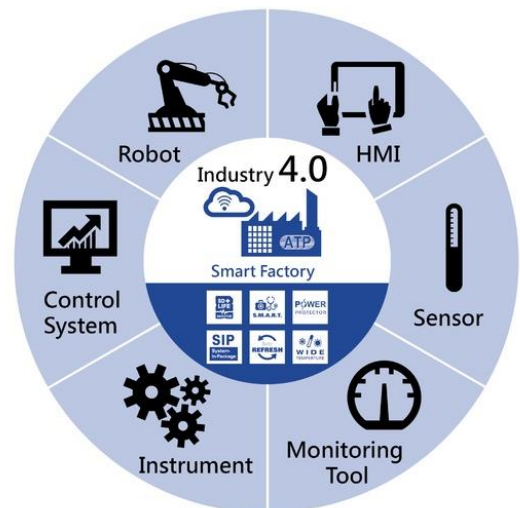


Világszerte küzd a hagyományos gyártó ipar a digitális átalakulással, amely felgyorsult az exponenciálisan növekedő technológiák által (pl. intelligens robotok, önállóan működő drónok, szenzorok (érzékelők), 3D nyomtatás) A cégek gyártási folyamataiknak át kell venniük ezt a gyors változást, ha nem szeretnék lemaradni a szektorukban, és a konkurenciáiknál történő fejlődés során. A dolgok, szolgáltatások, adatok és emberek internete át fogja alakítani a gyártást. A szakemberek erre a fejlődésre az „Industry 4.0” kifejezést használják.

Ipar 4.0

Jegyzet (utoljára módosítva 2016.11.16)



Dr. Husi Géza
Debreceni Egyetem Műszaki Kar

Bevezetés

„A nyugati civilizáció eddig három ipari forradalmat élt meg, a gőzgépek, szerelőszalagok és az automatizáció után most egy teljesen új, negyedik ipari forradalom zajlik. A legújabb ipari forradalom arról szól, hogy a fizikai gépek és tárgyak egy információs hálózatba kapcsolódnak, a reaalgazdaság egyetlen hatalmas, intelligens információs rendszerbe integrálódik. Az ipar 4.0 pedig egy olyan koncepció, amely az újkeletű forradalom kihívásaira ad válaszokat, mégpedig elsősorban az ipari folyamatok teljes digitalizációjával. De nem csupán a technológia térhódításáról van szó, hanem az üzleti folyamatok paradigmaváltásáról is. Magyarországnak és Európának pont az ipar 4.0-ra van szüksége.” [1] Az Ipari 4,0 jelenti a gazdasági hálózat által zökkenőmentesen hajtott és időben a csatlakoztatott eszközöket, technológiákat és folyamatokat. A hagyományos gyártóipar világszerte küzd a digitális átalakulással a felgyorsult az exponenciálisan növekedő technológiák alkalmazásával, mint pl.: intelligens robotok, önállóan működő drónok, szenzorok, 3D nyomtatás. A változás irama Moore törvényét igazolja¹, a cégek gyártási folyamataiknak át kell venniük ezt a gyors változást, ha nem szeretnék lemaradni a szektorukban, és a konkurenciáiknál történő fejlődés során. A vállalatoknak integrálniuk kell az értéklánc minden különböző részét, a gondolattól egy termék megtervezéséig, legyártásáig, és értékesítés utáni szolgáltatásokig. Szakértők szerint is ez alapvetően fogja megváltoztatni egy termék rendelését, elkészítését és fogyasztását, voltaképpen egy „új világ kezdete lesz”. Az Ipari 4.0 át fogja alakítani a termelés szerkezetét - és meg fogja változtatni a globális versenyképességet - új lehetőségeket ad a vállalatoknak az értékteremtéshez.

Ezek a trendek nem hasonlíthatóak szimplán a gyártás-automatizálás egy magasabb szintjéhez, a folyamathoz, amely az 1970-es évek óta az elektronikában és az információs technológiában történő fejlesztések által vezérelt. Világszerte a gyártóipar által átvett információs és kommunikációs technológia kövezi az utat az áttöréseknek a fejlesztésben, gyártásban és az egész logisztikai láncban. Az ipari termelésben kulcsfontosságú volt a világ növekedése és jóléte, több mint 200 éve. A társadalom mélyreható változásai, az üzleti vállalkozások, és a technológia mind arra utalnak, hogy egy új ipari forradalom van folyamatban. [2] A gyártók szembesülnek megnövekedett költségekkel, valamint a piaci illékonyosságával. A termék életciklusok egyre rövidebbek ugyanakkor a fogyasztók egyre összetettebb, egyre egyedibb termékeket követelnek egyre nagyobb számban.

Az új technológiák a legerősebb átalakulást hozzák. Szenzorok és mikrocsipeket adhatunk szinte minden termékhez (szerszámokhoz, gépekhez, sőt még a nyersanyaghoz is), így a termékek "okossá" válnak. Látni fogjuk, a rendelkezésre álló adatok drámai növekedését, az eszközöknél, amelyeket használni fognak a jobb elemzéshez és ellenőrzéshez.

A termelés nagyon érzékeny és szervezetté válik bármilyen méretű vállalatnál.

Ez a hálózatépítés „a dolgok, szolgáltatások, adatok és emberek internete”-n belül át fogja alakítani a gyártás jövőjét. A szakértők erre az „industry 4.0” kifejezést használják, hogy utaljanak a negyedik ipari forradalomra négy fő jellegzetesség alapján:

¹ 1965-ben az Electronics Magazine felkérte Gordon Moore-t, hogy írjon egy cikket az elektronikai ipar fejlődéséről. A lap 1965. április 19-én megjelent számában Moore korábbi tapasztalatai alapján azt jósolta, a chipre integrálható alkatrészek -- ellenállások, tranzistorok -- száma 18 havonta megduplázódik és 1975-re elérheti a 65 ezret is. "Szerintem egy ilyen nagy áramkört akkor már meg lehet építeni egy szilíciumszeleten" -- írta Moore. A 60-as évek közepén a kutatók egy chipre még csupán 50-60 alkatrészt tudtak sűríteni. Gordon Moore 1965-ben még a világ akkori legnagyobb félvezetőgyártójánál, a Fairchild Semiconductornál dolgozott. (forrás: <http://www.hwsz.hu/hirek/28747/negyven-eve-szuletett-moore-torvenye.html>)

- Az intelligens gyártási rendszerek vertikális hálózatba szervezése, intelligens gyárak és intelligens termékek egybefűzése az intelligens logisztikai folyamatokkal, gyártással, magában foglalja a marketinget és intelligens szolgáltatásokat, egy erős szükséglet-orientált, individualizált, és vevő-specifikus gyártás-üzemeltetést.
- Horizontális integráció jelenti az új generációját a globális értékteremtő hálózatoknak, mely magában foglalja az üzleti partnereket és vevőket. Ez egy új üzleti és együttműködési modell, mely átível országokon és kontinenseken.
- Mindenén átívelő mérnöki tevékenység, mely nem csak magát a gyártást fedi le, hanem az egész értékláncot a végtermékig.
- Felgyorsulás az exponenciális technológiák révén, amelyek, habár nem túl újak a maguk fejlődési történetében, mégis most alkalmazhatóak, mint egy tömeg-piaci alkalmazás, mivel áruk és méretük lecsökkent (mint pl. szenzor technológia), és számítástechnikai erejük pedig hatalmasat emelkedett. [3]

„Az ipar 4.0 (Industry 4.0) a hazai vállalatok számára is egyre inkább napi valósággá válik. Ahogy az okos telefonok használata átalakította mindennapjainkat, a jóval konzervatívabb, hagyományos iparágak sem kerülhetik el az információtechnológia térnyerését. A külföldi tulajdonú cégek az anyavállalattal szinte egyidőben vezetnek be az új technológiákat, legyen szó a hatvani Robert Bosch, vagy éppen a kecskeméti Mercedes-Benz online logisztikai megoldásairól. Kétségtelen, hogy a multinacionális cégek számára ezek a megoldások rendkívüli előnyöket biztosítanak, viszont az a hazai vállalat, amely külföldre termel, vagy valamely multi beszállítója, bizony hamarosan szembesülhet az ipar 4.0 követelményeivel [4]. Magyarországon az Ipar 4.0, a digitális fejlődés motorja az Irinyi-terv. A Magyar Kormány és az ipari szövetségek egyértelmű lehetőségeket látnak abban, hogy új gyártási környezet létrehozásával hosszú távú munkahelyteremtés és a gazdasági növekedés eredményezhető. Ez egy valóban globális téma, ahogyan a hagyományos ipari országok és a feltörekvő gazdaságok igyekeznek tovább automatizálni a termelést, helyreállításokat végezni, vagy a gyártási bázisukat növelni. A jegyzet D3ebreceni Egyetem Műszaki Kar hallgatóinak készült a Magyarországon és külföldön megjelent, a témával összefüggő publikációkból, mindenhol megjelenítve a forrást. Ha valahol ez elmaradt volna, kérem, jelezzék felém és pótolom.

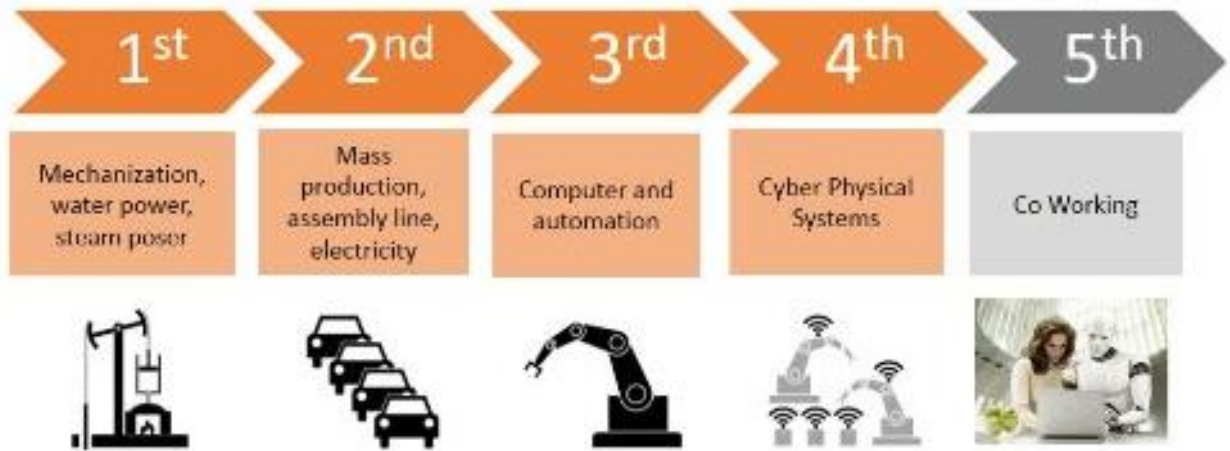
Debrecen, 2016. április - november.

Husi Géza

Tartalom

Bevezetés.....	1
Az okos eszközök megjelenésének hatása az iparra	5
Ipar 4.0 alapkonceptiója [8]	8
Horizontális és vertikális integráció [13]	11
Kiber Phisics Factory - a kiber-fizikai valóság	11
A dolgok internete [15]	16
Egy példa a folyamatok összefonódására a dolgok internetére [8]	18
5. Egyedi tömeggyártás	19
Az Ipar 4.0 jellemzői és ipari megoldások	20
Ipari megoldások	22
Termék és gép kommunikációja.....	22
e-kanban.....	23
Az állag-előrejelzése és megóvása	25
Gyártás és informatika [18]	26
A jövő üzeme	29
Hálózatba szervezett gyártás.....	29
Robotok vagy emberek? Robotok és emberek!	30
Retrofit-megoldás [20]	31
Módszertan CPS (kiber-fizikai) alapú 4.0 ipari rendszerek tervezésére	33
ESETTANULMÁNYOK [9]	34
Ipari robotok.....	34
Akkumulátorok	35
Magyarország a negyedik ipari forradalomban [1]	37
Megjegyzés	40
Ipar 5.0 ?	41

The four Industrial revolution

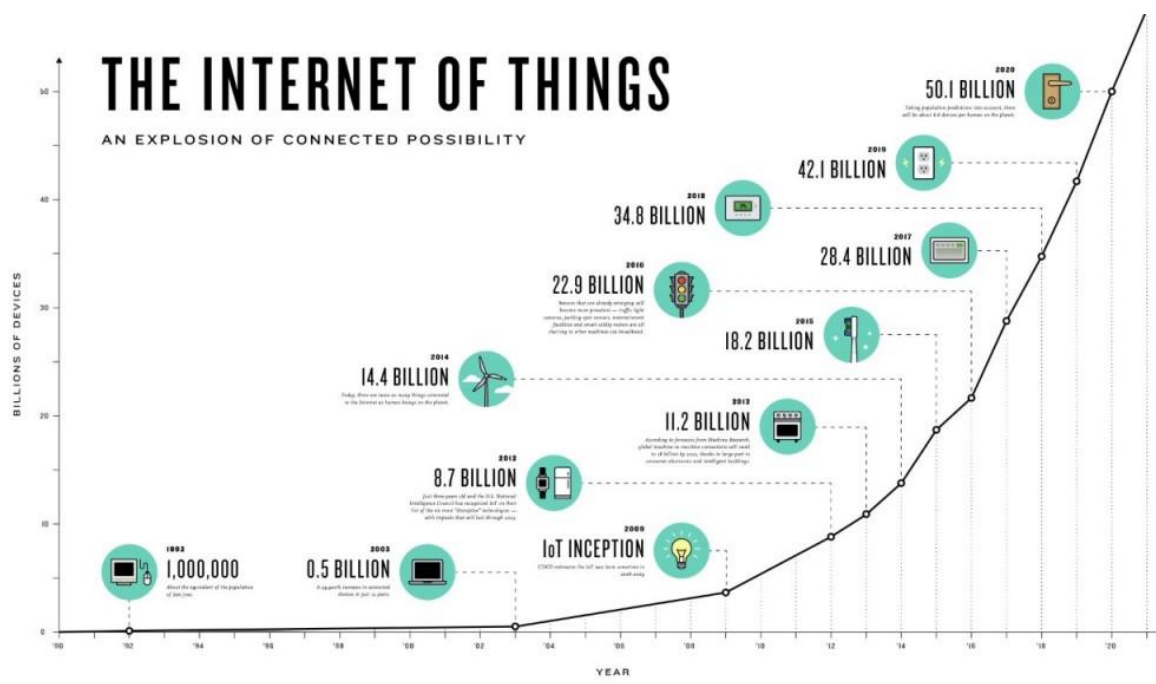


..... 41

Hivatkozások..... 42

Az okos eszközök megjelenésének hatása az iparra

Az okos eszközök megjelenése alapvetően megváltoztatta életünket. 1995-ben 6 millió számítógép volt hálózatba kötve, mára ezek az eszközök körülbelül 6,6 milliárdot tesznek ki, és egyes becslések szerint 2020-ra 50 milliárdra nő a számuk. Ezen belüli fejlődés eredményeképp keletkezik intelligens kapcsolat és kommunikáció a gépek között a kiber-fizikai rendszerekben.



1. ábra Internet of Things (IoT) előrejelzése

A kiber-fizikai rendszerekben megalapul a gép-gép (M2M) közötti kommunikáció, amely lehetővé teszi, hogy a hálózathoz csatlakoztatott készülékek információt kezdeményezhetnek és cserélhetnek emberi beavatkozás vagy segítség nélkül. A legfontosabb kérdés, hogy az ipar ebből mit tud profitálni.

Több iparági elemző a napjainkban zajló technológiai fejlődés jelentőségét az elmúlt korok ipari forradalmaihoz hasonlítja: a gőzgép megjelenése, a tömeggyártás általánossá válása, majd az elektronika és információtechnológia elterjedése után ma a virtuális és fizikai valóság összeolvadásának, vagyis a negyedik ipari forradalomnak vagyunk részesei. Számos vállalat kimozdul a tradicionális ipari környezetéből, hogy összefogja az érték folyamatot. Az Ipar 4.0 ezt fogja támogatni azzal, hogy az egymáshoz csatlakozó rendszerek, hálózatok és gépek okossá válnak, ezáltal okos hálózatok és még okosabb városok jönnek majd létre.

A történelmi párhuzamot erősíti, hogy a technológiai fejlődés élén többnyire ugyanazok az országok állnak, amelyek korábban is élén jártak az ipari fejlődésben: a világ egyik felén az Egyesült Államok, Európában Nagy-Britannia, Franciaország és mindenekelőtt Németország cégei azok, amelyek rendelkeznek elegendő anyagi és intellektuális erőforrással ahhoz, hogy a következő évtizedek technológiai fejlődésének irányát szabjanak.” [4]

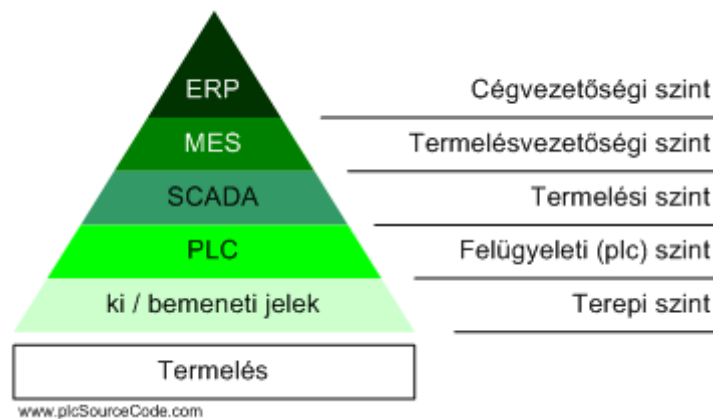
A Doolittle felmérése szerint [3]: „a cégek jól látható többsége meg van arról győződve, hogy a digitális átalakulás az Ipar 4.0-ra növelni fogja a versenyképességüket. Csak egy kis része a cégeknek látja, hogy ez az átalakulás hogyan érinti a jelenlegi üzleti tevékenységeiket, habár hiszik, hogy egy nagyobb

változás elengedhetetlen. Néhány egyedüli cég bosszankodik azon, hogy az Ipar 4.0-val lelassul a trend, hogy áthelyezzék a gyártásokat az ún. alacsony munkabérű országokba, de ez az elégedetlenkedés elkerüli azt a tényt, hogy az automatizálás eredményeképpen látszik, hogy ezeket az áttelepítéseket inkább az hajtja, hogy a gyártás helyben legyen, ahol növekednek a piacok, mint az, hogy olcsó legyen. Az Ipar 4.0-ra való digitális átalakulásnak hatása lesz mind a helyi, mind a globális érték-áramlásra alacsony költségű és magas költségű országokban is.”

