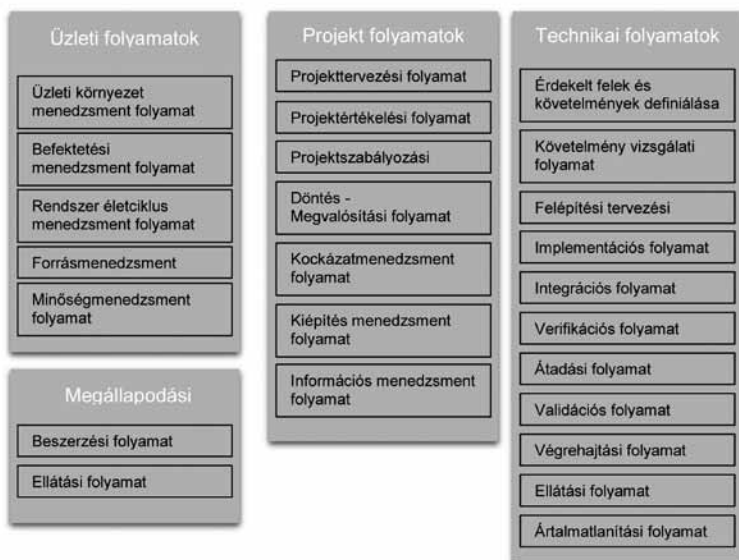
A fenti – esetlegesen még egyes elemeiben illuzórikusnak tűnő – funkciók kialakítása kapcsán a Deloitte szakemberei két fontos fejlesztési feladatot határoztak meg (4. táblázat).

4. táblázat Okos gyártóegységek kialakításának technológiai irányai (Deloitte, 2014)

<p>Befektetés alapú fejlesztés</p>	<p>Befektetés olyan start-up vállalkozásokba, amelyek a teljes szervezet hosszú távú versenyképességét jelenthetik az exponenciálisan fejlődő technológiák integrálásának egyik sikeres stratégiája. Az így kialakuló tudás, és üzleti központok hosszabb távon a teljes szervezetbe integrálva biztosíthatják a teljes ellátási lánc sikerét.</p>
<p>Tanuló szervezet</p>	<p>A vállalkozásoknak tanuló szervezetté kell válniuk, olyanokká, amelyek képesek az exponenciális fejlődő technológiák által nyújtott lehetőségek felismerésére, adaptálására és szükség esetén fejlesztésére, illetve az új fejlesztések kulcsfolyamatokba való folyamatos integrálására.</p>

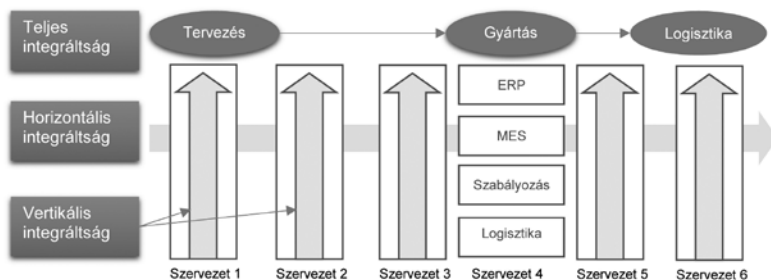
1.4 A termék életciklusát átfogó integráltság

A horizontális és vertikális integráltságon kívül rendkívül fontos, hogy az összehangoltság a termék teljes életciklusára vonatkozóan megvalósuljon. Annak érdekében, hogy illusztráljuk e feladat nehézségét, érdemes áttekinteni az ISO/IEC 15288 szabvány által definiált életciklus során végbemenő folyamatokat (10. ábra)



10. ábra ISO/IEC 15288 szabvány által definiált, a termék életciklusa során releváns folyamatok

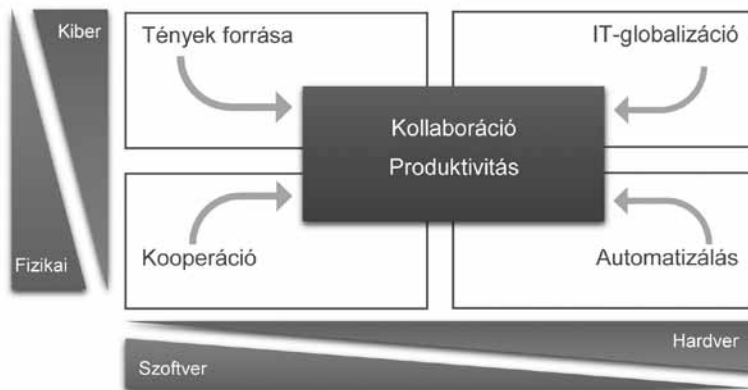
Fontos megjegyezni, hogy e folyamatok gyakorta nem egy különálló szervezethez kötődnek, azaz az Ipar 4.0 fejlettségi szinten az életciklus során érintett összes érdekelt fél tevékenységének összehangolása szükséges (11. ábra).



