

Az Ipar 4.0 hatása az egyetemi oktatásra - megfelelés az új ipari kihívásoknak Impact of Industry 4.0 in university education - adequacy to the new industry challenges

Dr. Czifra György

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, Magyarország
czifra.gyorgy@bkg.uni-obuda.hu

Összefoglalás — Az I4.0 a hallgatók és az oktatók részéről is megköveteli a megfelelő képzettséget, problémamegoldó-képességet, és természetesen a megfelelő tudományos felkészültséget. A felsoroltakat csak megfelelően kialakított környezetben lehetséges elérni, ezért az egyetemek kényszerítve vannak a megfelelő oktatási feltételek kialakítására. Cikkünkben arra teszünk kísérletet, hogy megtaláljuk azt az utat, amelyen járva képesek leszünk felkészíteni a hallgatókat az I4.0 kihívásaival való küzdelemre.

Kulcsszavak: Ipar 4.0, egyetemi képzés, kihívás, megfelelés

Abstract — I4.0 requires from students and educators to have the adequate skills, problem-solving skills and, of course, the appropriate academic skills. These skills can be achieved only in an adequately designed environment. Universities are therefore forced to develop their educational conditions according to I4.0 requirements. In our article we attempt to find the way for preparing our students for the challenges of I4.0.

Keywords: Industry 4.0, university education, challenge

1 BEVEZETÉS

A technológiai fejlődés drámai változásokat okozott a termelékenység területén. A gőzgépek megjelenése a 19. században, az elektrifikáció a huszadik század elején, valamint az automatizáció térhódítása a 80-as évek elején mind ipari forradalmat indított el. Napjainkban a technológiai fejlődés negyedik hullámát éljük, melyet digitális ipari forradalomként ismerünk és Ipar 4.0-nak nevezünk. Hálózatba kapcsolt kiber-fizikai rendszerekről beszélünk, melyek standard internetes kommunikációt biztosító protokollok segítségével kapcsolatba tudnak lépni egymással. A rendszerek adataik elemzése alapján hiba-előrejelzésre is képesek, újrakonfigurálják magukat és így képesek alkalmazkodni az ismert és ismeretlen változásokhoz is. Az I4.0 lehetővé teszi a közvetlen adatgyűjtést az egyes berendezésekről, lehetővé téve ezzel a gyorsabb, rugalmasabb, hatékonyabb gyártási eljárások alkalmazását és a magasabb minőségű, olcsóbb termékek gyártását. A felsoroltak miatt megnövekszik a termelékenység, amely a gazdaságot is előbbre mozdítja, elősegíti az ipar fejlődését és alapjaiban változtatja meg a vállalatok versenyképességét.

2 AZ IPAR 4.0 FOGALOM MEGHATÁROZÁSA

Az Ipar 4.0 kifejezés a negyedik ipari forradalom fogalmát jelenti, ami magában foglalja az információs

forradalmat, a kommunikációs forradalmat, az automatizálás mesterséges intelligenciával való bővítését, valamint a nagy adattömegek mozgását és a felhőalapú adatfeldolgozást is.

Mint az az előbbi felsorolásból is látszik, nagyon sokrétű és szerteágazó folyamatokról beszélünk, amelyek lassan behálózják az egész ipari környezetünket. Okos gyárak, okos termelőeszközök, okos és intelligens járművek, önálló döntéshozatalra képes eszközök, amelyek az egymás közötti információcsere segítségével emberi beavatkozás nélkül képesek váratlan eseményre helyesen reagálni, vagy az ember által definiált célt saját erőforrásaikat mozgósítva, szervezve és átszervezve elérni.

A folyamat egyértelműen a humán erőforrás felhasználásának minimalizálása és a mesterséges intelligencia által irányított okos eszközök maximális használata felé irányul. Alapjában véve ez a trend kívánatos, hiszen az ember, mint jelentős hibaforrás kizárása a folyamatokból a termelés és ellátás maximális minőségét, időfüggetlenségét és egyenletességét jelenti.

Ahhoz, hogy a különböző folyamatok, az intelligens gyárak, közlekedési rendszerek el tudják látni a rájuk bízott feladatokat, több feltételnek is meg kell felelniük.

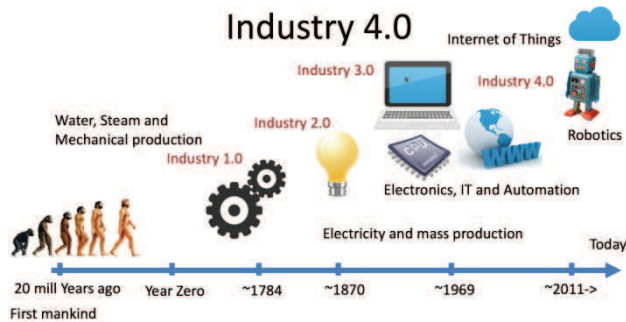
Az első feltétel, hogy a folyamatokban részt vevő rendszer elemek megfelelő adatokat, információkat legyenek képesek előállítani, amelyek leírják a pillanatnyi állapotukat, az általuk végzett tevékenység aktuális lefolyását. A következő feltétel, hogy az így keletkezett adatokat, információkat megosszák egymással, illetve továbbítsák egy biztonságos, állandóan rendelkezésre álló tárhelyre – ezt a felhőalapú számítógépes adatfeldolgozási eljárások teszik lehetővé.