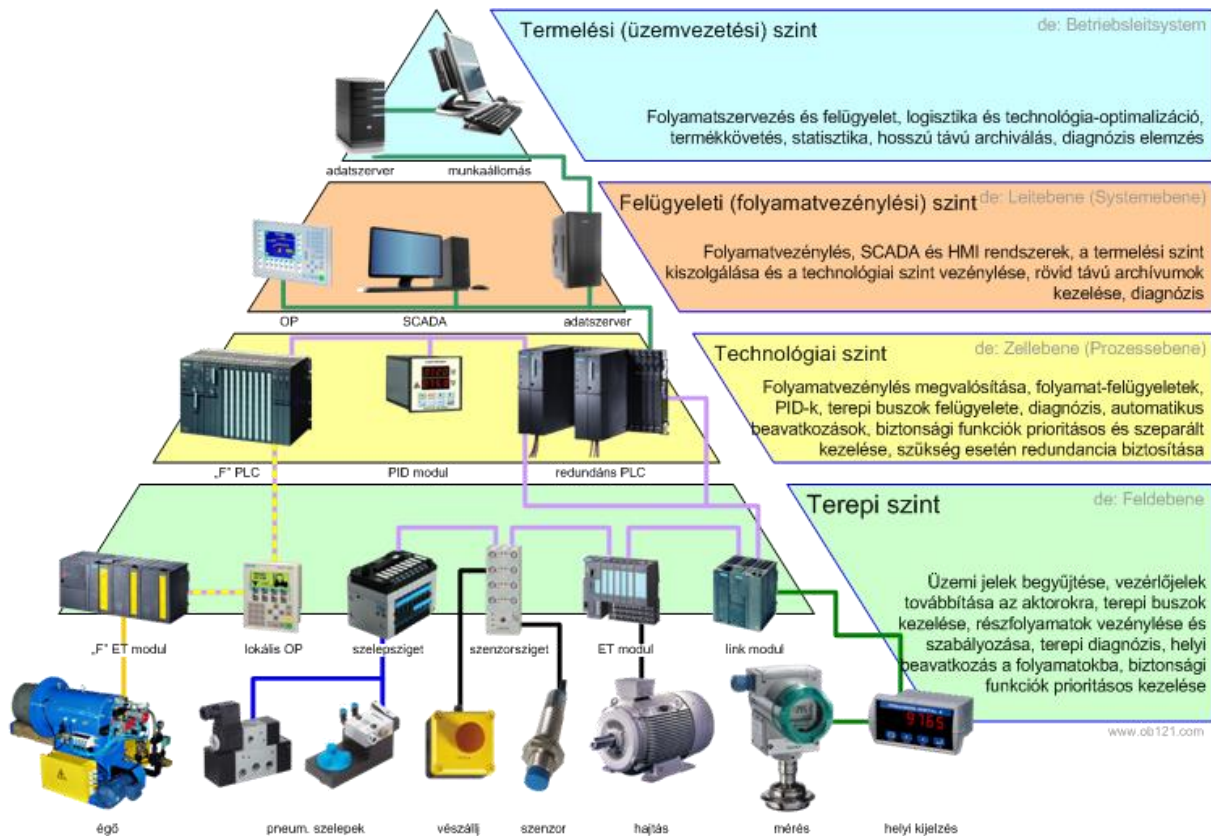
Az ipar 4.0 ugyanakkor nagy lehetőséget ad a vállalatoknak. Új utakat fog mutatni a cégeknek, hogyan integrálják a vevők igényeit és kívánalmait a fejlődésükbe és a gyártási folyamataikba, bevonva a közvetlen adat megosztást köztük és a géppark között. Ezáltal könnyebb lesz a gépi adatok elemzése, ennek segítségével fejleszthető a minőség és megelőzhetőek a hibák a gyártási folyamatban. Kockázati szempontból a vállalatok azt hiszik, hogy az Ipar 4.0-ba való digitális átalakulás még jobban növeli az amúgy is fokozott IT kockázatot a gyártásban. A vezető vállalatok proaktívan közelítik meg mind a lehetőségeket, mind a kockázatokat. [3]

Sem Európában sem Magyarországon nincs meg a vállalatoknál a szükséges személyzet ahhoz, hogy végrehajtsák a digitális átalakulást az Ipar 4.0-ra. Egyharmada a cégeknek rendelkezik a megfelelő IT struktúrával ehhez, de csak fele gondolja azt, hogy nem teljesen alkalmas az IT infrastruktúrájuk. A többi cég szerint nincs meg ehhez a megfelelő IT infrastruktúrájuk. Ahhoz, hogy ez az átalakulás sikeres legyen, elengedhetetlen, hogy a vállalatok elegendő ráfordítást eszközöljenek a megfelelő képességekbe és egy kiváló IT infrastruktúrába. [3]

Az ipar 4.0 tehát a különböző elemek hálózatokba kapcsolásán alapul. Az irányítórendszer szerepét intelligens kommunikációs rendszerek töltik be, melyek az automatizálási piramis különböző szintjein mérnek meghatározott eredményeket.



2. ábra Elméleti automatizálási piramis [5]



3. ábra Gyakorlati automatizálási piramis [5]

A cégek ipar 4.0-hoz kapcsolódó megoldásai középpontjában az emberek, gépek és tárgyak valós idejű, intelligens összekapcsolása áll. Az eszközök okos (smart) tulajdonsággal rendelkeznek, ezáltal részei egy olyan környezetnek, ahol egyrészt egyedi eszközként is tudnak működni, de összefogva valami újat, mást, többet képes biztosítani. A különböző eszközök nem csak alapfunkciójukat látják el, hanem képesek arra, hogy többlétszolgáltatást biztosítsanak nagyobb rendszerek számára is. Az okos eszközök alkalmazásának egy további szintje, amikor a különböző telephelyeken működő gépsorok valamennyi adatát összegyűjtve valós időben kapunk információt a gyártás aktuális állapotáról, így optimális döntés hozható az egyes gyártósorok átszervezéséről, vagy éppen új eszközök gyártásának beindításáról. A gyártási folyamatok lényegesen felgyorsulnak, egyre nagyobb adatmennyiséget kell kezelni, ami a szoftveres háttér megerősítését is jelenti. [4]

Az elmúlt évtizedben olyan sokat ígérő eszközök, mint a Vállalati rendszerek a cégeknek megoldásokat ajánl termelékenységük és az általuk nyújtott szolgáltatások, minőségének javítására. A világ iparának verseny jellegű természete a cégeket arra készteti, hogy versenytársaikkal szembeni pozíciók biztosítása érdekében minél több korszerű technológiát valósítsanak meg. [6] A kommunikáció és számítástechnika területén nemrég végbement technológiai fejlődés költségtakarékos megoldásokkal szolgálnak a cégek számára eszközforrásokról hatalmas mennyiségű adat megszerzésére és átvitelére. E hatalmas adatsorok következetes kezelése nem érhető el könnyen és ezért a „Nagy terjedelmű Adatok” kezelése a legújabb téma a világ iparában. A kutatók és a cégek erőfeszítései olyan módszerek és fogalmak, mint egyes dolgok és összekapcsolt rendszerek hálózatának bevezetésére irányulnak, hogy megoldást nyújtsanak a „Nagy Terjedelmű Adatok” környezetében. Ezért a céges adatok Nagy Terjedelmű Adatok környezetében történő kezelésének és elemzésének szükségszerűen szisztematikus megközelítései a jelenlegi lapokban szereplő több kutatási tanulmány célja. [7]

Noha a gyártási folyamatoknak megvannak a maguk hagyományai és szigorú előírásai, a korszerű informatikai eszközök nélkülözhetetlen elemei a fejlődésnek. Jellemzően hosszú az út, amíg egy ötletből termék születik, ami aztán eljut a végfelhasználóig. A folyamat része – többek között – a tervezés, a gyártórendszer kialakítása és működtetése, az anyag- és alkatrész-beszállítások megszervezése, maga a gyártás, majd az elkészült termékek raktározása és elszállítása az értékesítési pontokra. Összességében tehát egy hálózatról van szó, amely magában foglalja és összekapcsolja a tervező- és fejlesztőműhelyeket, a gyárat, a raktárakat és az elosztóközpontokat.

Az egyre több termékhez, valamint kombinált, termék-szolgáltatáshoz hasonlóan, manapság a gyártási folyamatokra, illetve az azokhoz kapcsolódó gyártórendszerekre is jellemző az informatika egyre erőteljesebb megjelenése. Magasabb szintre emeli az automatizálást, és olyan lehetőségeket teremt, amelyek korábban – a sokéves tapasztalat és a szaktudás dacára – nem álltak rendelkezésünkre.

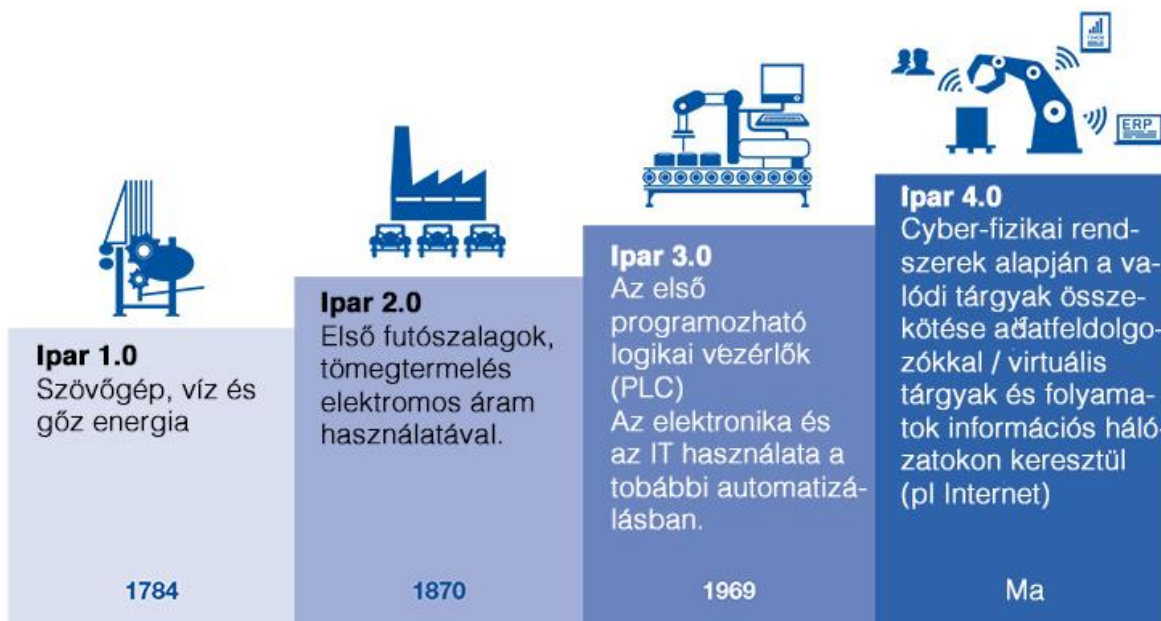
Persze az informatika eszközei is folyamatosan fejlődnek, ennek megfelelően a gyártástechnológiában, illetve a teljes gyártói hálózatban is megjelennek és fontos szerepet játszanak a legkorszerűbb megoldások, mint például a big data technológiák, a tárgyak internete (Internet of Things, IoT) vagy a felhőalapú számítástechnika.

Ipar 4.0 alapkonceptiója [8]

Az Ipar 4.0 (industry 4.0) kifejezés egy jövőbeli fejlődési szintre vonatkozik a szervezetben és a vezetésben az egész értékteremtési láncon keresztül a gyártóiparban. Másik jelentése ennek a folyamatnak a „negyedik ipari forradalom”.

Az Industry 4.0 fogalma széles körben használatos szerte Európában, különösen Németország ipari szektorában. Az Egyesült Államokban és általánosságban az angol nyelvű területeken a szakértők az Internet of things (IoT dolgok internete), a mindenség internete (internet of everything) , vagy az ipari internete (industrial internet) kifejezéseket használják erre.

Az ilyen versenyen alapuló és alkotó jellegű környezetnek, új kifejezéseknek és szóhasználatoknak az ipar éppen aktuális követelményeinek és kívánalmainak kell megfelelniük. Németország nemrég jelentette be a 4.0 módszertant mint a negyedik ipari forradalmat. Az előző három az 1784-ben megalkotott "az Első mechanikus szövőszék", az 1870-ben felépített "Első futószalag", illetve az 1969-ben megalkotott első programozható logikai vezérlőszerkezet (PLC). A 4.0 ipari szaknyelv alapján az intelligens adatelemzést és összekapcsolt rendszereket egyesítjük a gyári átalakítás és termelésirányítás területén új szempont kialakítása érdekében.



4. ábra Az ipar "forradalmi"

Az 1. táblázat ábrázolja a mai gyár és a Ipar 4.0 szaknyelv szerinti gyár közötti különbségeket.

1. táblázat A mai gyár és az Ipar 4.0 gyár összehasonlítása [9]alapján

		mai gyár (2016)		Ipar 4.0 szerinti gyár (jövő)	
	adatforrás	főbb jellemzők	főbb technológiák	főbb jellemzők	főbb technológiák
összetevő (komponens)	szenzor	pontosság	okos szenzorok (smart sensor) és hiba detektálás	saját működés ismerete, előre jelző képesség	minden apró jellemző figyelése, élettartam előrejelzések,
gép (gyártósor)	vezérlő	gyárthatóság és teljesítmény (minőség és átbecsátóképesség,	állapot alapú rendszerfigyelés és diagnosztika	saját működés ismerete előre jelző képesség összehasonlíthatóság képessége	valósídejű vagy időben történő megelőző állapotjelzések
gyártórendszer	hálózatba szervezett	teljesítőképesség és teljes eszközhatékonyság (TEH), (OEE Overall Equipment Effectiveness)	Lean műveletek: munka és selejt, hulladék csökkentés	önmaga konfigurálása önmegekarbantartása önszervező képesség	kockázatmentesség, teljesítőképesség

a két kulcsfontosságú infrastruktúrát, vagyis a 4.0 ipari szaknyelvet és a Kiber fizikai rendszereket adatkezelés és a jelenkor iparának lehető leghatékonyabb termelésének előmozdítása céljából. Ezen kívül előrejelzési és állagmegóvási módszereket ismertettünk a nem látható és az üzemek között bekövetkező hibák és állagromlások feltárását szolgáló megközelítéseket. Manapság a legtöbb PHM módszer alkalmazásával válnak az adatforrások. Az adatforrások több száz érzékelésre vonatkozó és

rendszer szintű adatot tartalmazhatnak és az aktuális adatforrásba történő betekintést, valamint eredmények előrejelzését teszik lehetővé. A PHM rendszerek jelenlegi meghonosításához használt adatnál azonban sokkal több adat létezik. Az adatforrások egész láncolatának, valamint azonos forrásokból származó, életciklussal rendelkező történeti adatok és rendszer konfigurációból származó adatok egyenrangú értékelése csak néhány példa a számtalan, jelenleg figyelmen kívül hagyott adaton belül. A PHM esetében például különböző hibákat kell feltüntetni a források pontos feltárása és a karbantartó rendszer megbízhatóságának fokozása érdekében.

A források egyik példájában felhozott esetleges hibák nem feltétlenül következnek be, de egy több száz hasonló forrást irányító összekapcsolt rendszerben előfordulásuk sokkal valószínűbb. Ezért a PHM analitikus gép különböző forrásokból foghat be hibajeleket és ezáltal kifinomíthatja a hibák feltárását és javítja a becslés pontosságát. E hatalmas előrelépés a Kiber-fizikai rendszereknek PHM alkalmazásokra vonatkozó koncepciójának felhasználásával érhető el, amely PHM rendszerekben egy valódi gép Kiber ikermodelljét (avatar) hozzuk létre és az aktuális forrással párhuzamos felhő platformon működtetjük. A Kiber testmodellekben, a források aktuális állaga mellett az integrált ismeretek kiemelhetők és ezáltal a források, valamint a források állaga élethűen utánozható és megfelelő módon bemutatható az erre felhatalmazott felhasználók részére azok kérésére földrajzi korlátok nélkül. Ráadásul az azonos források láncolatának Kiber rendszerükkel történő összekapcsolása nemcsak lehetővé teszi az egyenrangú értékelést és a könyvtárak felhalmozódásának előrejelzését, hanem ennek segítségével a PHM algoritmusok betekintést nyerhetnek különböző források különböző életszakaszaiba, valamint a teszt során felvett adatokba. [9]

A jelenlegi ipari környezetben a magas minőségű szolgáltatásnak vagy végterméknek a lehető legkisebb költséggel történő biztosítása a sikeres ipari üzemek kulcsa, melyek a lehető legnagyobb mértékben igyekeznek növelni profitjukat és hírnevüket. Ily módon különböző adatforrások állnak rendelkezésre a gyár szempontjairól érdemleges információk beszerzésére. Ebben a stádiumban a kutatás egyik fontos témája pl. a termelésben az adatoknak az aktuális körülmények értelmezésére, valamint a hibák és hiányosságok feltárására. A gyár vezetésének rendelkezésére állnak különböző kereskedelmi eszközök az Általános Hatékonyságnövelő Eszközök (OEE) a problémák eredendő okának és a rendszerbe adott esetben becsúzó hibák feltárására. Egy 4.0 ipari üzemből ugyanakkor a hibák figyelésén és meghatározásán kívül az elemek és rendszerek öntudatosá és önfelismerővé kell válniuk, ami a vezetésnek a gyár állapotába nagyobb betekintést nyújt. Ezenkívül a különböző elemek állapotára vonatkozó információk egyenrangú összehasonlítása és egyesítése pontos képet ad az elem és rendszerszintek későbbi állapotáról, valamint a gyár vezetése kénytelen a megfelelő időben történő karbantartásról, megfelelő időben történő karbantartásáról gondoskodni, valamint az állásidőt lehetőleg nullára csökkenteni. A 4.0 ipari szaknyelven kívül a kiber-fizikai rendszer (CPS) kifejezés mutatja be olyan integrált számítógépes és fizikai képességeket, mint az érzékelést, kommunikációt és a fizikai világ [10] felé történő elmozdítást, melyet az amerikai kormány célzott meg 2007 óta új fejlesztési stratégia néven [11] [12].

Ami közös ezekben a fogalmakban és kifejezésekben, az a felismerés, hogy a hagyományos termelési és gyártási módszerek digitális átalakuláson mennek keresztül. Nem olyan régen, a gyártási folyamatok átvették a modern információs technológiát, de a legújabb trendek túlmutatnak az egyszerű automatizáláson, amely az elektronikai és IT fejlődés segítségével fejlődött eddig az 1970-es évektől kezdve. A termelő és feldolgozó ipar által széles körben átvett információs és kommunikációs

technológia (ICT) egyre elmosza a határokat a valós és virtuális világ között, aminek hatására létrejönnek a kiber-fizikai gyártó rendszerek (CPPS). [13]

Horizontális és vertikális integráció [13]

A mostani ipari IT-rendszerek többsége nem integrált digitálisan sem horizontálisan, azaz a gyáron kívül (beszállítók, nagy- és kiskereskedelem, vásárlók), sem vertikálisan, azaz gyáron belül (mérnöki, gyártó, marketing, értékesítési, raktár és egyéb részlegek). De mit jelent ez?

A horizontális integrációra jó példa, hogy a Dassault Systèmes és a BootAeroSpace egy olyan platformot indított el Európában, amely a hadipar és a repülőipar teljes értékláncát integrálja, a beszállítókat a megrendelőket egyetlen helyen hozza össze. A horizontális integráció a globális értéklánc egy új generációját fogja jelenteni, ami azt is jelenti, hogy az áruk, alkatrészek, szolgáltatások egy közös platformon és jóval hatékonyabban cserélnek gazdát.