11. ábra Példa a termék életciklusán és az ellátási láncon átívelő integráltságra
(Forrás: Wang, 2015)

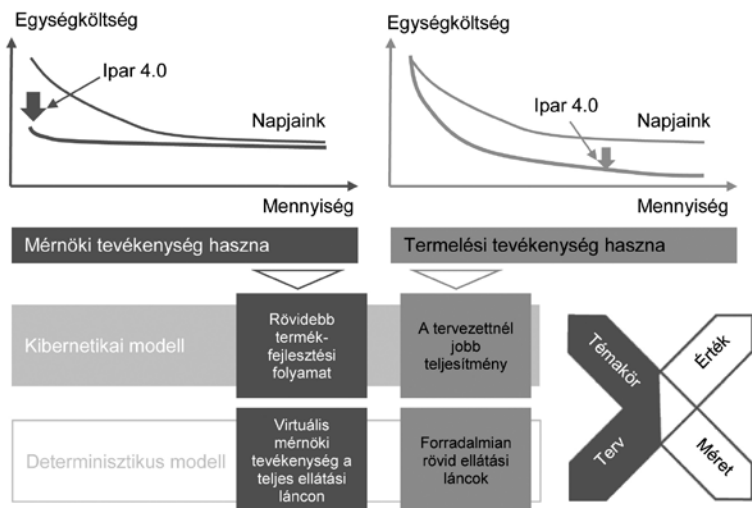
1.5 Az integráltság és az együttműködés előnyei

Az információs rendszerek integráltsága, az adatok és információk rendelkezésre állása, a magasabb automatizáltsági szint és az egységek közti kooperációnak köszönhetően a hatékonyság növelésére nyílik lehetőség (12. ábra). Az alábbiakban ezeket az előnyöket ismertetjük.

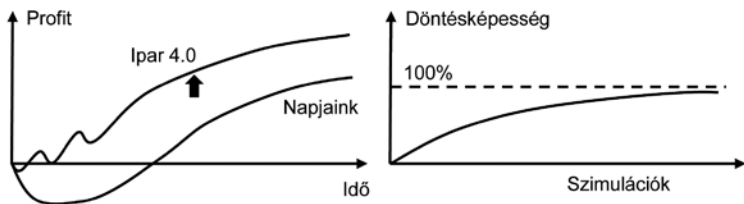


12. ábra Kiber-fizikai rendszerek integráltságának kooperációt biztosító előnyei
(Forrás: Schuh, 2014)

Az előző fejezetben ismertetett életciklus szerinti integráltságnak a tervezési és a termelési folyamatok kapcsán is meg kell valósulnia (Schuh, 2014). Ezért pozitív hatásainak meg kell jelennie a termék tervezési folyamat felgyorsításában, az ellátási lánc teljes modelljének és optimális komplexitásának kialakításában, valamint az elemek eredetileg tervezettnél is hatékonyabb működtetésében (13. ábra)



13. ábra A kooperáció és az integráltság négy előnye (Forrás: Schuh, 2014)



14. ábra A fejlesztési idő lerövidítésének és a szimulációs technikák alkalmazásának előnye (Forrás: Schuh, 2014)

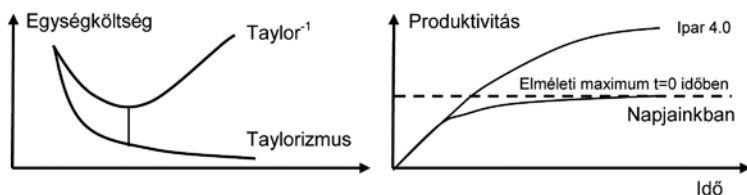
Fejlesztési idő lerövidítése

A fejlesztési idő a gyors prototípusfejlesztési eszközök és a terméktervezésre kialakított *multidiszciplináris csoportok* munkáját támogató *Scrum módszertan* elterjedésével rövidíthető le jelentős mértékben. E fejlesztéseket elsősorban a termék-ötlettől az SOP-ig (start of production) eltelt idő segítségével minősítik (Schuh, 2014).

A teljes ellátási lánc „virtualizálása”

Szimulációs eszközök alkalmazásával a munkafolyamatokkal kapcsolatos problémák és szűk keresztmetszetek közvetlenül feltárhatók, a folyamatokkal kapcsolatos teljesítmények megbecsülhetők, a fejlesztési lehetőségek azonosíthatók. A szimulációs eszközök lehetővé teszik, hogy a folyamatokat a termékekkel összhangban fejlesszük. Ezt a technikát *Virtual Tryout*-nak nevezzük. Természetesen ez a megközelítésmód megköveteli, hogy a döntéshozók bízzanak a szimulációs eszközökben, illetve ebben a virtuális környezetben is képesek legyenek a fejlesztési lehetőségek azonosítására.

E megközelítésmód alkalmazásával kapcsolatos kulcsmutató a szimulációs vizsgálat elkészítésének és kiértékelésének ideje, amely természetesen jóval kisebb, mint a valós technikák esetén (Schuh, 2014).



15. ábra Az ellátási láncok optimális komplexitása és a tervezettnél jobb teljesítmény (Forrás: Schuh, 2014)

Forradalmian rövid ellátási láncok

A mennyiségi és gazdaságossági szempontok mellett a legfontosabb sikertényező az egyedi gyártásra való képesség. A felhasználói igények speciális kielégítésének nagyon jó példája az autógyártás. A Ford Fusion vásárlói a konfiguráció során a Ford Fusion 15 millió termékváltozata közül választhatnak. Ennek a hatalmas termékválasztéknak köszönhetően a termelő és összeszerelő rendszerek működtetése rendkívül bonyolulttá válik.

A termelő egységek általában egymástól elkülönült feladatokat látnak el, úgy, hogy az eltérő funkciók eltérő gépeken valósulnak meg. Az ilyen jellegű specializáció hatására a termelő rendszerek egyre komplexebbé válnak. A közeljövőben a komplexitásból fakadó problémák kezelése érdekében a funkciók összevonása szükséges, például a robotoknak célszerű lesz egyszerre több feladatot ellátniuk. Az összevont funkcióknak köszönhetően a termelő folyamatoknak le kell rövidülniük. A lerövidült technológiai folyamat kiegyenlítettebb, azaz az egyes elemeket közel azonos mértékben kihasználó gyártást (line-balancing) tesz lehetővé, azaz az egyes elemek kihasználásának javulnia kell (Schuh, 2014).

Ezeknek az elvárásoknak a tükrében az Ipar 4.0 forradalom a korábbi, egyre specializáltabb termelőeszközök folyamatos áramlását hangsúlyozó Taylorista fejlődési iránnyal ellentétes hatású. Természetesen nem a teljes visszalépés a cél, a legfontosabb megtalálni a termelési folyamatban a munkaállomások és szereplők optimális számát és az együttesen megvalósítandó funkciók körét. Az autonóm termelő és összeszerelő egységek decentralizált működtetése ezen elemek erős kooperációjával valósítható meg. Az elemek kialakítása és a koordináció és kooperációs folyamatok tervezése szintén a „virtuális gyár”, azaz a szimulációs eszközök alkalmazásával lehetséges.

Az elvártnál jobban teljesíteni

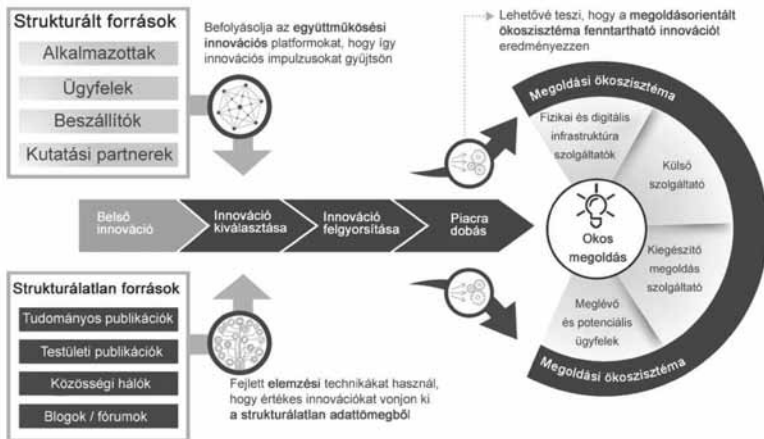
Az önszervező, optimáló rendszerek alkalmazkodási képességüknek köszönhetően az eredeti tervezett termelékenységnél jobb érhető el. Ez a hatékonyságnövelés a tanulási görbe segítségével mérhető.