A vertikális integráció lényege, hogy a gépekben, raktárakban sőt, akár a félkész termékekben olyan szenzorok és hálózati eszközök kapjanak helyet, amelyek lehetővé teszik a gyártási folyamat digitalizálását és hatékonyabbá tételét. Az ezekből a szenzorokból álló új hálózatot ipari internetként is szokás emlegetni. A Bosch Rexroth, egy autóiipari beszállító például egy félautomata decentralizált gyártási rendszert dolgozott ki. A megmunkálendő félkész termékekre az érintéses kapubelépőknél is használ RFID technológiájú kódokat tesznek, amelyek alapján a munkaállomások tudják, hogy milyen munkát kell elvégezni a terméken.

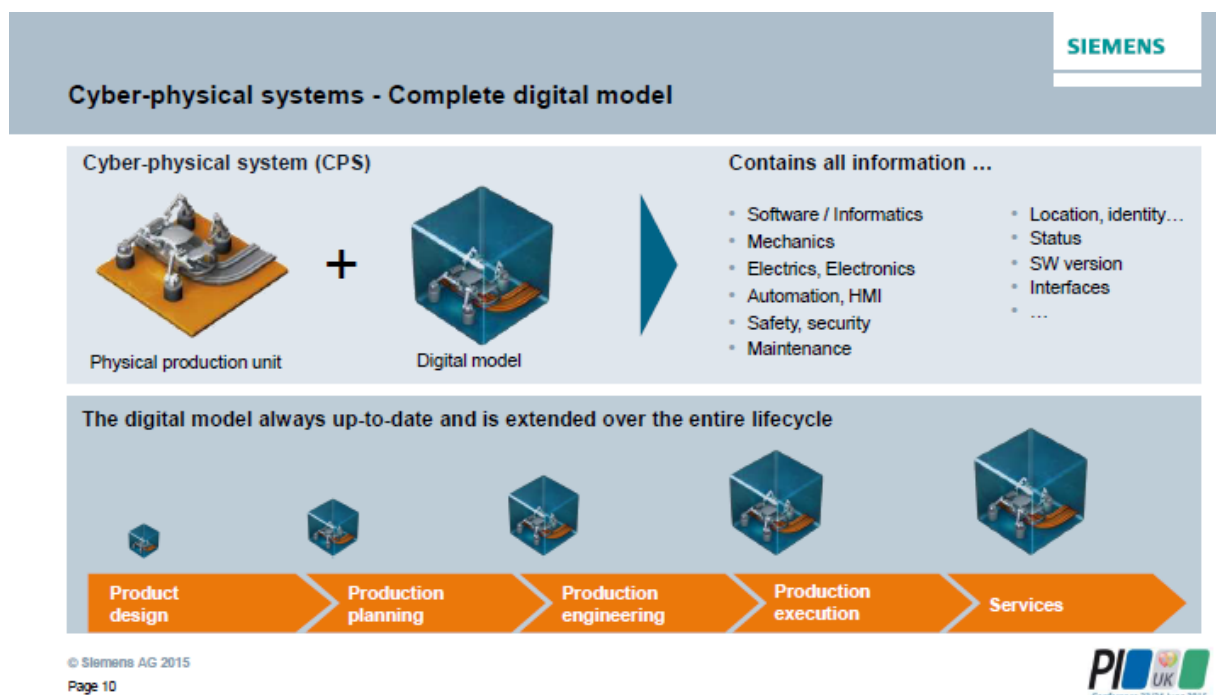
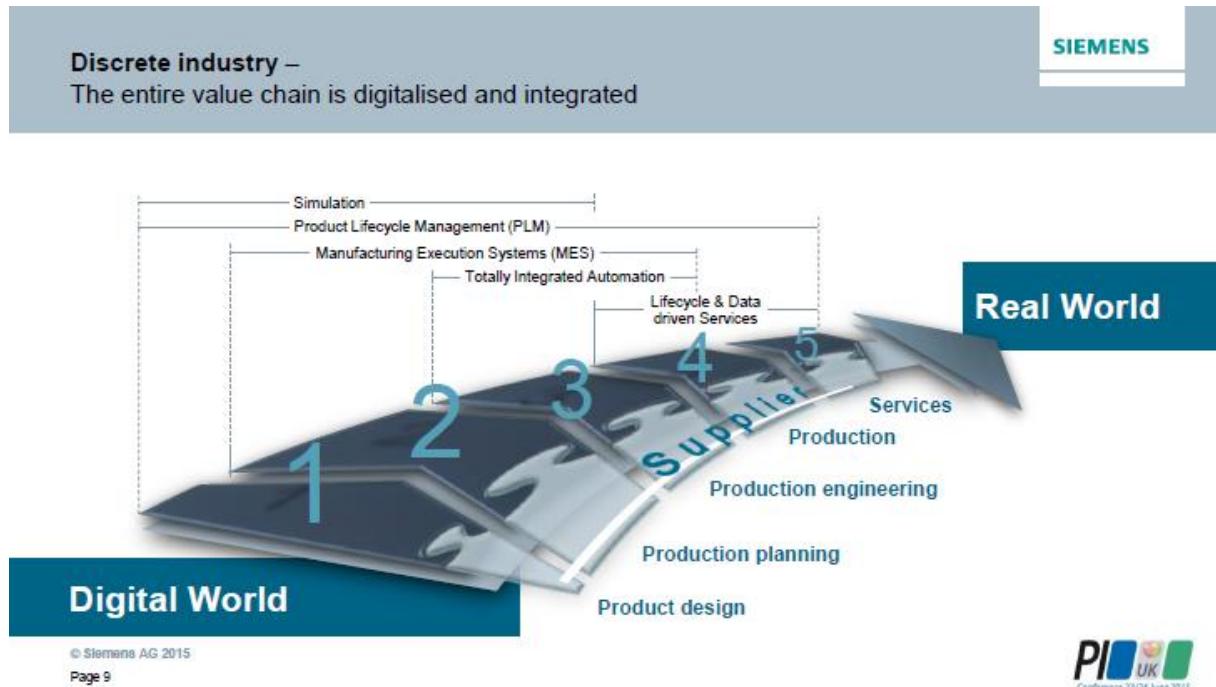
Big Data

Természetesen a gyártási folyamatok digitalizálása azt is jelenti, hogy hatalmas mennyiségű adat keletkezik a gyárakban, aminek az elemzése nem csak nagy számítási kapacitást és adattároló késztséget, hanem speciális elemzési tudást is igényel. Ehhez egyrészt kiváló szoftveres támogatásra, másrészt tehetséges IT-szakemberekre is szükség van, még hozzá az adott iparágban szerzett tapasztalattal. Az adatok elemzésének a döntéshozatalban, a gyártási folyamatok javításában és ezek által a versenyképesség növelésében van nagy szerepe

Kiber Physics Factory - a kiber-fizikai valóság

Az elkövetkező évtizedekben a gyártási és munkafolyamatok fejlesztése, szimulációja és optimalizálása rendkívül realiztikus módon történik. A CAD-modellek és a gyártási adatok segítségével virtualizálhatók az anyag- és az energiaáramlás, intuitív módon megismerhetők a gyártási és munkafeladatok, illetve rugalmasan hozhatók létre gyártási koncepciók. A levegő-, víz- és áramfogyasztásra, illetve a gyártásból és építésből származó kibocsátásra vonatkozó adatok intelligens fogyasztási koncepciók kidolgozására használhatók fel. Az adatok, szoftverek és hálózati technológiák, a gyártó létesítmények üzemeltetése, irányítása és optimalizációja lehetővé teszi a tömeggyártás során az egyéni igények figyelembe vételét, illetve a folyamatok önszervező módon történő optimalizálását. A gyártósorok a meglévő rendelésekhez és ügyfél specifikus követelményekhez egyaránt adaptálhatók. Emellett a vállalat decentralizált rendelés feldolgozó rendszerei által létrehozott adatok a gyártó létesítmény munkaállomásaira továbbíthatók. A gyártási ciklusban ezeket az adatokat RFID-n vagy NFC-n keresztül egyaránt elérhetik az egyes termékek, és a következő munkaállomáshoz érve gyártási lépés indítható el velük. Így a termék éppoly hatékonyan gyártható le az ügyfél kívánalmai szerint, mint

a hagyományos sorozatgyártásban. A jövőben a gyártási folyamat a gyártási hálózatban automatikusan a beérkező rendelések sürgősségéhez lesz alakítható. Az adaptív gyártás szerint a rendelések folyamatosan feldolgozhatók, illetve az anyagbeszerző és logisztikai rendszerekhez továbbíthatók. Az üzemi hálózat ennek megfelelően biztosítja az anyag- és az energiaáramlás optimalizálását a teljes értéklánc mentén.



5. ábra A Siemens modellje [14]

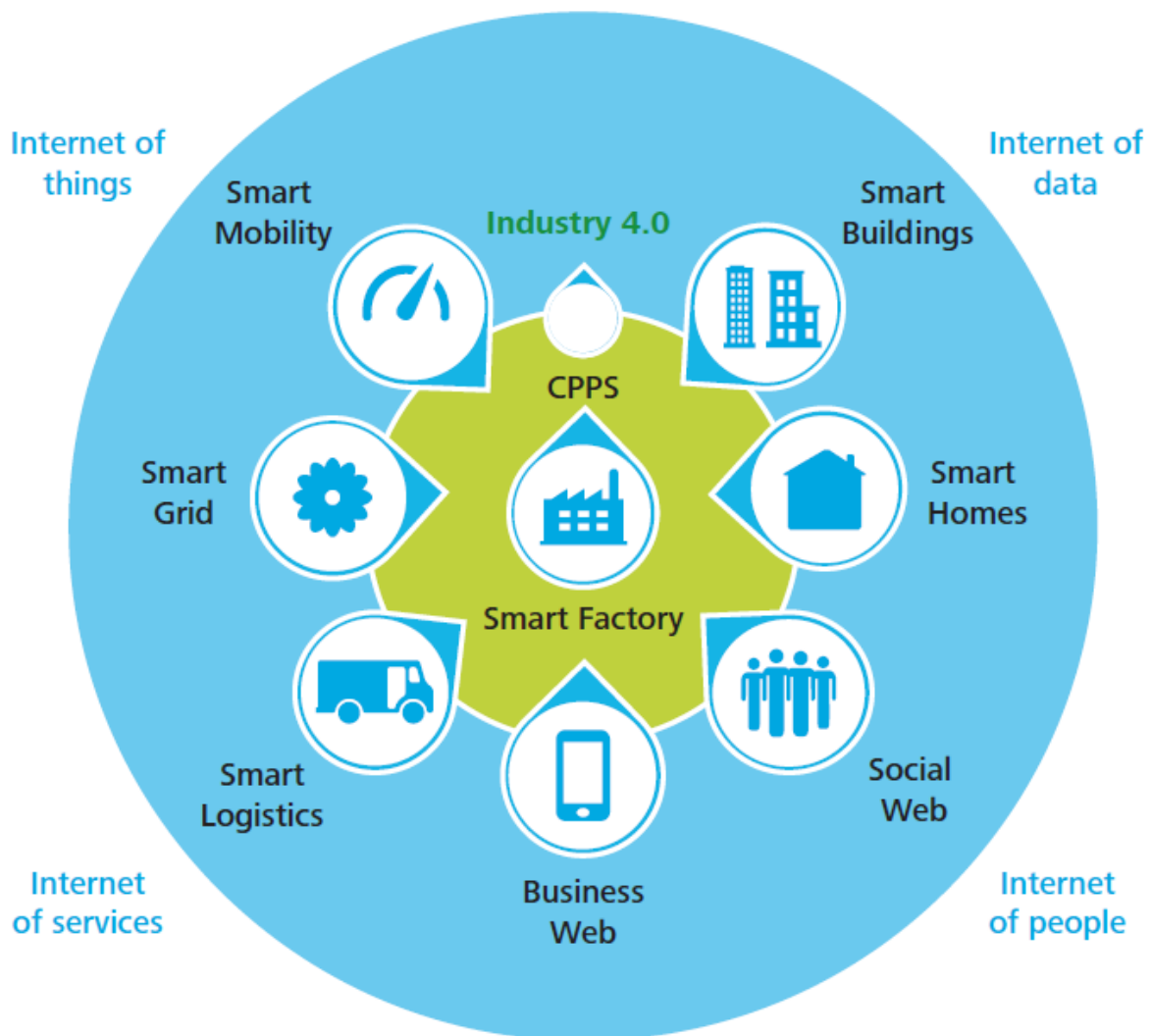
A CPPS-ek a gépek online hálózata, ami hasonló módon működik, mint a közösségi hálók. Egyszóval ők kapcsolják össze az IT technológiát a mechanikus, vagy elektronikus alkatrészekkel, majd

kommunikálnak egymással egy hálózaton keresztül. Rádiófrekvenciás azonosítás (RFID), amelyet 1999 óta használnak egy korai formája volt ennek.

Az intelligens gépek folyamatosan információt osztanak meg az aktuális készlet szintekről, problémákról, vagy hibákról, vagy a rendelések/igények változásáról. A folyamatok és határidők abból a célból vannak irányítva, hogy növeljék a hatékonyságot és optimalizálják az átfutási időket, kihasználják a kapacitást, növekedjen a minőség a fejlesztésben, gyártásban, marketingben és beszerzésben.

A CPPS-ek nem csupán a gépek hálózata, hanem tulajdonságok, gépek, ICT rendszerek, intelligens termékek és jellemzők rendszere az egész értékteremtési láncolatban és a termék egész életciklusán keresztül. Szenzorok és szabályozó alkatrészek teszik lehetővé, hogy a gépek kapcsolatban legyenek a gyárakkal, flottákkal, hálózatokkal és az emberi lényekkel.

Az ilyen fajta hálózatok a kis gyárak alapkövei, amelyek pedig az Ipar 4.0 alapjai.



6. ábra Az Ipar 4.0 környezet [3] szerint

A termelés vállalatokon és országhatárokon átívelő digitalizálása és hálózatba szervezése jelenti az alap gondolatot az Ipar 4.0 mögött. A gőzgépek, futószalagok és automatikus gyártósorok után a negyedik ipari forradalom eredményeként az egyes egységek kommunikálnak egymással és

megszervezik önmagukat. A hálózatba szervezett termelés gépei ma már pontosan tudják, hol melyik alkatrészre van szükség, miként kell megmunkálni, milyen minőségi standardoknak kell megfelelnie, és hol vannak az esetleges szűk keresztmetszetek. Hogy mindez működjön, a gyártási folyamat elemei (gépek, aggregátok, kezelőrendszerek és raktár) szenzorokon és hálózatokon keresztül önállóan kommunikálnak egymással.

Minden termék egy digitális lánchoz fog tartozni. A teljes életciklus és digitális lánc integrálása lesz az alapköve ennek a digitális lánchnak, a meglévő és új innovatív üzleti modelleknek.

Ebben a környezetben a gyártóknak szükségük lesz arra, hogy felismerjék a meglévő információ forrásokat, ezeket és kombinálják és megvizsgálják, azaz modellezzék. Szükségük lesz a technológiára, az adatok különböző forrásából történő létrehozásához, szűréséhez, elemzéséhez és integrálni meglévő informatikai rendszerekkel.

Az információs integrációs szabványoknak fejlődniük kell, egy olyan új szintjére az átláthatóságnak ahol olyan meglévő adatforrásokat elemeznek és kombinálnak, melyeket korábban még soha. Az előretervezés átadja a helyét egy aktívabb, önállóbb, önszervezőbb termelésnek. A merev előretervezési folyamat eltűnik. Mivel a termékek intelligensé válnak és a digitális lánchoz fognak kapcsolódni, képesek lesznek önállóan eldönteni, hogyan kell legyártani őket. Az intelligens gépek lehetővé teszik az aktívabb, önállóbb, önszervezésen alapuló termelést, kisebb gyártó egységek alapján.

A gyártási folyamatok optimalizálása, a digitális láncból származó adatokkal, csak az első fázisa az üzleti folyamatok digitalizálásának.

A vállalatok digitális nagyvállalatokká válhatnak, mely lehetővé teszi számukra, hogy az új igényeket és innovatív ötleteket azonnal be tudják építeni egy termékbe bármikor. [2]

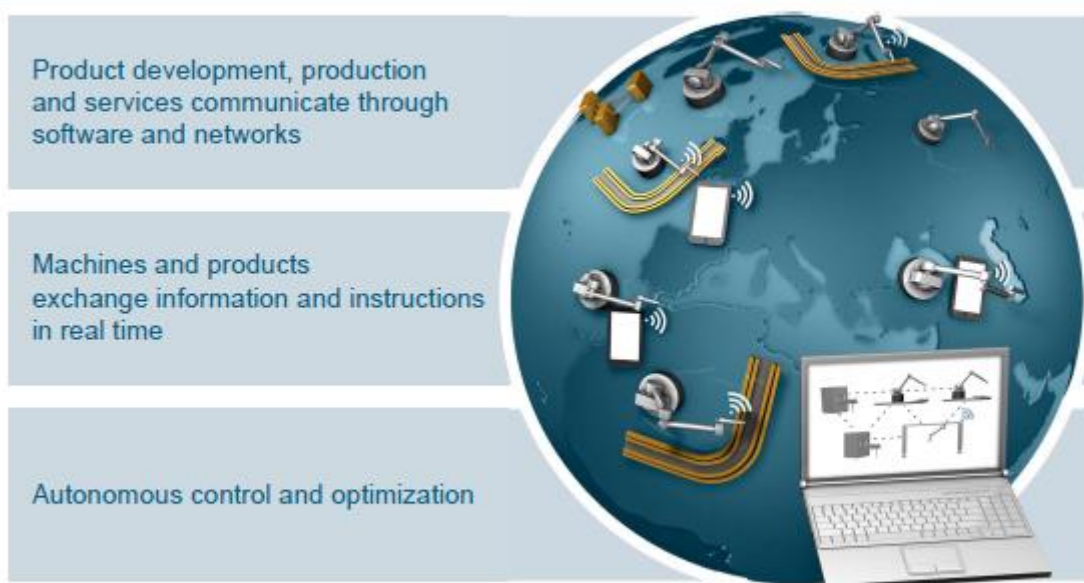
Egy terméket mielőtt fizikailag is lemodelleznénk, a gyártó digitalizálja a termék tervezését, a műszaki jellemzőit és szimulálja a folyamatot is. Ennek a követelménye, hogy a digitális modellek elérhetőek legyenek számítógépes formában vagy a mérnöki folyamatok beépíthetőek legyenek a gyártástervezési folyamatokba, mely szimulálni tudja az egész termelési folyamatot.

A gyártás során a gyártók olyan környezet érzékeny információkat használnak, melyek csökkentik a termelés kockázatait és komplexitását. A teljes átláthatóság és nyomon követhetőség segít felfedni a várakozási idő költségeit az eladási szinteken és jobban összegzi egy termékkel kapcsolatos visszajelzéseket a tervezési folyamatokhoz.

A termék előállítás után a termék digitális felépítését megosztják a gyártó szerviz részlegével, így előreláthatják, hogy milyen területeken lehetnek problémák. Ezek a digitális információkon alapuló visszajelzések a gyártástól, és szerviz osztálytól a tervező osztálynak segítenek csökkenteni a kiszolgálási időt, a költségeket és optimalizálják a gyártást. A termék életciklusa végén, a tervezés, gyártásból és felhasználhatóságból eredő információk segítenek a gyártóknak (határokon át), hogy különböző lehetőségeik legyenek a termék újrahasznosításában, újra felhasználhatóságában.