1.6 Innováció az Ipar 4.0 korszakában - a K+F új meghözelítése

Egy teljes életciklusra vonatkozó, több szervezeten átívelő fejlesztés és innováció sajátos, korábban még nem alkalmazott megoldásokat igényel (16. ábra).

Tekintettel arra, hogy a fejlesztés eredménye nem egy önálló, elszigetelt termék, illetve annak előállítására alkalmas rendszer, hanem egy komplex „ökoszisztéma”, elengedhetetlen, hogy a fejlesztés során minden (potenciálisan) érintett partner, pl. vevők, szállítók, infrastrukturális feltételeket biztosítók, kutatási tevékenységet végző szervezetek bevonásra kerüljenek. Korábban elhanyagolt volt, most viszont jelentőséggel bír a nem strukturált információk kiaknázásának igénye, azaz olyan megoldások keresése melyekkel a blogokból, internetes fórumokból, szociális hálózatokból, vállalati és tudományos publikációkból közel automatizált módon lehet a fejlesztés számára hasznos információkat nyerni.

Mindezeknek köszönhetően a kommunikáció, a hálózatosodás, vagy a külső partnerek innovációs folyamatokba történő bevonása olyan fejlődési irányok, amelyekre nincs még igazán jó gyakorlat, hiszen korábban nem volt rá példa. Különösen izgalmas az open-source platformok bevonásának kérdése, és a fejlesztési tevékenységek eredményeinek beépítése. Ez a nyitás már egy-két területen megjelent, látjuk, hogy a jelentősebb erőforrásokkal bíró vállalatok az open source mozgalmak támogatásán és inspirálásán keresztül miként tudják erőforrásaik hatványozott módon felhasználni, akár egy (új)iparág technológiáinak kifejlesztését megvalósító pozitív hatást gyakorolni (Bechtold, 2014).

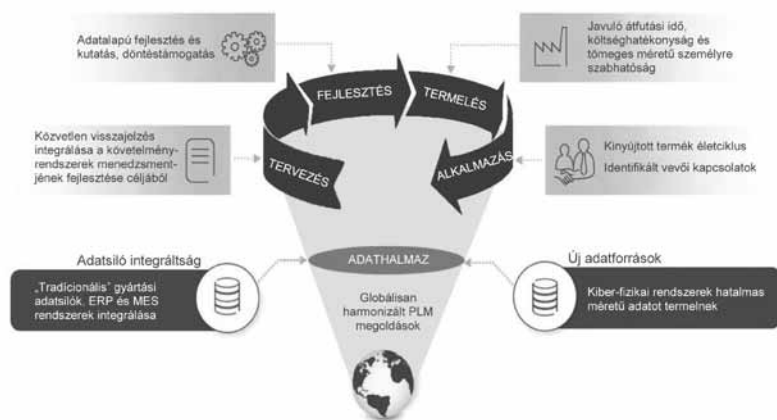


16. ábra Az Ipar 4.0 speciális innovációs folyamata (Forrás: Bechtold, 2014)

16.1 Tudásmenedzsment és azt támogató PLM és big data rendszerek

A tudásmenedzsment, a tudástranzfer mindezeknek köszönhetően kulcsfontosságú feladatokká válnak. Olyanokká, amelyek támogatása elképzelhetetlen informatikai eszközök nélkül. Ezek közül a PLM (product lie cycle menedzsment) szoftvereket érdemes megemlíteni. A PLM szoftverek az ötlettől a tervezésen és a gyártáson át, egészen a termékhez kapcsolódó szolgáltatásokig kezelik a termékhez kapcsolódó információkat, magukba integrálva a számítógéppel támogatott tervező (CAD), megmunkálás tervező (CAM), analízis (CAE), illetve a termékadat-kezelési (PDM) és digitális gyártási rendszereket. A piaci siker erősen függ a meghozott döntések minőségétől és gyorsaságától. Az egyre jobban növekvő termékadat-mennyiség, amely több üzleti területről és forrásból származik, egyre inkább bizonyítja, hogy a termékekhez kapcsolódó adatok megfelelő kezelése kritikus probléma egy vállalat életében. A PLM rendszer e probléma hatékony kezelése érdekében minden emberhez, eszközhöz, és termékhez kötődő adatot és információt egyesít (17. ábra). A rendszer aktívan támogatja a felhasználókat a csoportmunka