Vision of Manufacturing: Industrie 4.0

SIEMENS



Unrestricted / © Siemens AG 2014. All Rights Reserved.

Page 17 February 2014

Sector Industry

7. ábra A Siemens víziója [14]

A CPS még korai szakaszában van és az ipar és akadémia közötti interaktív együttműködés, különösképp hosszú távú együttműködések egész sorát öleli fel, amelyek segítenek a kihívásokat felismerésében és jelentősen felgyorsítják a kiber-fizikai rendszerek fejlődését. Az ilyen fejlett kifejezések, mint a 4.0 Ipar és kiber-fizikai rendszerek meghonosításában az összekapcsolhatóság pusztja jelenléte és az érzékelők használata semmit nem használ. E fejlett technológiák befolyásának növelésére a megfelelő információknak kell a megfelelő időben a megfelelő cél érdekében rendelkezésre állnia. E helyzetben a 6C rendszer kapcsolásokból (érezkelők és hálózatok), Felhőből (adatok és követelmények), kiber modellből (modell és memória), Tartalomból (jelentés és korreláció), Közösségből (megoszlás és együttműködés), valamint Testre szabásból (megszemélyesítés és érték) állva erősíthető az informatikai rendszert. Ebben a helyzetben, valamint a gyár vezetésé számára a betekintés és megfelelő adatgyűjtés biztosítása érdekében az adatokat legújabb fejlesztésű eszközökkel dolgozzuk fel és ezáltal jutunk viszonylagos információkhoz. Tekintettel az ipari üzemben végbemenő látható és nem látható fejleményekre az információkat generáló algoritmusnak képesnek kell lennie egy ipari üzemben végbemenő fejlemények, így a gépek leamortizálódásának, elemek kopásának stb. az üzem területén történő feltárására és azok kezelésére. [9]

Az IT-rendszerek az ipar 4.0-ban tehát sokkal szorosabban kapcsolódnak a különböző alrendszerekhez, folyamatokhoz, belső és külső tárgyakhoz, raktárakhoz és az ügyfelekhez (vertikális és horizontális integráció). Az így alkotott komplex kiber-fizikai rendszerekkel valós időben lehet irányítani a termelést, és olyan személyre szabott termékeket lehet gyártani, amilyenre korábban nem volt példa. [13]

A kiber-fizikai rendszerekkel rendelkező "okosgyárakban" a reálfolyamatokat a virtuális világba tükrözik, ahol a gyártási folyamatokat nyomon követik interaktív beavatkozási pontokkal, lehetővé téve a decentralizált, automatizált döntéshozatalt. [13]

Például a Siemens és egy német gépgyártó egy olyan virtuális gépet fejlesztett, amely a virtuális térben tervezi meg a gyártási folyamatot a valódi gépekből származó adatok alapján. Ezzel a gépsor átállítási idejét 80 százalékkal tudják csökkenteni. Az okosgyárakban a kiterjesztett valóság megoldások is helyet kapnak, például ha egy szerszám meghibásodik, akkor a dolgozók egy okos szemüvegen keresztül kaphatnak instrukciókat a javításhoz. [13]

A dolgok internete [15]

A világhálóra kapcsolt eszközök első hallásra könnyen érthető koncepciónak tűnnek, de ahogy egyre jobban próbálja megérteni az ember, úgy válik nehezebbé a körülírásuk is. Az alábbi lista némi iránymutatást ad az Internet of Things (IoT) technológiához.



8. ábra A Siemens modellje [14]

Egyre több területen bukkannak fel különféle „okos” megoldások, elég csak az intelligens városokra vagy az automatizált gyártósorokra gondolni. De olyan fogalmak is megjelentek, mint a „Fontos Dolgok Internete” (IoTTM = Internet of Things That Matter), amelynek középpontjában az olyan kritikus infrastruktúrák és eszközök állnak, mint például az erőművek, az orvosi vagy távközlési berendezések, de ide sorolható az Ipari Dolgok Internete (IIoT = Industrial Internet of Things).

Az újabb csoportosítással elkülöníthetőek az üzleti típusú alkalmazások és a csupán szórakoztatási céllal készült megoldások – például a viselhető kiegészítők. Bár az is igaz, hogy sok esetben az utóbbiaknak is létezik „komolyabb” oldala, elég például a különféle egészségügyi paramétereket monitorozó eszközökre gondolni.

A listánál maradva nézzük, mi az a hét kulcsszó, ami a Dolgok Internetét és a hozzá kapcsolódó folyamatokat jellemzi:

Beolvasztás: az eszköznek képesnek kell lennie olyan működési adatokat előállítani, melyeknek köszönhetően beépíthetők a vállalat informatikai infrastruktúrájába.

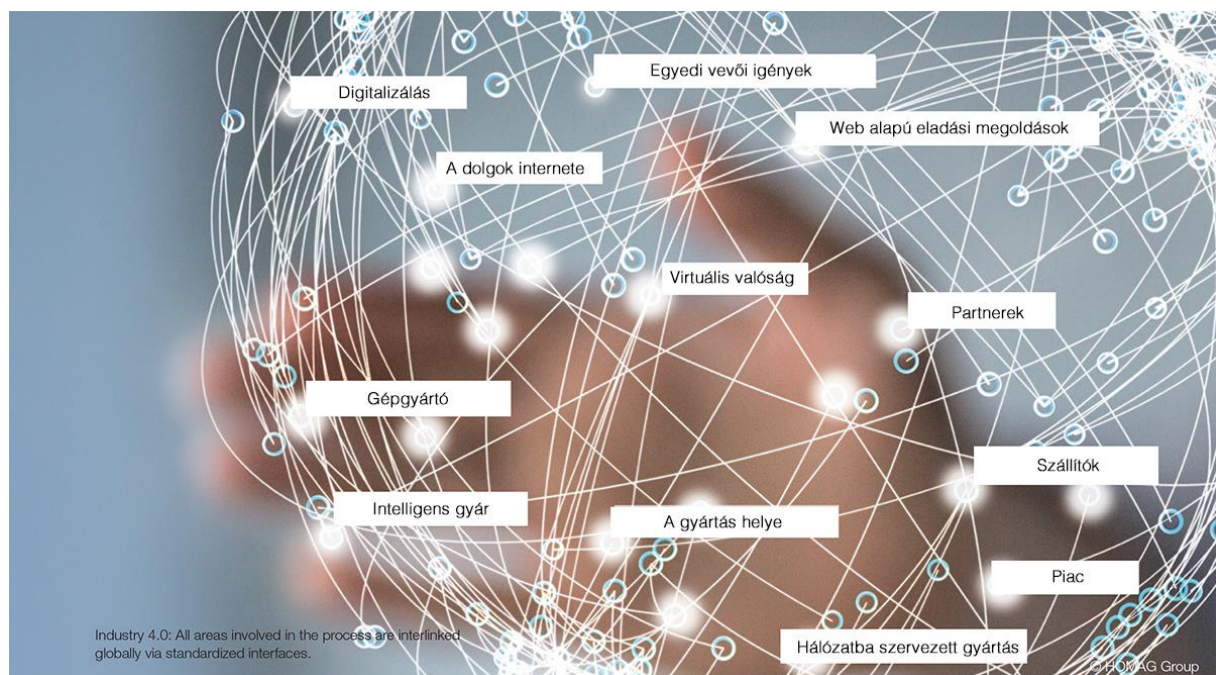
Kapcsolat: a szenzorok és egyéb csatlakozási pontok révén létrejövő intelligens kapcsolatok elengedhetetlenek a megfelelő hálózat kiépítéshez, hiszen ennek hiányában a szükséges adatok sem nyerhetők ki.

Feldolgozás: a nyers adatok önmagukban még nem elegendők, értelmet a megfelelő összefüggésben történő elemzéssel nyernek.

Centralizálás: a Dolgok Internete egyre több helyen jelen van, és mivel a segítségével nyert adatfolyamok egymástól igencsak eltérhetnek, a megfelelő elemzéshez központi helyen kell összefutniuk a méréseknek, adatsoroknak.

Felismerés: tisztában kell vele lenni, hogy miről is szól maga az adat, hiszen e nélkül nem lehet megfelelő kontextusban kezelni azt.

Konfiguráció: ekkor indul meg az adatok felhasználása, azaz küldése-fogadása, melynek köszönhetően a gépek hatékonyabb és intelligensebb munkavégzésre képesek.



9. ábra A dolgok internete

Koordináció: a munkafolyamatok áttekinthetőbbé és könnyebben tervezhetővé válnak, ha az adatoknak köszönhetően előrelátható például a gépek meghibásodása vagy a hálózatok leállása.

Az elmélet egyébként az „adatgurunak” is titulált Wael Elrifai, a nyílt forráskódú elemző eszközöket fejlesztő Pentaho vállalati igazgatójának 5 pontos skáláján alapul. A szakember szerint a konfigurálásnak köszönhetően a rendszerek „öngyógyítóvá” válhatnak, és a kiváltó okok is könnyebben fellelhetők lennének.

Ezekon felül természetesen nem szabad megfeledkezni a kreativitásról sem, ha lenne nyolcadik elem a listán, ez lenne az, hiszen ezen a területen gyakorlatilag még minden a kísérletezésről szól.

Egy példa a folyamatok összefonódására a dolgok internetére [8]

Értékesítés (Point of Sale)

Vajon meg tudjuk nézni, hogy a kiszemelt bútor hogy mutatna a lakásunkban? Igen, már ez is lehetséges. Az okos telefonunk, vagy a tabletünk kamerája egy alkalmazással karöltve lehetővé teszi, hogy az egyedileg megtervezett bútort az otthonunkba vizualizáljuk. Az ajánlat és a megrendelés is megtörténhet rögtön az alkalmazáson keresztül.

A rendelés feldolgozása

A rendelés megfelelő feldolgozása biztosítja, hogy a gyártandó bútordarabok vagy alkatrészek egyértelműen azonosításra és definiálásra kerüljenek. Ennek része a darablista, árazás és termékleírás is. Az adatok minősége a folyamat következő lépéseinek szempontjából kritikus fontosságú. A gyártáshoz szükséges adatok a megrendelési adatokból rövid időn belül generálódnak.

Gyártásirányítási rendszer

Egy magas szintű, intelligens gyártásirányítási rendszer összeköti a tervezést, a gyártást, és az anyagáramlást. Így a megfelelő információ mindig ott és akkor jelenik meg, amikor s ahol szükség van rá. A gyártásirányítási rendszer átveszi a folyamatok vezérlését, így a gyártás előkészítéstől specifikus és célzott adatok kerülnek a termelésbe.

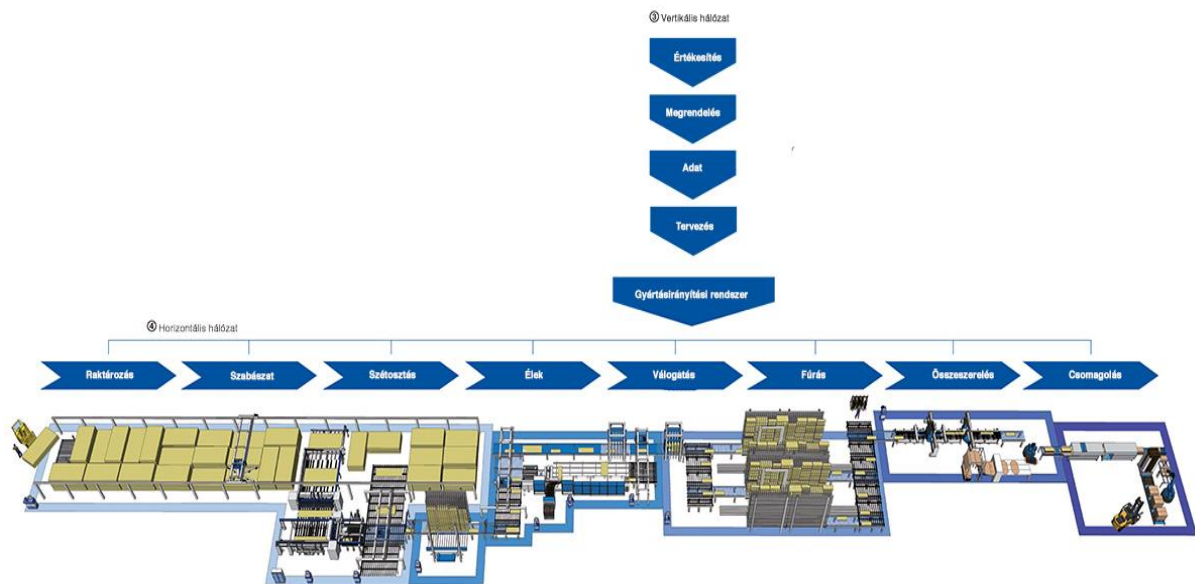


10. ábra A dolgok internete [8]

A cél: egyedi terméket ipari technológiával gyártani, a lehető leghatékonyabban és a tömeggyártáshoz hasonló költséggel. A hálózatba szervezett gyártás folyamatos információáramlást biztosít, amihez kapcsolódik az intelligens munkadarab, ami közli a munkagéppel, hogy miként kell megmunkálni. Ehhez minden munkadarab egy digitális azonosítót kap, ami az összes specifikációt és gyártási paramétert tartalmazza.

Az öt alapvető eleme a hálózatba szervezett gyártásnak:

1. digitális munkadarabok
2. intelligens gép
3. vertikális hálózati kapcsolat
4. horizontális hálózati kapcsolat
5. okos munkadarab



11. ábra Termelési hálózat

1. Digitális munkadarabok

A digitális elemek mérete, színe, formája, valamint a megmunkálásnak lépései egyértelműen definiálva vannak.

2. Intelligens gép

Az intelligens gép irányítja, ellenőrzi és optimalizálja önmagát. Egyidejűleg kommunikál a gyártásirányítási rendszerrel és a megmunkálandó munkadarabokkal.

3. Vertikális hálózati kapcsolat

A termék értékesítésekor a vevő kívánásai digitálisan kerülnek feldolgozásra. A megrendelés adatai a rendelés feldolgozásakor automatizált szabályok alapján további termelési adatokkal kiegészítik. Az így létrejövő digitális munkadarabot a gyártásirányítási rendszer továbbítja a termelésbe a munkagépekhez, majd ott a munkadarabok kontrollálják az egyedi megrendelés elkészültét. A gyártás ezen módja a manuális beavatkozásból eredő hibák lehetőségét teljes egészében kizárja.

4. Horizontális hálózati kapcsolat

A szállítóktól, a gépgyártóktól az alvállalkozóig és a partnerekig az egész folyamatláncban teljes az átláthatóság. Az intelligens munkadarab önállóan, hatékonyan, hibák nélkül és a lehető leggyorsabban átfut a gyártási folyamaton.

5. Egyedi tömeggyártás

Sok gyártó felismerte, hogy az ügyfelek egyre konkrétabb igényekkel rendelkeznek, egyre személyre szabottabb terméket szeretnének, ezért is jelentek meg a moduláris okosórák, telefonok, és az egyéb olyan műszaki termékek, amelyek már pontosan azokkal a tulajdonságokkal rendelkeznek, amit az ügyfél megálmodott. Ezt a trendet követi le az ipar 4.0 a gyártásban is, egy autógyárban a szerelőszalagot nem kell leállítani és átállítani ahhoz, hogy különböző felszereltségű autók gördüljenek le a szalagról. Nem csak a gyártás változik meg, hanem új termékek is létrejönnek, és olyan platformok,

ahol az ügyfél pontosan kommunikálni tudja a gyártó felé, hogy mit is szeretne. Ezt hívják egyedi tömeggyártásnak, ami az ipar 4.0 egy másik fontos eleme. [13]

A Nobilia, Európa egyik legnagyobb konyhabútor gyára például élen jár ebben. A vállalat a sorozatgyártás ellenére olyan beépített konyhákat gyárt, amelyek vevők teljesen egyedi igényeinek megfelelnek. Igaz, már 1990-es években megkezdték a teljes gyártási folyamathoz kapcsolódó alkatrész- és termelési adatok átláthatóvá tételét, egységesített kezelését. [13]

Az Ipar 4.0 jellemzői és ipari megoldások

Az Ipar 4.0 következő négy fő jellemzője demonstrálja azt a hatalmas kapacitást, ami az iparban és a hagyományos gyártásban van a változásra: az okos gyártási rendszerek vertikális hálózata, a globális értékteremtő láncolaton keresztül horizontális integráció, mindenén átívelő mérnöki tevékenység (through-engineering) az egész értékteremtő láncon keresztül és az exponenciális technológiák hatása. Az Ipar 4.0 négy jellemzője [3]:

1. Az intelligens gyártási rendszerek vertikális hálózata:

Ez a hálózat kiber-fizikai gyártási rendszereket használ (CPPS-ek), hogy lehetővé tegye a gyáraknak, hogy reagálni tudjanak a gyors változásokra az igényben, vagy készlet szintekben és a felmerülő problémákban. Intelligens gyárak maguk szervezik, és lehetővé teszik a termelésüket, amely ügyfél-specifikus és személyre szabott. Ez megköveteli az adatok széles körű integrálását. Intelligens szenzor technológia is szükséges, hogy segítsen megfigyelni és autonómmá tenni a szervezetet.

A CPPS-ek nemcsak a termelés vezetés autonóm szervezését teszi lehetővé, hanem a karbantartás menedzsmentét is. Források és termékek hálózatban vannak, az anyagok és alkatrészek bárhol és bármikor megtalálhatóak. A gyártási folyamat minden szakasza rögzítve van, az eltérések automatikusan regisztrálásra kerülnek. A megrendelések változását, a minőség ingadozását, vagy gépi meghibásodásokat gyorsabban lehet kezelni.

Az ilyen eljárások lehetővé teszik az anyag elhasználódás figyelését még hatékonyabban. Mindent összevetve, a veszteség mértéke csökken.

Jelentős hangsúly van az erőforrás-hatékonyságon, és különösen az anyagok, az energia és az emberi erőforrások hatékony felhasználásán. A munkások iránti igény az operatív feladatokban, mint a termelés, raktározás, logisztika és a karbantartás, szintén változik, ami azt jelenti, hogy a CPPS-ekkel való hatékony munkavégzéshez a szükséges készségek elvártak.

2. Horizontális integráció, új generációs globális értéklánc hálózatok által:

Ezek az új értékteremtési hálózatok valós idejű optimalizált hálózatok, amelyek lehetővé teszik az integrált átláthatóságot, magas szintű rugalmasságot, hogy gyorsabb legyen a reakció a problémákra és hibákra, és megkönnyítsék a globális optimalizálást.

Hasonlóan a hálózatba foglalt termelési rendszerekhez, ezek a hálózatok (helyi és globális) a CPPS-ek által biztosítják a hálózatot, a bejövő logisztikától kezdve a raktározás, termelés, marketing és értékesítésen keresztül a kimenő logisztika és a utókövető szolgáltatásokig. A története bármely alkatrésznek vagy terméknek rögzítve van, és bármikor elérhető, így biztosítva az állandó nyomon követhetőséget (a fogalom "product memory" néven ismert).

Ez megteremti az átláthatóságot és a rugalmasságot az egész folyamat láncon keresztül – pl. a beszerzéstől kezdve a gyártáson keresztül az értékesítésig, vagy a beszállítótól kezdve a cégen keresztül

a vevőig. Vevő-specifikus szemlélet adaptációja nemcsak a termelésben, hanem a fejlesztésben, a rendelésben, a termelés tervezésben, a termékek összetételben és disztribúciójában is lehetséges, lehetővé téve, hogy dinamikusan kezeljük a faktorokat, mint a minőség, az idő, a kockázat, ár és a környezeti fenntarthatóság, valós időben, és minden szakaszában az értékláncnak.

Mind a vevők és az üzleti partnerek ez a fajta horizontális integrációja képes létrehozni teljesen új üzleti modelleket és az új modelleket a kooperációra, ami kihívást jelent minden érintett számára. Jogi esetek és kérdések a felelősségről és a szellemi tulajdon védelméről egyre fontosabbá váltak.

3. Az egész értékláncon keresztül átívelő mérnöki tevékenység

A harmadik fő jellemzője nem csak az egész értékláncon keresztül átívelő mérnöki tevékenységet hanem a termékek és vevők életciklusainak mérnöki támogatását, kezelését is jelenti.

Ez a mérnöki szemlélet jelen van az új termékek és szolgáltatások tervezésén és fejlesztésén, gyártásában. Új termékeknek új és/vagy módosított termelési rendszerekre van szüksége. Az új termékek és termelési rendszerek fejlesztése és gyártása a termék életciklusával van integrálva és koordinálva, amely lehetővé teszi, hogy új szinergiák jöjjenek létre a termék fejlesztés és a termelési rendszerek között.

Ennek a mérnöki szemléletnek a jellemzője, hogy az adatok és információk is rendelkezésre állnak a termék életciklus minden szakaszában, lehetővé téve, hogy adatok által sokkal rugalmasabb folyamatok fogalmazódjanak meg, a prototípusok és termék állapotok modellezése által.

4. Gyorsulás az exponenciális technológiákon keresztül

A negyedik fő jellemzője az Ipar 4.0-nak, az exponenciális technológiák hatása, mint egy gyorsító, vagy katalizátor, ami lehetővé teszi a személyre szabott megoldásokat, rugalmasságot és költségsökkentést a gyártási folyamatokban.

Az Ipar 4.0 már megköveteli, hogy az automatizálási megoldások rendkívül kognitívak és nagyon önállóak legyenek. A potenciál a mesterséges intelligenciában (AI), a fejlett robotikában és szenzor technológiában van, abban, hogy növekedjen az önállóság még tovább, és hogy felgyorsítsa az individualizációt és a rugalmasságot.

Az AI nem csak abban segít, hogy vezető nélküli jármű útvonalakat tervezzünk a gyárakban és raktárakban sokkal rugalmasabban, hanem hogy időt- és költséget takarítson meg a Supply Chain Managementben (SCM), növelje a megbízhatóságot a termelésben vagy nagy adatmennyiség elemzésében, hanem segíthet, hogy új konstrukciós és tervezési megoldásokat találjunk, vagy fokozzuk az együttműködést az ember és gép között.

Funkcionális nanoanyagok és nanoszenzorok is használhatóak, mint gyártás-ellenőrzési funkciók, hogy a minőségirányítás hatékonyabbá váljon, vagy hogy lehetővé tegyék az új generációs robotok gyártását, amik az emberrel "kéz a kézben" dolgoznak, biztonságosan.

Repülő karbantartó robotok a gyártó csarnokokban és a drónok használata, hogy leltározzák a raktári készletet, és pót alkatrészeket szállítsanak, bármikor nappal, vagy éjszaka, minden terepen és időjárásban. Ezek további alkalmazások, amik egyszerű rutin műveletek lesznek az autonóm és intelligens gyárakban a jövőben.

Jó példa erre egy exponenciális technológia, amely gyorsítja az Ipar 4.0-t, és így sokkal rugalmasabbá teszi azt, a 3D nyomtatás (additív gyártás). 3D nyomtatás lehetővé tesz új termelési megoldásokat (pl. funkcionalitás, nagyobb komplexitás többletköltség nélkül), vagy új ellátási lánc megoldásokat (pl.

készlet csökkentése, gyorsabb szállítási idők), vagy a kettő kombinációját, amely teljesen új üzleti modellekhez vezet (pl. az ellátási lánc tagjainak kiiktatása, vevő integráció).

A 3D szkennelés technológiája sokkal fontosabb lesz a minőségbiztosítás, vagy az SCM-ben végbemenő változások és raktározás számára, hogy helyben pótalkatrészeket lehessen nyomtatni. Néhány jelentős kérdést azonban még meg kell válaszolni a szellemi tulajdonnal, termékfelelősséggel, vámmal és ÁFA-val kapcsolatban.

Amíg a 3D nyomtatás már létezik az összes anyagra (fém, műanyag, kerámia, élő sejtek, stb.), nem minden anyag teljesíti a gyártási követelményeket porozitás és egyéb jellemzők tekintetében. Azokban az esetekben, ahol a kívánt minőséget már elérték, az anyag minősítési eljárások már folyamatban vannak, hasonlóan bármely más új anyaghoz.

Ipari megoldások

Termék és gép kommunikációja

Az ipar 4.0 koncepció szerint a maguk a termékek irányítják a saját gyártásukat: termékkódokkal kommunikálnak a gyártásban részt vevő gépekkel és eszközökkel a gyártási jellemzőkről és követelményekről, ezáltal előre vetítve a szükséges gyártástechnológiai lépéseket. Az ipari 4.0 víziója azt felételezi, hogy a gyártásban összefonódik a valós és a virtuális világ. A gyárak messzemenően önszabályozóak lesznek és optimalizálják saját működésüket, mert a termékek kommunikálnak egymással és a gépekkel, ezáltal egyeztetik a saját előállításukat. Egymás között tisztázzák, hogy a gyártósorról melyik terméket milyen sürgősséggel kell kiszállítani, és melyik élvez elsőbbséget. Szoftveres ágensek, önállóan cselekvő számítógépes programok felügyelik a gyártási folyamatot és gondoskodnak a gyártási előírások betartásáról. A gyárak egyedi termékeket is képesek gyártani gyorsan, alacsony költséggel, kimagasló minőségben, nem veszélyeztetve gazdaságos működésüket. A termékek fejlesztéséhez és formatervezéséhez, a gyártástervezésben és a váratlan akadályok leküzdéséhez azonban megkerülhetetlen az emberi közreműködés.



12. ábra Siemens Digital Enterprise Platform alkalmazása az Ambergi Elektronikai Gyárban [16]

Ilyen gyár már létezik [16]. Azonos gyártási terület és alig bővülő munkatársi létszám mellett a gyár hétszeresére növelte gyártási volumenét. A minőség szintén kimutathatóan nőtt: 1989-ben egymillió hibalehetőségből 500 hibát számláltak, ma ezzel szemben csupán 12-ről van szó. Az EWA egy mintaüzem, amely 99,9988 százalékos minőséget állít elő, és a kevés számú hibát a különböző minőségellenőrzési folyamatok és vizsgálatok eredményeképpen mutatják ki. A gyártás messzemenően automatizált. Az értéklánc 75 százalékát a gépek és számítógépek önállóan teljesítik. A kiindulási alkatrészt, a nyers áramköri lapot csak a gyártás legelején kell emberi kézzel a gépsorba ültetni – ehhez egy munkatárs behelyezi a lapot a gyártósorba. Innentől kezdve minden gépi vezérléssel zajlik. Minden egyes termék előéletét a legapróbb részletekig vissza lehet követni. Nap mint nap mintegy 50 millió termékinformációt vesznek fel, majd betáplálják a Manufacturing Execution Rendszer gyártáskövető rendszerbe. A szoftver meghatározza a gyártás valamennyi szabályát és folyamatát, így az elejétől a végéig virtuálisan rögzíti és vezérli a gyártást. Ezen kívül a szoftver szorosan kapcsolódik a kutatási és fejlesztési osztállyal.

e-kanban

„Egy olyan rendszernek, amely számos decentralizált folyamatot szinkronizál, információk széles körét kell megszereznie, de képesnek kell lennie a valós idejű működésre is, hogy felhasználhassa az összegyűjtött információkat.

A hierarchikus termelésirányítás elterjedt gyakorlatával ellentétben egyre több önszabályozó rendszert és intelligens vezérlési mechanizmust kezdenek használni a modern gyártócsarnokokban. Ezért nem csak intelligens gépekről van szó, hanem gyakran intelligens technológiákról is, hogy nagyobb választási szabadságot adjunk a gyártásban dolgozóknak. Ennek egy fontos alapját jelentik a decentralizáltan rendelkezésre álló információk. A helyi rendszert saját információival lehet gazdagítani, és ennek alapján lehet döntéseket hozni.

Egy egyszerű példa a decentralizált és önszabályozó alkalmazásra a kanban. A kanban arról szól, hogy a megfelelő alkatrészeket csak akkor állítsuk elő, amikor azokra szükség van – és akkor is csak előre meghatározott mennyiségben, hogy meggátoljuk a túlzott készletmennyiséget. Ezt az elvet hívják húzó (pull) stratégiának vagy szupermarketnek is.

Egy elektronikus komponens hozzáadásával átláthatóvá válnak a folyamatok, így szinkronizálni lehet őket más folyamatokkal. Ezt hívjuk eKanbannak. A decentralizált jelleg, amelynek során az árucikkek előállítását a helyszínen kezdeményezik és nem a központi tervezésben, szintén fontos jellemzője az eKanbannak, és garantálja a módszer eredményességét. [17]



13. ábra e-kanban adatai a felhőben a gyártás a valóságban [17]

A modern szállításszervezést is meg lehet oldani decentralizált módon. Ezért lehetséges a munkahelyén gépet használó dolgozó számára, hogy szállítási feladatot is generáljon: például, hogy el kell vinni és tárolni kell egy tele raklapot. Amint létrejön a szállítási feladat (ideértve a forrásokat, rendeltetési helyet és a szállítandó árut) a legközelebbi szabad targoncavezető lefoglalhatja azt a maga számára és elvégezheti a munkát.

A nyersanyagok szállítása a gyártási folyamat kezdetén, vagy a szerszám szállítása a gép beállításához szintén lehetséges ilyen decentralizált megközelítéssel. Az intelligens elosztó eljárásokkal és a szállító szabad választásával biztosított, hogy nincs szükség központi beavatkozásra. Ugyanakkor a központi rendszer tudja, hogy éppen milyen szállítási feladatot hajtanak végre, és melyek azok, amelyek még esedékesek. Az eKanbannal és a decentralizált szállításszervezéssel a vállalatok profitálnak abból, hogy kevesebb a tervezési és koordinálási munka, mert mindkét rendszer automatikusan elvégzi ezeket a feladatokat. Az eKanbannal a szállításszervezéssel való kombinálása tovább csökkenti a munkaigényt: automatikusan létrejön egy szállítási feladat, amikor el kell mozdítani egy nemrég kiürített vagy megtöltött konténert. Ez biztosítja, hogy minden kanban konténer a megfelelő ciklusba kerüljön vissza. Ezzel párhuzamosan az eKanban tábla mindig a ciklus konténeireinek aktuális állapotát mutatja.

Emellett például az újraírható RFID címkéket fel lehet használni arra, hogy decentralizáltan mentsek a kanban ciklusra vonatkozó információkat. A másik megoldás, a konténerek vonalkóddal való ellátása is lehetséges, és ezután az összes lényeges információt központilag lehet elmenteni a rendszerben.

Ha egy lépéssel tovább visszük ezt az eshetőséget, a szállításszervezést egy interfészen keresztül össze lehet kötni egy vezetők nélküli szállítási rendszerrel. Így a szállítási feladatokat útvonal optimalizálással hatékony sorrendbe lehet rendezni, mielőtt automatikusan végrehajtanák azokat.

Egy alternatíva lehet a mobil alkalmazások nyújtotta támogatás a gördülékeny működés biztosítására és a nagyobb rugalmasság érdekében a szállítási feladatok létrehozásakor. Mobil applikáció használatával létre lehet hozni szállítási feladatot, amint pl. meghibásodik egy szállítójármű, és az esedékes feladatot egy másik szállítóval kell elvégeztetni. Az alkalmazástól és az automatizáltság mértékétől függetlenül elengedhetetlen egy központi rendszerrel való szinkronizálás – egyrészt az átláthatóság miatt, másrészt a kritikus helyzetek korai felismeréséhez, és ha lehet, mérsékléséhez. Egy olyan rendszernek, amelynek számos decentralizált folyamatot kell szinkronizálnia, információk széles körét kell megszereznie, de képesnek kell lennie a valós idejű működésre is, hogy felhasználhassa az összegyűjtött információkat.

A VDI irányelvek szerint a gyártásvégrehajtó rendszer (Manufacturing Execution Rendszer – MES) eleget tesz ezeknek a követelményeknek, ezért kiválóan alkalmas arra, hogy a gyártásban központi információs és adatközpont legyen. A gépek és a szerszámok, valamint az anyagok, feladatok és a termelésben dolgozók ismerete feljogosítja a MES-t a központi szinkronizálási feladatok elvégzésére. Egy ilyen rendszer ugyanakkor képes monitorozni és szinkronizálni a decentralizált tervezési elképzeléseket is. „ [17]

Az állag-előrejelzése és megóvása

Prognostics and Health management (PHM) többnyire az elemek kopásával és amortizálódásával foglalkozó kibővített kutatási terület. A PHM (állag előrejelzés és megóvás) egyik fontos célja a gyár széleskörű áteresztőképessége, mert a látható fejleményekkel ellentétben bekövetkezhetnek nem látható fejleményekkel, melyeket a az operátorok és üzemvezetők nem kezelnek kellő körültekintéssel. Az ilyen fejlemények feltárása komoly állásidőhöz vezethetnek az üzem területén és így az állag előrejelzés és megóvás (PHM) egyre inkább úttörő kutatási területként hozzájárul az ilyen nem látható problémák feltárásához és ezáltal kiküszöböli az állásidőt, ami a rendszerek bizonytalanságait idézhetné. A fennmaradó hasznos élettartam becslésére a PHM algoritmus által biztosított hasznos eszközök között van a hibafelismerés és feltárás, melyekkel minden szempontból az érzékelésből származó és rendszer szintű adatok elemzése révén az jövő iparát áttekinthetőbbé tehetjük. Az elmúlt néhány évben az ipar különböző szempontjait, valamint a gépeket és elemeket a kutatók megbízható PHM megoldások kifejlesztésére használták fel. A repülőgép motorok, ipari robotok, szerszámgépek, elektromotorok, szélturbinák], akkumulátorok, hajtóműszekrények, hordozók, pumpák stb. a forrásokra felhozható nagyszámú példának csak kis töredékét képezik.²

² Lásd:

T. Wang, J. Yu, D. Siegel, and J. Lee, “A similarity-based prognostics approach for Remaining Useful Life estimation of engineered systems,” 2008 International Conference on Prognostics and Health Management (PHM), pp. 1–6, 2008.

E. R. Lapira, “Fault detection in a network of similar machines using clustering approach,” 2012.

L. Liao and J. Lee, “Design of a reconfigurable prognostics platform for machine tools,” Expert systems with applications, vol. 37, no. 1, pp. 240–252, 2010.

Big data: intelligenciát visz a folyamatokba

A gyártástechnológia fejlődésével, a numerikus vezérlés, a robotok terjedésével párhuzamosan egyre több érzékelő jelent meg a rendszerekben. Ezekkel a szenzorokkal a gyártási folyamat egészen apró részleteit – például egy alkatrész hőmérsékletét, a festés vastagságát vagy a hegesztés minőségét – is meg lehet figyelni. Ha a mért adatokat összegyűjtik, és egy adatbázisban tárolják, olyan adathalmaz keletkezik, amely értékes információt tartalmaz a teljes folyamatról.

Természetesen nem csak a gyártás legelemibb, alsó szintű folyamatait lehet szenzorokkal követni. Az adatgyűjtés a teljes folyamatot lefedheti, kezdve a legalsó szinttől a legmagasabb szintig (beleértve például a részegységek és a késztermékek haladási útvonalát, sebességét). Ezen túlmenően a gyártók kívülről is gyűjtik az információkat, így például azt, hogy miként használják a gépeket, termékeket.

„A technológiai fejlődésnek köszönhetően egyre több paramétert tudunk mérni és tárolni. Attól azonban még senki sem lesz okosabb, ha óriási, rendezetlen adattömegek vannak a birtokában. A big data technológia lényege, hogy az ömlesztett adathalmazból – különféle matematikai, illetve mesterséges intelligencia módszerek segítségével – megpróbál korábban nem ismert összefüggéseket keresni.

Ezen összefüggések birtokában a gyártástechnológiai folyamat egyes elemei, illetve a teljes tervezési, gyártási, raktározási és értékesítési hálózat működése javítható, optimalizálható. Mire kell itt gondolni? Ha például egy kedvezőtlen jelenség rendszeresen ismétlődik, a folyamatban résztvevőket fel lehet készíteni annak kiküszöbölésére vagy megfelelő kezelésére. A big data megoldások tehát kitérítik a lehetőségeket, intelligenciát visznek be a folyamatokba, de természetesen továbbra is az ember mondja ki a végső, a döntő szót”

IoT: kétirányú kommunikáció

A szenzorok tehát hálózatba vannak kötve, kommunikálnak egymással, illetve a külvilággal. A kapcsolat jellemzően az interneten épül fel, azaz az összekapcsolt szenzorok révén a gyártási folyamat egyes elemei az IoT részévé válnak. Az eredményt tekintve nagyon fontos, hogy a szenzorokkal felszerelt

B. Bagheri, H. Ahmadi, and R. Labbafi, “Application of data mining and feature extraction on intelligent fault diagnosis by Artificial Neural Network and k-nearest neighbor,” 2010 XIX International Conference on Electrical Machines (ICEM), pp. 1–7, 2010.

E. Lapira, D. Brisset, H. D. Ardakani, and D. Siegel, “Wind turbine performance assessment using multi-regime modeling approach,” *Renewable Energy*, 2012.

M. AbuAli, E. R. Lapira, W. Zhao, D. Siegel, M. Rezvani, and J. Lee, “Systematic Design of Prognostics and Health Management Solutions for Energy Applications,” in *Engineering Asset Management 2011*, no. 22, J. Lee, J. Ni, J. Sarangapani, and J. Mathew, Eds. London: Springer London, 2013, pp. 243–250.

B. Bagheri, H. Ahmadi, and R. Labbafi, “Implementing discrete wavelet transform and artificial neural networks for acoustic condition monitoring of gearbox,” *Elixir Mech Engg*, 2011.

O. D. Snell and I. Nairne, “Acoustic bearing monitoring—the future RCM 2008,” *Railway Condition Monitoring*, 2008.

A. Soylemezoglu and S. Jagannathan, “Mahalanobis-Taguchi System as a Multi-Sensor Based Decision Making Prognostics Tool for Centrifugal Pump Failures,” *Reliability, IEEE Transactions on*, vol.60, no.4, pp.864,878, Dec. 2011.

összes eszköznek, berendezésnek külön identitása legyen, azaz minden esetben tudni lehessen, hogy pontosan melyik szenzorból érkezik az adat.