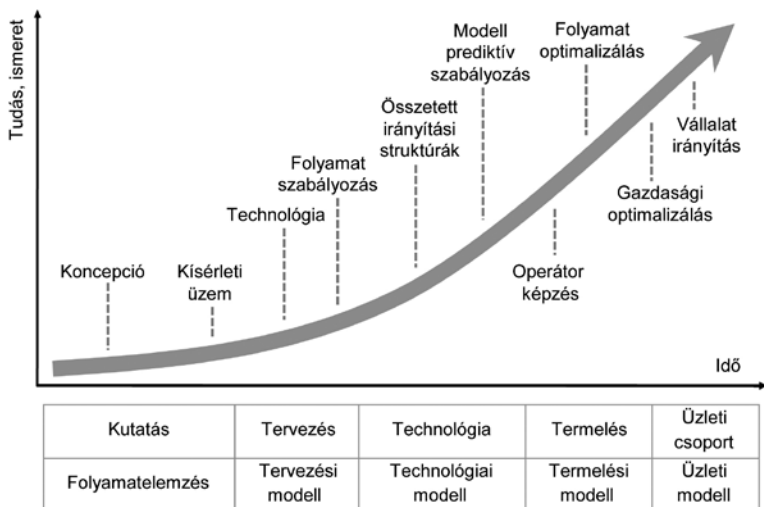
és a csoportos döntéshozatal megvalósításában, illetve az információkat egyértelműsíti és vizualizálja. A Siemens PLM rendszere például egy intuitív 3D-s grafikus felületet biztosít, melyen az összetett adatok, a kapcsolódó elemek hálózata és a bonyolult 3D terméktervek egyaránt megjeleníthetők, s egymással megoszthatók.



17. ábra Az innovációt támogató PLM rendszer alkalmazása (Forrás: Bechtold, 2014)

Tekintettel arra, hogy a termékekkel összefüggő döntések és információk több szervezetben, rendkívül sok munkatárs bevonásával keletkeznek, a döntések támogatásához felhasználható információk heterogén formátumban és információforrásokon érhetők el. A cél ezeknek az adatoknak az integrálása és konszolidálása, vagyis a termék tervezését és az innovációt támogató adattárházak létrehozása, illetve minden olyan információ összegyűjtése, amely a későbbiekben a fejlesztést támogathatja.

További cél, hogy az innovációs lánc egyik lépésében keletkező információk a következő lépésekben is hatékonyan kerülhessenek felhasználásra. E cél elérésének egyik eszköze a modellek hatékony alkalmazása, a „modell integrálja a szervezetet” megközelítésmód szem előtt tartása (18. ábra).



18. ábra Modell által integrált innováció – modell életciklus (Abonyi, 2010)

Ez a koncepció legkorábban a piacvezető vegyipari vállalatok mérnökeiben és vezetőiben kristályosodott ki „a modell integrálja a teljes szervezetet” jelmondatban. A vezető nemzetközi piaci szereplők (DuPont, Dow Chemical, Bayer Technology Services) komolyan hittek és hisznek abban, hogy az adatoknak, az információknak és a tudásnak a kutatás kezdeti munkafázisaitól a gyártási folyamat optimalálásáig végig kell követniük a termék illetve a technológia fejlődését. A jelentős erőfeszítések ellenére e koncepció jelenleg inkább csak elérendő célként, ajánlasként értelmezhető, ugyanakkor, ahogy a következő fejezetben látni fogjuk, a gazdasági környezet kikényszeríti az integrált szemléletmód által vezérelt működést és fejlesztést (Abonyi, 2010).

A számítógéppel támogatott folyamatmérnökség eddigi nemzetközi és hazai fejlődése azt mutatta, hogy ez a már születésekor a számítástechnika és a vegyészmérnökség határán elhelyezkedő tudományterület a jövőben még inkább interdiszciplinárisává válik. Az elmúlt két évtizedben olyan újabb tudományterületek eredményeit és megközelítési módjait

integrálta magába, mint a számítástudomány, a mesterséges intelligencia, a rendszer- és irányításelmélet, a jelfeldolgozás, a rendszer-biológia, a környezettudomány, az ökológia, és a menedzsment, hogy csak a legfontosabbakat említsük.

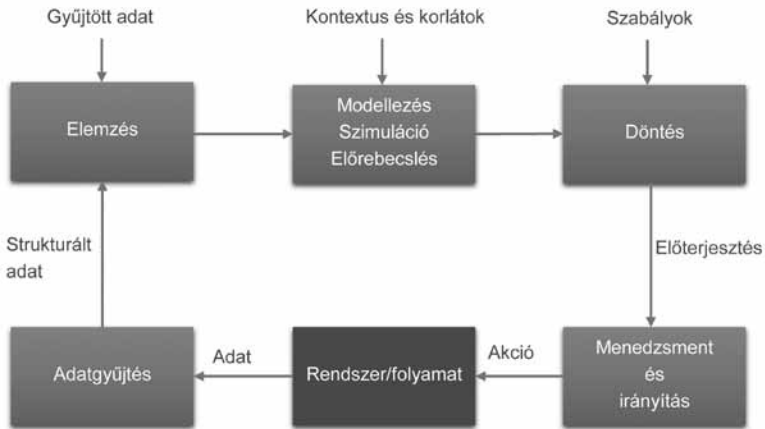
A jövő legfontosabb tudományos kihívásait a fent említett erős interdiszciplináris jelleg és annak tartalmi változásai hozzák létre. Ezeket a kihívásokat jellegük szerint csoportosíthatjuk.

- A különböző léptékszinteken vagy különböző technikákkal különböző feladatosztályokra felállított modellek, elért eredmények integrált kezelését és értelmezését célzó kutatások tartoznak az integrációs kihívások közé.
- Az új, a számítógépes folyamatmérnökség területén eddig még gyökeret nem eresztett társadalomtudományi kutatások eredményeinek alkalmazása, illetve a számítógéppel segített folyamatmérnöki területen kifejlesztett módszerek és eszközök rokon tudományterületeken történő alkalmazása, valamint az ezekkel elérhető szinergikus hatás szintén érdekes távlatokat nyithat. Kezdeti, de még nagymértékben feltáratlan lehetőségeket kínál a számítógéppel segített folyamatmérnökség és a környezettudomány, a rendszer-biológia, az ökológia, és általában az élettudományok kapcsolata.

A növekvő mértékű és viszonylag gyorsan változó összetételű interdiszciplináris jelleg nemcsak a tudományterület művelőinek és az eredmények alkalmazóinak jelent kihívást, hanem a tudományterületeket összefogó és menedzselő szervezeteknek is.

Ezen igényből adódóan a „klasszikus” adattárházak építésén túl megjelent az „ipari big data” és az Ipar 4.0 fejlettségi szint szempontjából nagyon fontos „big data értéklánc” módszertan, amely hatékonyan integrál minden fejlesztés során keletkező információt, ide értve a modellezési és szimulációs tevékenységek eredményét is (19. ábra).

Az ábrán ismertetett folyamatos fejlesztést biztosító megközelítésmódhoz hasonlóan épül fel a Siemens HD-PLM keretrendszere is, amely szintén a nagy mennyiségű, erősen heterogén adathalmaz vállalati tudássá alakítása és integrálása érdekében került kialakításra (Heng, 2014).



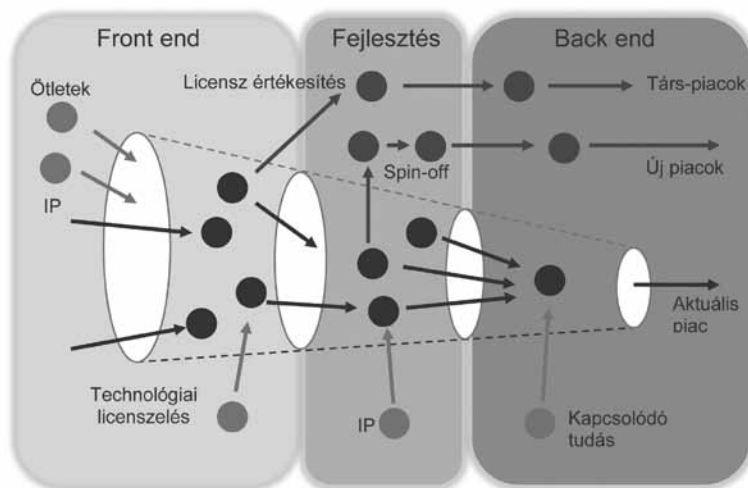
19. ábra Big data értéklánc – azaz big data alapú fejlesztési módszertan
(Forrás: Heng, 2014, ott IBM, 2013)