„Az Internet of Things egyik lényeges jellemzője, hogy meg tudjuk állapítani, melyik információ honnan, melyik eszköztől érkezett. Másik fontos jellemzője, hogy ne csak begyűjteni tudjuk az adatokat, hanem – azok kiértékelését követően – távolról be is tudjunk avatkozni a folyamatokba. A kommunikációnak tehát kétirányúnak kell lennie”

Ugyanakkor vannak olyan összetett gyártási vagy logisztikai folyamatok, amikor nagyon gyakran kell újabb és újabb döntéseket hozni, és a folyamat résztvevői nem rendelkeznek az összes olyan információval, amely az adott művelet helyes elvégzéséhez szükséges. Ilyenkor valójában az összekapcsoltság, az IoT, valamint a big data technológiák együttesen teszik lehetővé, hogy a megfelelő információ, a megfelelő helyre, a megfelelő időben eljusson. Sok helyről kell például az adatokat begyűjteni ahhoz, hogy kiértékelésüket követően el lehessen dönteni: hova, mikor és hány kamiont kell küldeni ahhoz, hogy a szállítás zavartalanul folyjon.

Jó a big data és az IoT, de...

Amellett, hogy az ömlesztve érkező adatokat valamilyen módon szűrni, analizálni és értékelni kell, azzal a problémával is számolni kell, hogy a hálózatok, az adattovábbító rendszerek kapacitása véges. Nem biztos tehát, hogy az a legjobb stratégia, ha minden irányítás és korlát nélkül ömlenek be az adatok a szenzorokból. Ennek megfelelően vannak olyan törekvések, amelyek a nagy adatmennyiségek elkerülését célozzák, azaz már az érzékelés helyszínén mennyiségi korlátot állítanak fel, illetve a tartalom alapján szűrik a továbbítandó adatokat.

Arról sem szabad megfeledkezni, hogy az IoT, számtalan előnye és ma még felbecsülhetetlen lehetőségei mellett, komoly veszélyeket is rejt magában. Óriási biztonsági kockázatokat vet ugyanis fel, hogy illetéktelenek szerezhetnek hozzáférést az eszközökhöz, illetve az összekapcsolt eszközök – elvileg legalábbis – egymás működésébe is beavatkozhatnak. Ez az oka annak, hogy kiemelt figyelmet fordítanak a biztonságos kommunikációt és hozzáférés-szabályozást támogató technológiák fejlesztésére. Megjegyzendő, hogy a gyártórendszereket általában jól elszigetelik a külvilágtól, így az IoT révén érkező külső támadásoktól nem kell tartani.

Privát felhő: egy jó lehetőség

A gyártással kapcsolatos informatikai feladatok tehát rohamosan szaporodnak. Ehhez egyre több és robusztusabb számítógépes erőforrásra van szükség. Itt jöhet be a képbe a felhő, ami egy viszonylag rugalmas és nagyon nagy méretű erőforrásnak tekinthető. A felhasználók a felhőben lévő számítógépek tárolási, számítási, adattovábbítási stb. kapacitását igényeik szerint vehetik igénybe.

Ezáltal feleslegessé válik saját, esetenként szuperteljesítményű, rendkívül drága számítógépek vásárlása és üzemeltetése, amelyek – értelemszerűen – sok esetben kihasználatlanul maradnának. A felhőknek alapvetően két szintjét különböztethetjük meg. Míg a privát felhőt cégen, cégcsoporton belül alakítják ki, addig a publikus felhő gyakorlatilag mindenki számára nyújt szolgáltatásokat. „Ismerve a mai lehetőségeket, igényeket és biztonsági félelmeket, a gyártás területén jelenleg a privát felhő alkalmazását tartom járható útnak. Tipikusan a privát felhőbe helyezhető például a gyártórendszer működésének tervezéséhez, követéséhez kapcsolható szolgáltatási számítások elvégzése. Szintén nagy segítséget nyújthat a gyártás szervezőinek, ha például egy karbantartási döntés meghozatalához minden szükséges háttérinformáció a rendelkezésükre áll.

A felhőalapú számítástechnika lehetővé teszi, hogy ezen információk a teljes folyamat nyomon követésével, bonyolult számítási műveletek eredményeként, tehát megalapozottan jöjjenek létre. A

privát felhőnek tehát egyértelműen helye van a tervezés-gyártás folyamatában, jóllehet napjainkban még alig-alig találkozni ezzel a megoldással. Kezdetben várhatóan ott jelenik majd meg, ahol egy gyár különböző részlegei földrajzilag nem egy helyszínen találhatók.”

A felhőalapú számítástechnika komoly lehetőségeket kínál a valós folyamatok modellezésére is. Ha matematikai vagy szimulációs modellek segítségével felépítik egy adott, szenzorokkal ellátott fizikai rendszer tükörképét, akkor a felhőben (vagy akár egy külön számítógépen), magától a fizikai rendszertől elkülönítve, tehát kockázatmentesen lehet kísérleteket végrehajtani a modellen. Ki lehet próbálni például azt, hogy influenzajárványkor milyen lépésekkel lehet a leghatékonyabban folytatni a termelést.

Különböző scenáriókat lehet előre felállítani (például azt feltételezve, hogy a munkatársak 10, 20 vagy 30 százaléka esik ki a termelésből), majd adott esetben ezek közül elővenni azt, amelyik a valóságos, fizikai eseményekhez a legközelebb áll. Hasonlóképpen modellezni lehet már megtörtént, jellemzően kedvezőtlen eseményeket vagy akár haváriákat. A múltbeli adatokból leszűrt következtetések hozzásegítenek a hasonló jövőbeli események helyes kezeléséhez.

„Manapság sokat hallani a Németországból származó Industrie 4.0, magyarul ipar 4.0 kifejezést, ami több mindent takar. Elemei a big data, a felhő, az IoT stb., ugyanakkor azt is kifejezi, hogy az informatika egyre jobban beágyazódik a gyártástechnológiába, a gyártáshoz kapcsolódó folyamatokba. A leglényegesebb, hogy az ipar 4.0-ban a folyamatok megfigyelhetősége, átláthatósága, illetve a transzparencia és az összekapcsolhatóság központi szerepet játszik.”

A jövő üzeme

Világszinten megvalósuló hálózatba szervezett termelés azt jelenti, hogy a gyártás rugalmasan tud alkalmazkodni a piacok, vevői igények és külső tényezők változásaihoz. Mindezt a beszállítók, partnerek, az értékesítés és az ügyfelek állandó kölcsönhatása és együttműködése teszi lehetővé. Miként tudnak a vállalkozások az energia és az erőforrások hatékony felhasználásával termelni? Hol olcsó a nyersanyag és hol lehet fennakadás a szállításban? Miközben a hálózatba szervezett termelés megválaszolja ezeket a kérdéseket, a vevői visszajelzések alapján folyamatosan optimalizálja a termelést és az igényekhez alakítja. A folyamatos adatáramlásnak köszönhetően a termelés egy önszerveződő, állandóan javuló folyamattá válik, amiben intelligens termékek, gépek és erőforrások kontrollálják egymást. Ehhez elengedhetetlenek a kompatibilis interfészek, kapcsolódási pontok és standardok. A valódi és a digitális világ összeolvad – ezt jelenti az Ipar 4.0. Sok gyártó felismerte, hogy az ügyfelek egyre konkrétabb igényekkel rendelkeznek, egyre személyre szabottabb terméket szeretnének, ezért is jelentek meg a moduláris okosórák, telefonok, és az egyéb olyan műszaki termékek, amelyek már pontosan azokkal a tulajdonságokkal rendelkeznek, amit az ügyfél megálmodott. Ezt a trendet követi le az ipar 4.0 a gyártásban is, egy autógyárban a szerelőszalagot nem kell leállítani és átállítani ahhoz, hogy különböző felszereltségű autók gördüljenek le a szalagról. Nem csak a gyártás változik meg, hanem új termékek is létrejönnek, és olyan platformok, ahol az ügyfél pontosan kommunikálni tudja a gyártó felé, hogy mit is szeretne. Ezt hívják egyedi tömeggyártásnak, ami az ipar 4.0 egy másik fontos eleme. [1]

Hálózatba szervezett gyártás

A mechanikus, elektronikus eszközök és adatok teljes hálózatba szervezése következtében személyre szabott végtermék gyártható. Ez lehetővé teszi, hogy a gyártás gazdaságosan igazodjon a folyton változó vevőigényekhez, és mindezt egy darabos szériákkal kivitelezhető. Akár a már futó termelési folyamatba is be lehet avatkozni az igények alapján anélkül, hogy lelassulna a termelés. Ma a pihenés, kikapcsolódás terét jelenti az egyedi kialakítású otthon. Mára világossá vált, a trendnek a jövőben még nagyobb jelentősége lesz.

„Az intelligens gyártási hálózatokban 20-30% növekedési potenciál van “ Roland Berger, stratégiai tanácsadó

“Azok a cégek, akik nem követik a fejlődést és nem modernizálnak, le fognak maradni” Dr. Volkmar Denner, a BOSCH igazgatósági tanácsának elnöke

"A német kormány aktívan támogatja az innovációt a jövőben is. Az Ipar 4.0 az intelligens folyamatokra és termékekre fókuszál. Mindez az értékteremtési folyamatok horizontális és vertikális integrációjáról szól, mely során a teljes értékteremtési láncot átfogja a mérnöki tervezés. Magyarul: intelligens hálózatok kialakítása a termelésben. "

Dr. Georg Schütte, a Német Oktatási és Kutatási Minisztérium államtitkára

Személyzet nélküli, egy darabos szériákat gyártó termelési folyamattal dolgozunk, világviszonylatban a legrövidebb átállási ütemidővel, címke mentesen. Ugyanakkora emberi erőforrás felhasználás mellett 30 %-kal nőtt a kapacitás. Mind technológiában, mind szoftverben olyan partnerünk van, aki mindent meg tud valósítani, amit mi elképzelünk, és az működik is. Erre nagyon büszkék vagyunk. *Albert Nopp, Műszaki ügyvezető, Hali Büromöbel*

A tömegtermelésről át kell állnunk az egyedi termékek gyártására, és úgy látom, a hálózatba szervezett gyártás segít nekünk az átállásban. *Dr. Rolf K. Hallstein, Ügyvezető igazgató, Sedus Systems*

Robotok vagy emberek? Robotok és emberek!

A digitalizáció, az automatizálás, az ipari informatika persze nem hagyja érintetlenül a munka világát sem, több szakértő az ipar 4.0 terjedésével munkahelyek tömeges megszűnését, állástalan milliók képét vetíti előre. Az eddigi ipari forradalmak során mindig az volt az egyik központi téma, hogy jött egy technológia, ami miatt aztán sokan elvesztik a munkájukat. Persze, a változást senki nem tűri jól, pláne ha az épp a munkát érinti, de azért az látszik, hogy az ember a végén mégiscsak dolgozik, de egy még fontosabb, összetettebb, érdekesebb munkát kapott a monoton "embergép-szerű" munka helyett. A mostani, negyedik ipari forradalom sem más ebben: most a munkát az okosrobotok veszik el, a modern technológia pedig, ami ezt lehetővé teszi, a digitalizáció, ennek a forradalomnak a "gőzgépei" a kiber-fizikai rendszerek és a digitalizáció. [1]

Ez azt jelenti röviden, hogy új munkakörök, új termékek, ellátási láncok, gyártási folyamatok születnek, az informatikusok és az informatikai tudás még értékesebb lesz. Éppen ezért valószínűleg azok a gazdaságok lesznek a nagy nyertesei, amelyek a magas hozzáadott-értékű, sok befektetést igénylő digitális termelésre rendezkednek be.

A jogos félelmet a közelmúlt példái enyhíthetik, de tagadhatatlan, hogy valamilyen szinten csökkenni fog a gyártásban közvetlenül részt vevők száma, de ezek a problémák nagyrészt átképzéssel, új pozíciók létrejöttével megoldhatók. Tehát inkább újrapozicionálásról lehetne beszélni, mint nagyarányú valóságos létszámcsökkenésről. A hegesztőrobotok megjelenésével a hegesztők eltűntek a gyártásból, de a szakma nem szűnt meg, hiszen új pozíciókban továbbra is szükség van a hegesztők szaktudására. Kétségtelen, hogy az élethosszig tartó tanulás az iparban is napi gyakorlat lesz. Feltehetően nem a létszámcsökkenés lesz a jellemző, inkább a korábbi pozíciók helyett újak jönnek létre. Óriási igény lesz szoftveres szakemberekre, vagy a karbantartás területén is elképzelhető létszámnövekedés. De a munka világa szempontjából az ipar 4.0 nem biztos, hogy olyan alapvető változást hoz, mint például a robotok megjelenése az autógyártásban. [4] A gyártási hálózatok célja az egyedi termelés kialakítása maximális hatékonyság mellett, a vevői igényeknek megfelelően. Alapvető, hogy a termelésben részt vevő összes eszköz kommunikáljon egymással. Egy központi termelésirányítási rendszer végzi az információáramlás szervezését és monitorozását. Mégis, a döntő sikertényező az ember. Az ember biztosítja a termelés zökkenőmentes lebonyolítását és kiegészíti a folyamatokat a tapasztalatával. Az ember az egyetlen univerzális szenzor, amit ismerünk. Az ember az egyetlen kihagyhatatlan döntéshozó az üzemekben. Nem minden automatizálható és a dolgozóknak továbbra is kulcsszerepe marad a termelésben. [8]



14. ábra Robotok és emberek! [19]

Retrofit-megoldás [20]

A Bosch szerint az eredetileg online kapcsolat nélküli eszközöket is érdemes a hálózatra kapcsolni, hiszen az IoT-n keresztül így is jelentősen növelhető a költséghatékonyság.

A Dolgok Internete olyannyira nem ismer határokat, hogy akár a muzeális darabok is felokosíthatóak. Például egy 129 éves, lábbal hajtható öntöttvas esztergapadon 1887-től személyesen Robert Bosch cégalapító dolgozott. Ezzel készültek egyebek mellett annak a mágneses gyújtásrendszernek az alkatrészei is, amely első nagy sikerű termékként meghozta az áttörést a vállalat számára a 19. század végén.

A társaság most a múzeumból egyenesen az Ipar 4.0 korába repítette a gépet, amelyhez a Dolgok Internete (Internet of Things, IoT) számára kifejlesztett új IoT-gateway technikája szolgál műszaki háttérként. A hálózatba kapcsolt rendszer a megfelelő szoftver, IoT-kompatibilis ipari ellenőrzőrendszerek és érzékelők kombinációjaként teszi lehetővé az öreg eszterga paramétereinek pontos és korszerű ellenőrzését.



15. ábra retrofit-megoldás lábbal hajtható öntöttvas esztergpadon

Werner Struth, a cég igazgatótanácsának tagja kiemelte: „az IoT-gateway-hez kapcsolódó befektetés akár 18 hónap alatt is megtérülhet. A Bosch hamburgi gyárában például a mérnökök a hidraulikus szelepek egy 2007-es tesztberendezését csatlakoztatták internetes hálózatra ennek a megoldásnak a segítségével. Az alkalmazott olaj minőségét ellenőrző új érzékelőknek köszönhetően a korábnál jóval pontosabban határozhatták meg az olajcsere szükséges időpontját, ami időt és pénzt takarít meg, továbbá a környezetet is kíméli”.

Jobb minőség és időben végzett karbantartás

Az Ipar 4.0 legfontosabb előnyei közé tartozik az állandó minőségbiztosítás érdekében végzett folyamatellenőrzés, valamint a nem tervezett állásidőket megelőzni hivatott állapotfelügyelet. A folyamatellenőrzés keretében az érzékelők paraméterek egész sorát mérik, köztük a munkadarab szögsebességét is. A túl magas vagy túl alacsony forgácsolási sebesség például csökkenti a megmunkált fémalkatrész minőségét és a szerszámot is károsíthatja, de az internetes hálózatra frissen csatlakozott esztergapad a szíjhajtás fokozatos változásait is érzékeli.

A hosszú fejlesztési ciklusok is indokolják a retrofit-megoldásokat

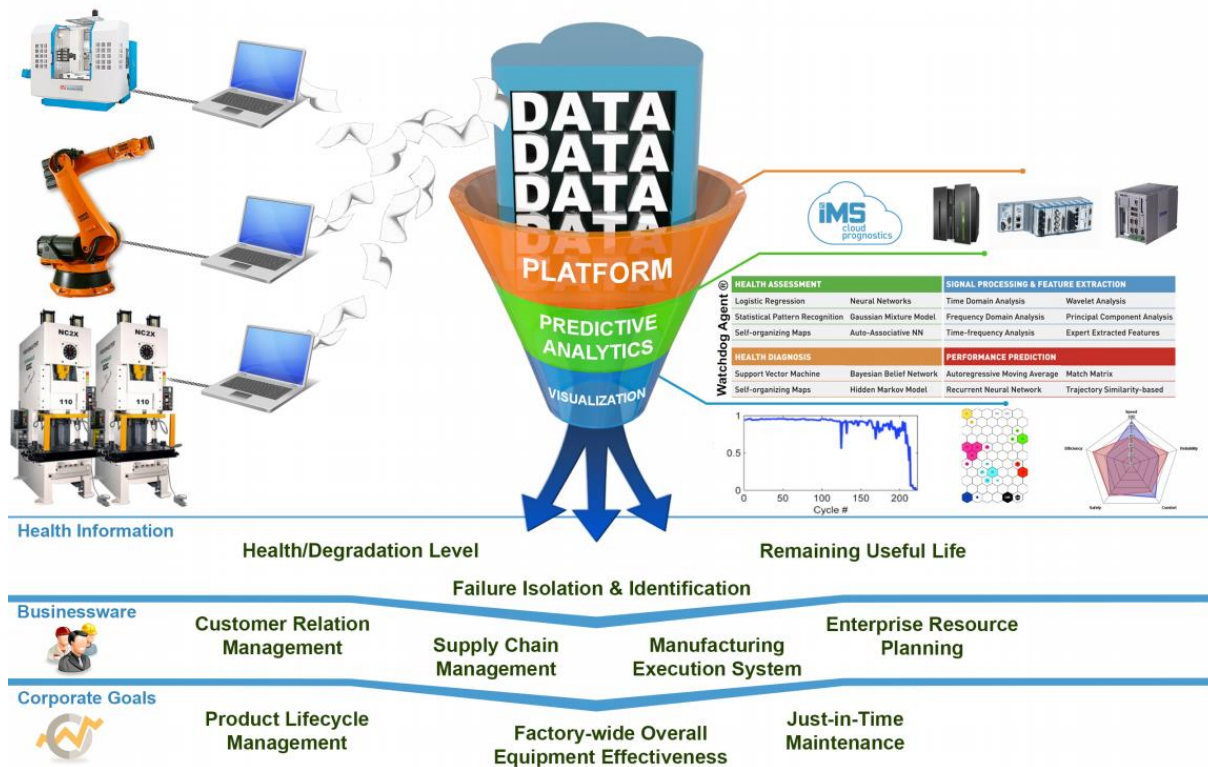
Az eszközök utólagos „felokosítása” műszakilag és gazdaságilag egyaránt kedvező megoldás. A gépészetre jellemző fejlesztési ciklusok ugyanis jelentősen eltérnek az ipar számos más területétől: az egyszer beszerzett gépek sok esetben évtizedekig maradnak szolgálatban, a magasabb elvárásokat célzó cserék jellemzően csupán nagy energia- és költségráfordítás keretében végezhetőek el.