1.6.2 Ügyelorientált innováció

A termelő folyamatok hatékonyságnövelésének köszönhetően az innovációs képesség válik a meghatározó üzleti előnnyé. Legfontosabb elvárás, hogy a termék ötletétől, a vevői igénytől a termék piacra jutásáig a lehető legrövidebb idő teljen el és az ügyféltől, azaz a (potenciális) vevőkön kívül a gyárthatóság és a költségek pontos tervezhetősége érdekében minden szükséges információ megosztásra kerüljön. Az információk visszacsatolása rendkívül kritikus fontosságúvá válik, azaz ahogyan előző alfejezetben is említettük, olyan megoldások elterjedése várható mely az adat-alapú K+F döntéstámogatást, és az üzleti, kereskedelmi és gyártás-releváns információk hálózatos megosztását lehetővé teszik.

Az innovációra egyre kevésbé lesznek jellemzők a váratlanul felbukkanó „out of the blue” jellegű ötletek. Az ügyfélorientált szemléletmódnak köszönhetően a problémák megoldására törekvő, ill. szolgáltatásfejlesztő jellegű projektek kerülnek előtérbe. Ennek köszönhetően összerosódnak a tradicionális iparágak. Például egy autógyár olyan mobiltelefon alkalmazást fejleszt, mely az autó műszaki állapotának követését és az azzal kapcsolatos figyelmeztetéseket teszi lehetővé.

Ezekben az esetekben - különösen az új termékfejlesztési projektek kapcsán - a *belülről induló innováció* válik meghatározóvá (5. táblázat). Az endogén, belülről táplálkozó innováció mindenféleképpen a már meglévő szaktudásra, speciális szakterületre épít (20. ábra).



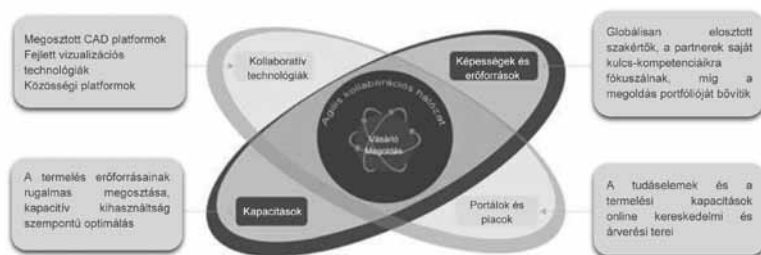
20. ábra A belülről kifelé haladó innováció folyamata (Forrás: Sigloch, 2013)

5. táblázat Az innováció endogén és exogén típusai

	Kívülről befelé	Belülről kifelé
Kooperáció	Stratégiai szövetségek, közös vállalkozások, akadémia szektor kutató-intézetek, ellátási láncok mentén kialakuló együttműködés	Stratégiai szövetségek, közös vállalkozások, akadémia szektor kutató-intézetek, ellátási láncok mentén kialakuló együttműködés
Komplementer hatás	Kívülről érkező javaslatok, szellemi termékek gyűjtése, integrálása.	Licence értékesítés
Közösség	Nyílt forráskód, felhasználói/fejlesztői közösségek, közösségi finanszírozás	Tudásmegosztás. nyílt forráskód
Bevételek új megosztási modellje		Spin-off, vállalati inkubátor, stratégiai szakmai befektetés

A kapcsolódó eredmények megosztása az innovációs láncon keresztül számos rendkívül izgalmas kérdést vet fel, amelyek közül talán a legjelentősebb az olyan szakmai közösségekkel való kapcsolat kérdése, amelyek napjainkban egyre népszerűbb 'nyílt' megoldásokat fejlesztenek ki.

Az innovációs lánc integrálása szintén nyíltságot, áttekinthetőséget, azaz információk megosztását teszi szükségessé. Ezeknek az információknak a tervezési adatokra, a kapacitásokra, a képességekre és az erőforrásokra, illetve a piac ismeretére kell kiterjednie (21. ábra).



21. ábra Hálózati formában megvalósuló innováció feltételrendszere (Forrás: Bechtold, 2014)