A világszerte használt gépállomány túlnyomó része így még ma sem része a hálózatba kapcsolt rendszereknek, ennek megfelelően óriási az igény az utólagos, úgynevezett retrofit-megoldásokkal csatlakoztatott ipari megoldások iránt.

Módszertan CPS (kiber-fizikai) alapú 4.0 ipari rendszerek tervezésére

A módszertant Jay Lee, Behrad Bagheri, Hung-An Kao (Center for Intelligent Maintenance Rendszer, University of Cincinnati, Cincinnati, United States) foglalták össze és publikálták Recent Advances and Trends of Kiber-Fizikai Rendszers and Big Data Analytics in Industrial Informatics [9] című cikkükben. A módszert Kiber Fizikai Rendszerekhez használható Időgép Módszertannak (Time Machine Methodology for Cyber-Physical Systems) nevezték és ajánlották. A módszer nem egyedi, számos más módszer is lehetséges.

A kiber-fizikai rendszerek képességeinek ismeretében egy 4.0 ipari alkalmazás tervezésre szolgáló CPS alapú módszertan fejleszhető ki. Amint azt az előző fejezetekben tárgyaltuk, az összekapcsolás hatalmas mennyiségű adatba enged hozzáférést. Az adatok pusztán hozzáférhetősége azonban nem hoz jelentős előnyt. Ezért alkalmazkodó, de azért mégis hatékony módszertan szükséges további, PHM algoritmusokkal történő további elemzésekhez szükséges adatok kezeléséhez, osztályozásához és feldolgozásához. E módszertan kellőképpen ki kell szélesíteni ahhoz, hogy fokozhassa a Kiber fizikai rendszerek előnyeit. Az Időgép Módszertan rendeltetése a hozzáférhető adatok tökéletes rendezése egy Nagy Adathalmazban és ezáltal a PHM algoritmusokban történő használatuk. A láncolat minden egyes elemének a Kiber térközben reprezentatív Időgép feljegyzése lesz. E Kiber a hozzáférhető adatforrásból valamennyi valamirevaló információt kivonatol és azokat további elemzések céljából szabványosítja. A kivonatolt információk tartalmazzák a meghonosítás történetét, de korlátozódik csupán arra, kihangsúlyozza és feltölti a működési paramétereket, rendszer konfigurációkat és fenntartási adatokat. Ha az adott elem sikertelen, azt az adatot létrehozó gépből törlik és az elemzésekben további szerephez már nem jut. Kiber ikerpárja (Időgép adat) azonban minden időkorlát nélkül fennmarad. A Kiber ikerpárok korlátlan létezése az Időgép adatok folyamatos felhalmozódását idézi elő és egy sor azonos elemből különböző működési paramétereket gyűjt össze. A kutatási erőfeszítések során nyert paraméterek szabványosítása biztosítja az időgép adatok azonos elemekre egymással történő összehasonlíthatóságát. Továbbá az időgép adatok az aktuális elemek hierarchiájához igazodnak és valamennyi Kiber ikerpárnak hozzáférése van az előtte és utána álló elemek adataihoz. Az ilyen, információban gazdag környezet az üzem pontos kiszámításához és megfigyeléséhez a PHM algoritmusoknak megfelelő hibatűrő képességet kölcsönöz. Végül e módszertan eredményezi a Kiber fizikai rendszernek a 4.0 ipari üzem tervezésében történő meghonosítását.

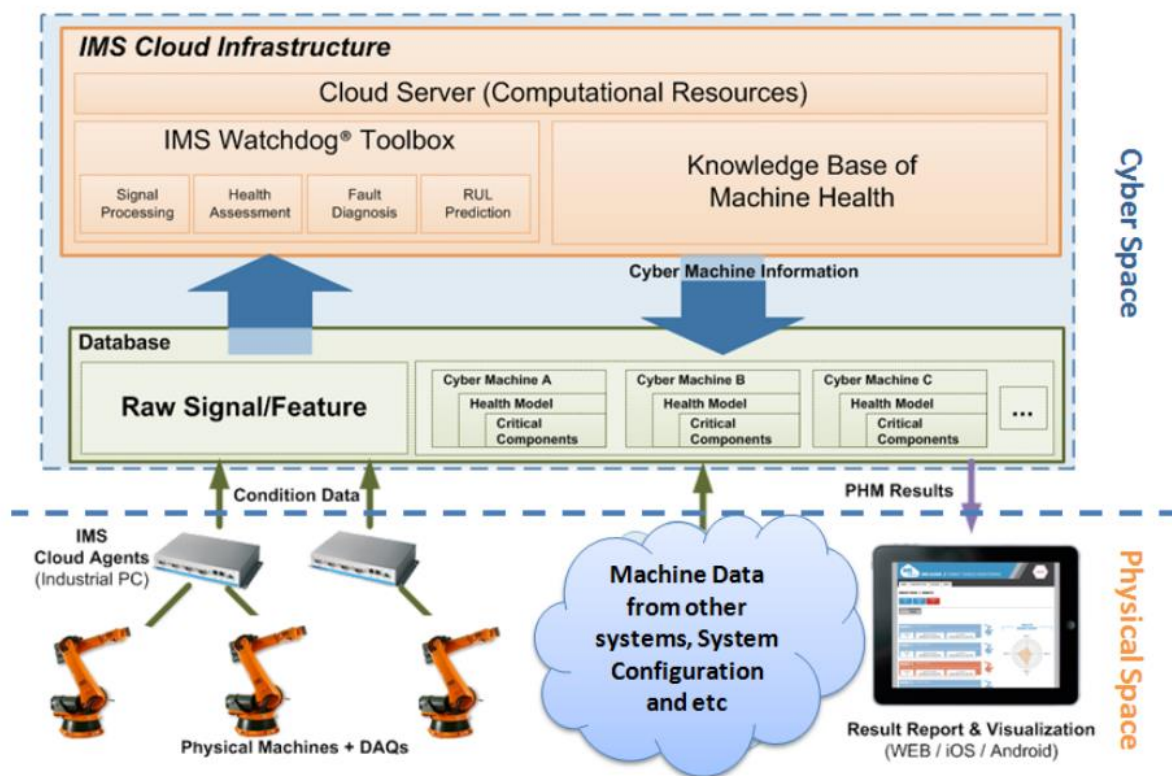


16. ábra A PHM algoritmus alkalmazásának általános kerete a nem látható folyamatokat tár fel a 2014. évi Nemzetközi Ipari Informatikai Konferencia (INDIN) során tárgyalt Rendszerfigyelő Elem (Watchdog Agent®) segítségével. [9]

ESETTANULMÁNYOK [9]

Ipari robotok

E tanulmány középpontjában a termelési folyamatban résztvevő 30 ipari robot állagának előzetes megfigyelése áll. A különböző gyártóvonalak eltérő sebességének köszönhetően egy bonyolultabb többszintes rendszer megközelítés és ezáltal egy szilárd alapokon álló állapot előrejelző és kezelő algoritmust kellett létrehozni, mely torziós nyomaték és sebességi adatok felhasználásával a Kiber fizikai rendszer analitikai magját képezi. Nem agresszív természetének köszönhetően az ipari robotok állagának torziós nyomatékkal történő megfigyelésre ez az eljárás alkalmazása hibás lépés és ezért az e területen végzett kutatási erőfeszítések erre a paraméterre összpontosultak. Ezen kívül a működési sebesség és torziós nyomaték számítása között fennálló nemlineáris kapcsolat felelős azért, hogy a PHM rendszer a robot állapotát helyesen határozza meg. Az állagra vonatkozó adatokon kívül (torziós nyomaték és sebesség) a Kiber testmodell különböző konfigurációs paramétereket vesz fel, mint pl. a sebességi tényező, terhelési tényezőn nyomás kalibrálása, szervo dugattyúkhöz használt robottípusok és a gyártóvonal adott robotjaihoz köthető specifikus termékek.

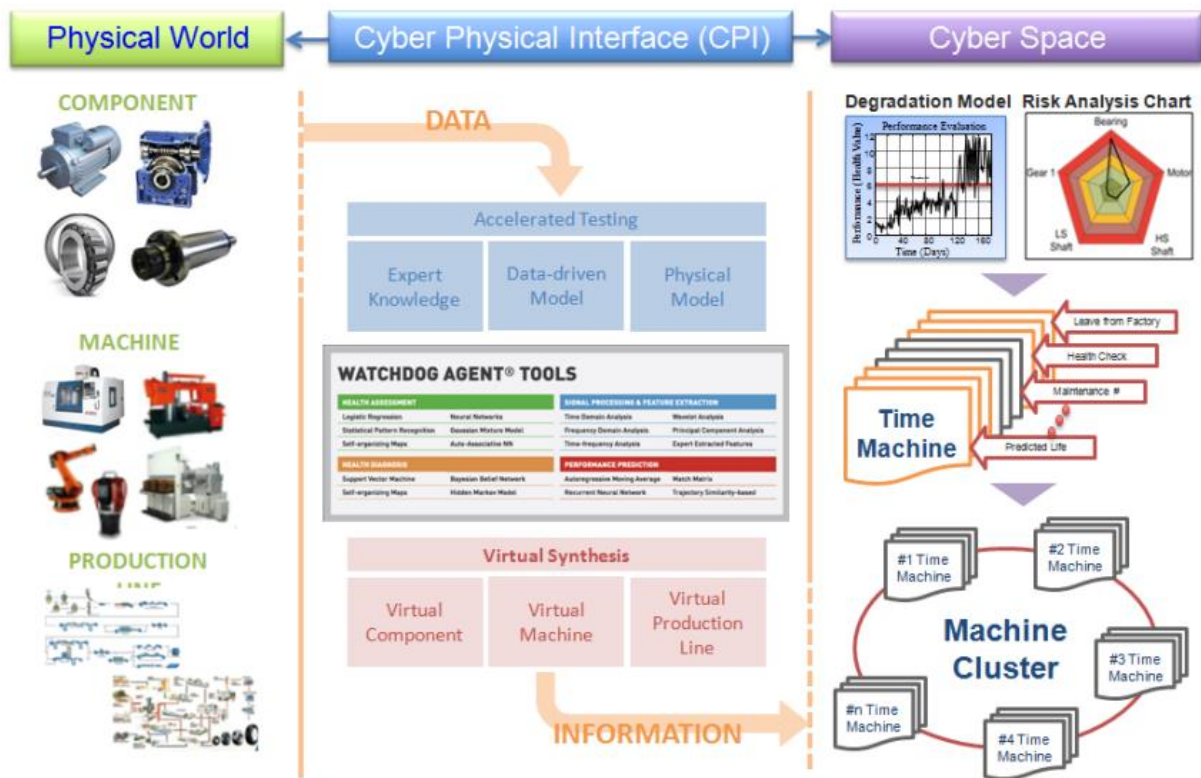


17. ábra Ipari robotok megfigyelésére használatos Kiber testmodellek [9]

Akkumulátorok

Az akkumulátorcsoomag az elektromos vagy hibrid járművek egyik fontos alkatrésze. A gyakorlópályán jelentkező bizonytalanság, az akkumulátorok megbízhatósága, hasznos élettartama, valamint az akkumulátor biztonság vonatkozik minden olyan nehézségre, amit az elektromos járművek kiválasztásánál le kell küzdenünk. A kihívásokkal való szembenézés érdekében, valamint az elektromos járművekkel szemben az elmúlt években megnőtt követelmények miatt az akkumulátorok jelentősége egyre fokozódik [17]. Ezért lényeges az akkumulátorok különböző körülmények között elért dinamikus teljesítménye fokozott jelentőséggel bír. Az akkumulátorok működésének tényezői a környezeti hőmérséklet, nedvesség, vezetési stílus, töltési szint, merülés mértéke és az útviszonyok. Ezért az akkumulátornak alkalmasnak kell lennie cella segítségével eltérő körülmények között az állag értékelésére és a meghibásodás előrejelzésére. Továbbá egy ilyen akkumulátor modell használatával egy legyártott elem működőképessége visszacsatolás lehet a tervezésre és gyártásra, hogy ezáltal felismerhető legyen a tervezésnek és a gyártási eljárásnak az akkumulátor teljesítményére [18] gyakorolt potenciális hatását. A . ábrán látható, az elektromos jármű, az akkumulátor állagának ellenőrzése és az előrejelzési platform tartalmazza az akkumulátor töltési szintjének és állagának becslésére, valamint a vezető viselkedésének osztályozására szolgáló algoritmusokat. A legtöbb akkumulátor modell jelenleg az egyedi cellákra vagy a borításra összpontosít, de figyelmen kívül hagyja az akkumulátoron belüli részletes dinamikát. Az akkumulátoron belül azonban valamennyi alkatrész egymással érintkezik. A cellák, vezetők, BMS rendszerek és a környezeti hőmérséklet közötti kölcsönhatás jelentősen befolyásolja az akkumulátorok teljesítményét és összetett tanulmányozást érdemel. Ezenkívül a gyártási gyakorlat erősen hat az akkumulátor használatának körülményeire és a felhasználó viselkedésére. Ezért egy szimulált keret szükséges, mely a korábban tárgyalt különböző modellek integrálásával végrehajtott funkciók révén követi nyomon az akkumulátorban végbe menő

többszintes paraméter változásokat és termelési tényezőket, valamint az akkumulátor működőképességére gyakorolt hatásaikat.

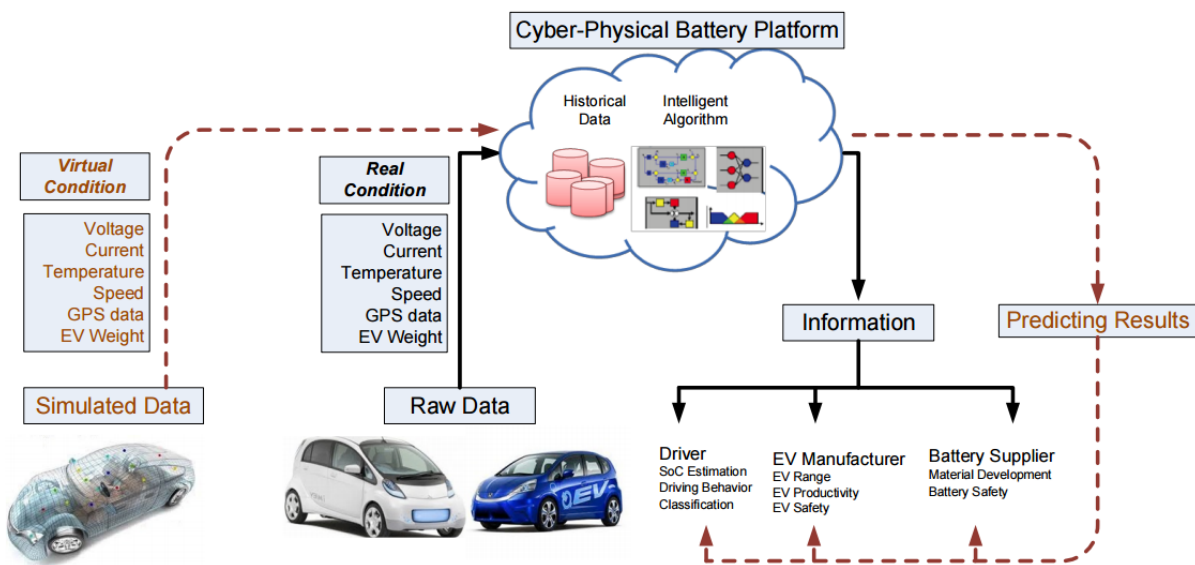


18. ábra 4.0 ipari rendszerekhez használt Kiber fizikai rendszerekhez tartozó módszertan. [9]

Egy "Virtual Battery" (virtuális akkumulátor) egy olyan Kiber testmodell, melyet az új akkumulátor technológia és a következő megoldások megvalósításához használatos intelligens eszközök egyesítésével hozunk létre. A megoldások a következők:

1. Állag előrejelzés, megbízhatóság és készenlét megállapítása adat átalakítással állag előrejelző eszközök segítségével.
2. Megfelelő szemléltető eszköz a megfelelő információknak megfelelő emberek részére történő eljuttatására. Egyes információk, melyek a vezető azonnal közbelépését követelik meg, megjeleníthetők a vezető részére a műszerfalon, miközben más információ formák (beleértve a részletesebb állag megállapítására szolgáló információkat) szükségesek lehetnek a karbantartó személyzet vagy logisztikai központ számára. Ezeket az információkat használjuk az ütemezett karbantartásra vagy alkatrészek ütemezett cseréjére.
3. A korlátlan információáramlás szükséges ahhoz, hogy ezt az információt időben megszerezzük és eljuttassuk azt egy logisztikai központba, mely a vezetőt tájékoztatja az akkumulátor állapotáról és a vezető GPS segítségével tudja meg, hogy útja során juthat el a legközelebbi szervizhez vagy töltőállomáshoz.
4. Akkumulátor töltési szintjének (SoC State of Charge) és állagának (SoH State of Health) külső körülmények között környezet, vezetési stílus, stb.) anélkül, hogy az akkumulátor tesztje elhúzódná.
5. A tervező segítése, hogy megtalálja a hibákat vagy egy jobb hibrid ciklikus irányítást válasszon ki és a kiválasztott csomag specifikus alkalmazásban várható élettartamát becsülje.

6. Az akkumulátor gyártók segítése a borítás hibájának meghatározásában és azok tanulmányozásában, hogy a tervező tervét tökéletesíthesse, más gyártási eljárást vagy nyersanyagot javasolhasson.
7. Vezeték nélküli megoldások az előrejelző eszközökbe történő beépítése lehetővé teszi a járműnek standard és meghosszabbított jótállás idejére történő megfigyelését. A hibás rendszert jóval a bevizsgálási időszakok előtt vissza kell hívni javításra. Ez felváltva használva csökkentheti az ilyenkor felmerülő költségeket. Ez lehetővé teszi e rendszernek a motor irányító érzékelőkbe történő beépítését. A tervező így tanulmányozhatja különböző klimatikus körülmények között az elem akkumulátorát a jármű haladása közben. Ezeket az időtűllépésre vonatkozó adatokat könnyen és olcsón begyűjthetjük a talajviszonyokra vonatkozó adatok segítségével. Ezek az adatok lehetővé tehetik a következő rendszer generáció jobb.



19. ábra Kiber-fizikai akkumulátor platform [9]

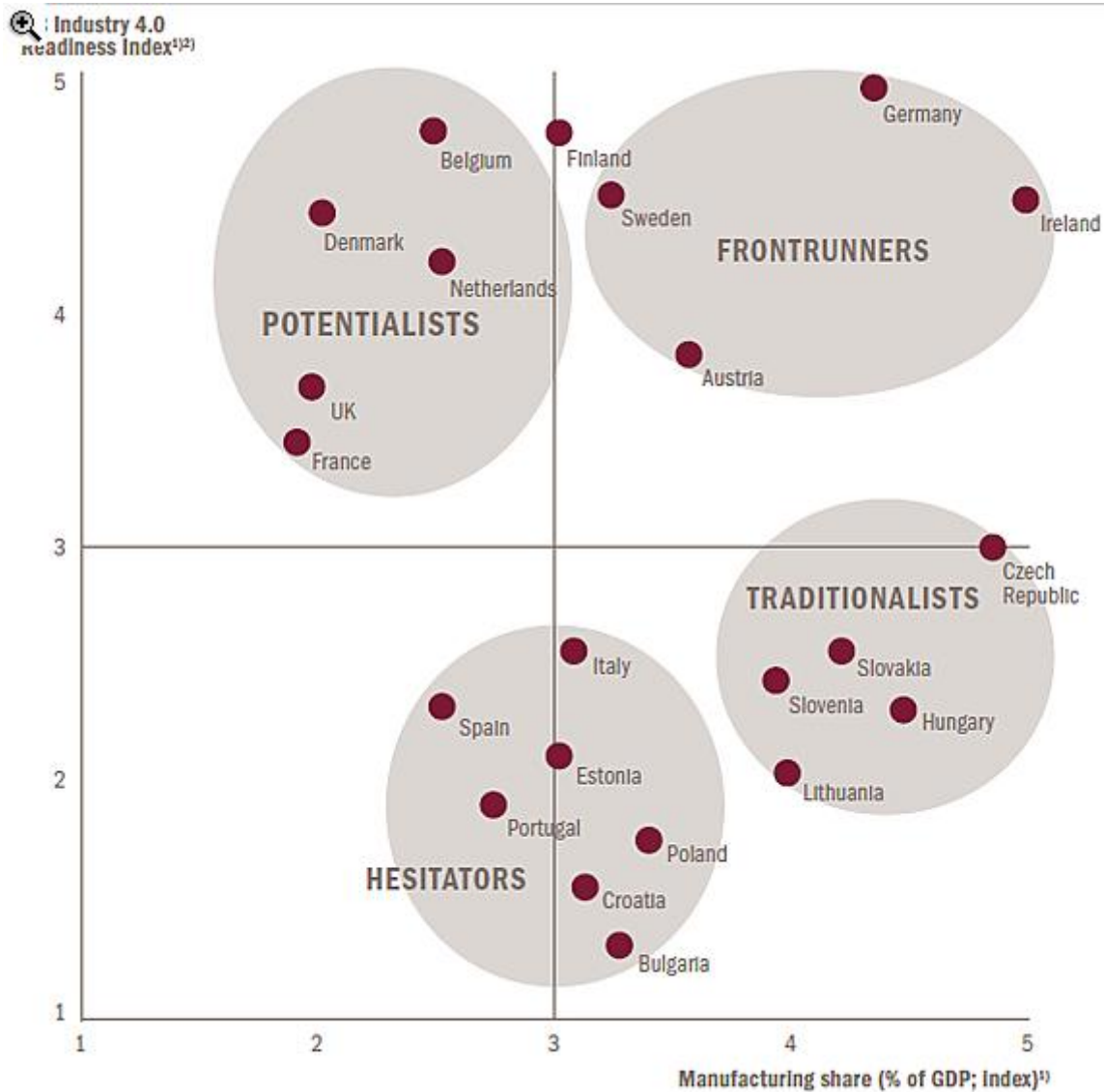
Magyarország a negyedik ipari forradalomban [1]

Magyarországon az ipar 4.0 kezdeményezés ugyan még gyerekcipőben jár, de a jó hír, hogy magyar ipar digitalizációjában rejlik hatalmas potenciál. Ha csak önmagában a magyar ipar GDP-n belüli súlyát tekintjük, akkor Európához képest nálunk még mindig viszonylag magas, a németekéhez hasonló súlya van az iparnak. Ugyanakkor az ipar 4.0-ra való felkészülésben inkább az átlag alatt vagyunk. A régió belül a csehek és valamivel a szlovákok előznek meg minket ebben a Roland Berger³ "ipar 4.0 felkészültség" indexe szerint.

A kormány is felismerte, hogy az ipar digitalizációja fontos cél, és ezt az iparfejlesztési stratégiában, vagyis az Irinyi tervben is rögzítette, amely szerint:

- a hazai iparfejlesztésnek a magas hozzáadott-értékű tevékenységek irányába kell elmozdulnia,
- ösztönözni kell az innováció és a digitális transzformáció elterjedését az egyes iparágakban,
- e folyamatba minél inkább be kell kapcsolni a hazai KKV-kat is.

³ https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_industry_4_0_20160425.pdf



20. ábra Roland Berger Ipar 4.0 felkészültség indexe

A hazai vállalkozások Ipar 4.0 evolúciójának ugyanakkor két alapvető gátja van: a tudás hiánya és a forráshiány. A tudást és a legjobb gyakorlatokat a már jelen lévő külföldi, német cégcsoportoktól is célszerű lenne programokon keresztül átvenni (Audi, Mercedes, Deutsche Telekom, Bosch stb.). Ehhez egyfelől meg kell találni az Ipar 4.0 iránt érdeklődést mutató hazai KKV-kat és egy olyan digitalizációs fejlődési útra állítani, amely során a szaktudást képesek megszerezni. A szaktudás megszerzését követően, egyedi, a vállalkozás profiljához igazított üzleti-, beruházási-, és fejlesztési tervet kell elkészíteni, amely mentén megvalósítható az Ipar 4.0 ugrás. A forráshiányt pedig állami és uniós programok útján lehet orvosolni. A kormány a GINOP-ban (Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív

Program) indított, a "Modern Vállalkozások Programjában" a digitálisan felkészült (minősített) vállalkozások 1 és 24 millió forint közötti összegű, maximum 40 százalékig vissza nem térítendő támogatást igényelhetnek. Illetve nemrégiben közölte az NFM, hogy ősszel újabb informatikai program indul: összesen 17,5 milliárd forint vissza nem térítendő támogatásból és 21,9 milliárd forintnyi kedvezményes hitelből fejleszthetik az infokommunikációs és távközlési - (IKT) eszköztárat a mikro-, kis és közepes vállalkozások. [1]

Negyven alapító taggal megalakult az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform, köztük számos magyarországi telephellyel rendelkező vállalkozás, oktatási intézmény, kutatóintézet, valamint ágazati szakmai szervezet. A tagok tevékenységük során támogatják a hazai startup és KKV ökoszisztéma információhoz jutását, felkészítését, a lehetőségek bemutatását. A szervezet célja, hogy az ipari digitalizáció zászlóshajójaként javaslatokat és ajánlásokat fogalmazzon meg a kormányzat részére, ösztönözze a tagjai közti együttműködést az Ipar 4.0 hazai szempontból releváns kulcsterületein, különösen a digitális gyártás és a dolgok internete témakörökben, támogassa a jó gyakorlatok hazai elterjesztését. [13]

Néhány sikeres magyarországi vállalkozás azért akad, amely megmutathatja az utat a többieknek. Ilyen például a KUKA Robotics, amely német tulajdonban, de magyar munkaerővel és Magyarországon gyárt a világ legnagyobb cégcsoportjainak összeszerelő-robotokat. A Mohanet, pedig telematikai megoldásokkal, szenzorokkal teszi mérhetővé és tervezhetővé a gyártási folyamatokat. Ez a két cég gyakorlatilag az ipar 4.0 okosgyárainak alapjait képes letenni, de nyilván ez csak két példa, nincsenek egyedül.

A hazai vállalkozások Ipar 4.0 evolúciójának ugyanakkor két alapvető gátja van: a tudás hiánya és a forráshiány. [13]

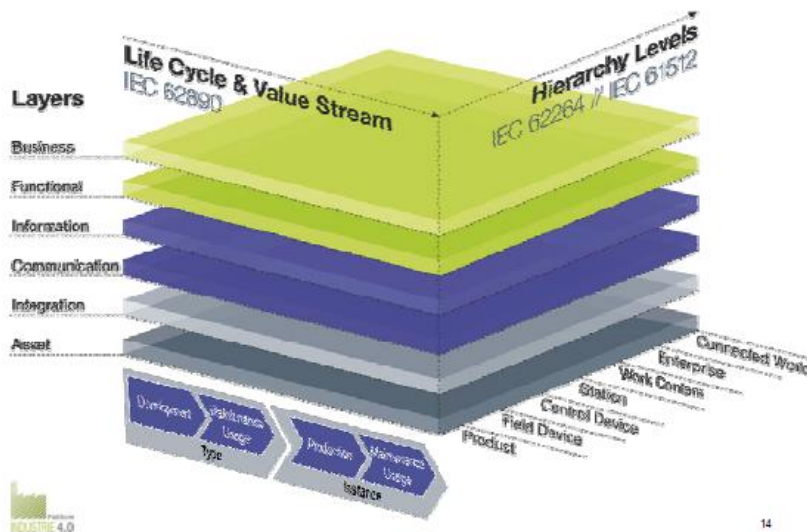
A tudást és a legjobb gyakorlatokat a már jelen lévő külföldi, német cégcsoportoktól is célszerű lenne programokon keresztül átvenni (Audi, Mercedes, Deutsche Telekom, Bosch stb.). Ehhez egyfelől meg kell találni az Ipar 4.0 iránt érdeklődést mutató hazai KKV-kat és egy olyan digitalizációs fejlődési útra állítani, amely során a szaktudást képesek megszerezni. A szaktudás megszerzését követően, egyedi, a vállalkozás profiljához igazított üzleti-, beruházási-, és fejlesztési tervet kell elkészíteni, amely mentén megvalósítható az Ipar 4.0 ugrás.

Félreértés ne essék, a magyar kkv-knak első körben nem az a feladatuk, hogy megmentsek a világot, és valami teljes újba és ismeretlenbe ugorjanak bele digitalizáció címén. Ráadásul a realitás ma az, hogy a magyar kkv-k a beszállítói iparban, a német cégeken keresztül kapcsolódjanak be a negyedik ipari forradalomba. A németekkel ápolts szoros gazdasági kapcsolat ugyanis a mi egyik nagy lehetőségünk ebben a folyamatban a fejlődésre, amelyért egy sor ország a "fél GDP-jét" odaadná még akkor is, ha nagy külföldi cégcsoportoknak alkatrészeket gyártani vagy összeszerelő üzemeket működtetni nem is tűnik a világ legnyereségesebb és legjobb üzletének.

Ha viszont a kkv-k nem mozdulnak meg, akkor csúnyán lemaradnak. A negyedik ipari forradalom csúcsra fogja járni a versenyt, és aki ebben nem tud helyt állni - ahogyan az ipari forradalmak idején megszokott - szépen eltűnik a süllyesztőben. [13]

Megjegyzés

Akár a gyártórendszer energiafogyasztásában bekövetkező változás is automatizálható a kapacitás- és az energiaköltség-adatok alapján. A RAMI4.0 referenciamodell jól mutatja, hogy a mechatronika és a **Reference Architecture Model Industry 4.0 (RAMI4.0)**



21. ábra RAMI4-0 referenciamodell [23]

adatok alapján a kiber-fizikai térben is üzleti folyamatokat képes indítani vagy szimulációval vizsgálni. A FESTO-nál kifejlesztett CPS Gate egy intelligens modul, mely a folyamatadatok kommunikációját

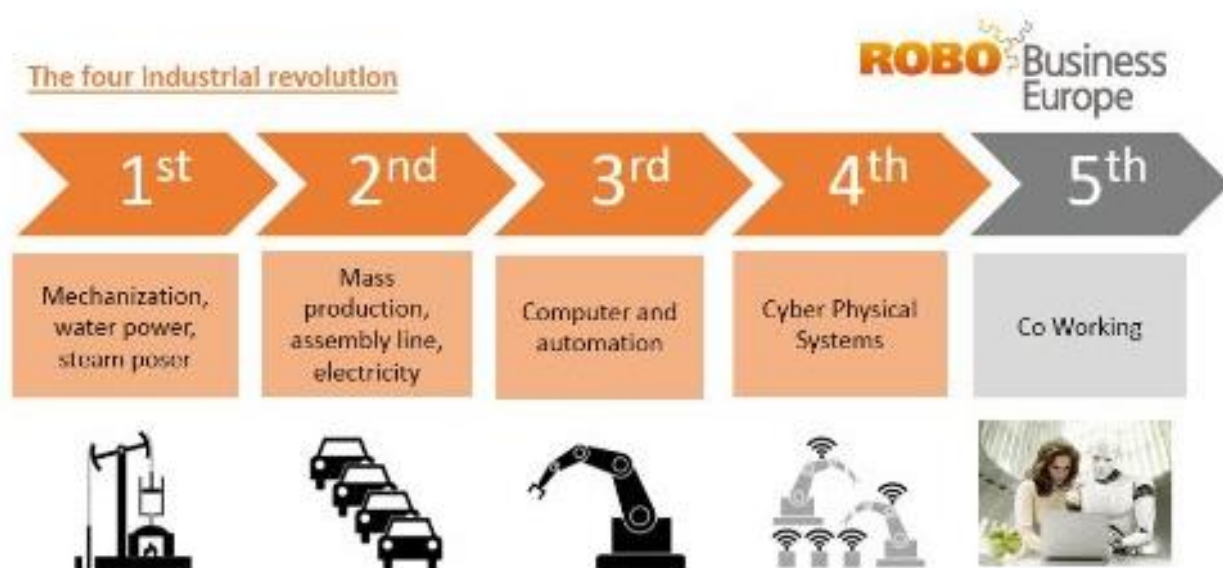


22. ábra CPS Gate funkciók [19]

műszaki menedzsment kap kiemelt szerepet az Ipar 4.0 felépítésében. Ezért a jövő gyártásában emiatt a képzések tartalma rendkívül fontos lesz a mechatronikai mérnökök valamint a műszaki menedzserek számára. A **mechatronikai mérnök** képzésnek ötvöznie kell a fizika és gépészet terén meglévő szaktudást az olyan területekről származó adatokkal, mint az informatika, hálózatépítés, adatelemzés és programozás. [19] A **műszaki menedzser** pedig az aki az összegyűjtött

szolgálja. Ezt a modult a CP Factory üzemében használják, mely egy kiber-fizikai kutató és oktató létesítmény, és a gyártóüzemek különböző állomásait modellezi. Az üzem célja a digitalizáció és hálózatépítés terén használt technológiák és módszerek tesztelése és kidolgozása. A CPS Gate az üzem munkaállomásain működik a folyamatvezérlés alapmoduljaként, hálózatba kapcsolva a feldolgozás alatt lévő termékekhez kapcsolódó csatlakoztatott informatikai (ERP) és a gyártásirányítási rendszerekkel (MES). A 17. ábra a CPS kapcsolódását mutatja a menedzsment rendszerekhez.

Ipar 5.0 ?



23. ábra ipar 4.0 Ipar 5.0? [21]

Hivatkozások

- [1] P. Á. Turzó, „Portfólio A gazdasági hírforrás,” 20 09 2016. [Online]. Available: <http://www.portfolio.hu/tool/print.php?i=237125&k=2>. [Hozzáférés dátuma: 20 09 2016].
- [2] B. Leukert, „Production of the Future- How to Prepare for the Fourth Industrial Revolution,” Application Innovation and a member of the Global Managing Board of SAP AG, SAP world, 2014.
- [3] Deloitte, „Industry 4.0 study,” Delottie, Basel, 2014.
- [4] B. Szűk, Interviewee, *Ipar 4.0 - Ami előrevisz Szerző: Dalnoki László* <http://www.techstorym2m.hu/index.php>. [Interjú]. 11 02 2016.
- [5] „www.ob121.com,” 2016.04.06.
- [6] L. D. Xu, „Enterprise systems: state-of-the-art and future trends,” *Industrial Informatics*, pp. in Jay Lee, Behrad Bagheri, Hung-An Kao: Recent Advances and Trends of Cyber-Physical Systems and Big Data Analytics in Industrial Informatics Proceeding of Int. Conference on Industrial Informatics (INDIN) 2014 , 2011.
- [7] E. Dumbill, „Big Data is Rocket Fuel,” *Big Data*, pp. in Jay Lee, Behrad Bagheri, Hung-An Kao: Recent Advances and Trends of Cyber-Physical Systems and Big Data Analytics in Industrial Informatics Proceeding of Int. Conference on Industrial Informatics (INDIN) 2014, 2013.
- [8] „Hálózatba szervezett gyártás, avagy mi az az "Ipar 4.0",” *Lingomat*, http://lignomat.hu/HiREK/Halozatba_szervezett_gyartas_avagy_mi_az_az_ipar_40.html , 2016.
- [9] B. B. H.-A. K. Jay Lee, „Recent Advances and Trends of Cyber-Physical Systems and Big Data Analytics in Industrial Informatics,” in *Proceeding of Int. Conference on Industrial Informatics (INDIN)* , 2014.
- [10] „Adaptive calibration for fusion-based cyber-physical systems,” %1. kötet11, %1. szám4, pp. 1-25, 2012.
- [11] I. C. S. Society, „Cyber-physical system,” *IEEE Explore*, %1. számin Jay Lee, Behrad Bagheri, Hung-An Kao: Recent Advances and Trends of Cyber-Physical Systems and Big Data Analytics in Industrial Informatics Proceeding of Int. Conference on Industrial Informatics (INDIN) 2014, 2011.

- [12] J. W. H. Y. a. H. S. J. Shi, „A survey of Cyber-Physical Systems,„ *Signal Processing (WCSP 2011)*, %1. számin Jay Lee, Behrad Bagheri, Hung-An Kao: Recent Advances and Trends of Cyber-Physical Systems and Big Data Analytics in Industrial Informatics Proceeding of Int. Conference on Industrial Informatics (INDIN) 2014, pp. 1-6, 2011.
- [13] T. Á. Pál, „Vállalatok » Információs technológia,„ 20 09 2016. [Online]. Available: http://www.portfolio.hu/vallalatok/it/a_ma_ismert_vilagot_totalisan_elsopri_a_negyed_ik_ipari_forradalom.10.237125-2.html. [Hozzáférés dátuma: 16 11 2016].
- [14] S. Keogh, „Siemens Digital Factory GM Factory Automation,„ Siemens, 2015.
- [15] „A Dolgok Internete 7 legfontosabb kulcsszava,„ Forbes, <http://m2mzona.hu/gyartas/a-dolgok-internete-het-legfontosabb-kulcsszava>, 2016.
- [16] „Amikor a termékek kommunikálnak a gépekkel,„ Siemens, <http://www.techstorym2m.hu/amikor-a-termekek-kommunikalnak-a-gepekkal.html>, 2016.
- [17] M. Diesner, „Ipar 4.0 az intralogisztikában,„ <http://www.techstorym2m.hu/ipar-4-0-az-intralogisztikaban.html>, 2016.
- [18] M. Judit, „Gyártás beágyazott informatikával,„ <http://www.techstorym2m.hu/gyartas-beagyazott-informatikaval.html>, 2015.
- [19] H. Haarmann, „CP Factory - itt a kiber-fizikai valóság,„ FESTO, <http://www.techstorym2m.hu/cp-factory-itt-a-kiber-fizikai-valosag.html>, 2016.
- [20] W. Struth, Interviewee, *Ipar 4.0: a régi gyártósorok is felokosíthatóak*. [Interjú]. 11 11 2016.
- [21] K. Frederiksen, „Industry 4.0 or Industry 5.0?,„ 28 04 2016. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/industry-40-50-kim-frederiksen>. [Hozzáférés dátuma: 16 11 2016].
- [22] A. d. f. m. -. l. terv, <http://hirlevel.egov.hu/2016/03/11/a-digitalis-gazdasag-a-fejlodes-motorja/>, 2016.
- [23] P. D.-I. R. Anderl, „What is Indutry 4.0,„ University Darmstadt, 2015.