Mivel minden egyes, a rendszerbe integrált eszköz adatokat állít elő, másodpercenként elképzelhetetlen mennyiségű adat forgalmát kell lebonyolítani. Egészen különleges adatforgalmazási eljárások felhasználásával ez a probléma megoldható.

Az adatok, információk óriási mennyisége kezelhetetlen tömegként semmire nem jó, ezért ki kell fejleszteni olyan intelligens adatelemző eljárásokat, amelyek segítségével egyszerű, átlátható és döntésképeséget támogató információs képernyők jeleníthetők meg, illetve a mesterséges intelligencia különböző szintjein dolgozó rendszerek képesek önálló döntéseket hozni.

A döntéseket felügyelő rendszereknek tanulóképeseknek kell lenniük, hogy a már előfordult

problémák megoldásait adaptálni tudják a hasonló, de még az előzőekben nem tapasztalt meghibásodások kezelésére.



1. ábra: Az Ipar 4.0 kialakulása [11]

3 AZ IPAR 4.0 ÉPÍTŐELEMEI

Bármilyen I4.0 rendszer esetében meg tudunk különböztetni legalább négy alapvető tudományterületet, amelyek egymással összekapcsolva azt működőképessé teszik.

A mechanikai komponens képezi a rendszer gerincét, felel a mozgás, az erőátvitel, a statika, a kinematika és dinamika megvalósításáért.

Az elektrotechnikai komponens képezi a rendszer idegpályáit, felel a megfelelő impulzusok átviteléért.

Az informatikai komponens képezi a rendszer irányító, vezérlő és kontroll impulzusainak forrását. Adatok, információk forrása és címzettje is.

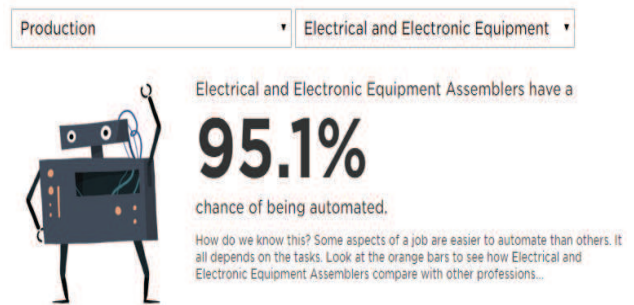
A kibernetikai komponens képezi a rendszer agyát, vezérlését, intelligenciáját. Biztosítja a tanulást, a megfelelő reakciók generálását, ez tulajdonképpen a rendszer lelke.

Természetesen a fenti felosztás csak nagy vonalakban tükrözi egy I4.0 kompatibilis rendszer fő alkotóelemeit, azonban világosan látjuk, hogy a hagyományos gépész, villamossági szakember, informatikus és kibernetikus felosztást bátran elfelejtethetjük. Valójában a mechatronika az, ami a legjobban megközelíti az általunk meghatározott tartalmat, ám az informatikát és a kibernetikát is integrálnunk kell, ha pontosak akarunk lenni. Így talán egy új kifejezés, a MEKI (Mechanika - Elektronika - Kibernetika - Informatika) lehet a legkifejezőbb.

Az előbbi gondolatsor valójában azt hivatott bemutatni, hogy milyen sokrétű, szerteágazó tudásra és információhalmazra van szüksége annak a szakembernek, aki helyt akar állni az Ipar 4.0 által életre hívott versenyben.

Az ipari robotok alkalmazásának üteme a 2007-es évtől kezdődően az addigi lineáris ütemről exponenciálisra változott. Erőteljes növekedés figyelhető meg a Távol-Keleten, illetve Kínában, ami annál is figyelemreméltóbb, mivel felmerül a kérdés, hogy a hagyományosan olcsó „keleti” munkaerőt helyettesítik-e a robotok, vagy egyéb területeken is átveszik az emberi munkaerő hagyományos szerepkörét? Az emberi munkaerővel szemben támasztott szakmai képzési követelmények megváltozása és a súlypontok eltolódása miatt néhány szakma erős fenyegetettségnek van kitéve – az alábbi ábra is ezt hivatott tükrözni.

Researchers took a shot at estimating how technology will affect the job market in 20 years. Find your job below to see what the data say about your future.



2. ábra: Az emberi munkaerő robotokkal való helyettesítésének esélye [10]

A [10] forrásban elérhető adatok inkább tendenciákat mutatnak, vannak olyan területek, ahol szinte biztos és 90% feletti a helyettesítés veszélye, vannak azonban olyan szakmák, ahol a helyettesítés megoldhatatlan (minimális, inkább támogató jellegű) – bár a mesterséges intelligencia egyre nagyobb fejlettségi szintje ezen a téren is egyre emelkedő fenyegetettséget indukál.

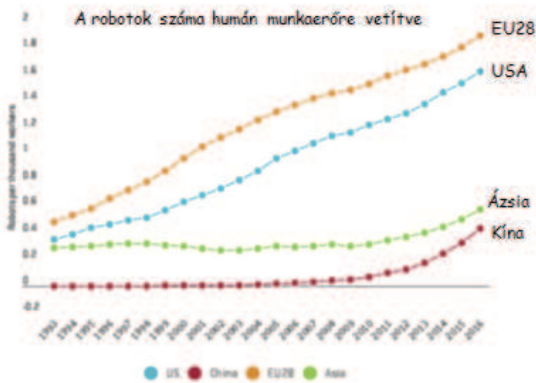
A komputerizáció hatása a munkaerő piacára meglehetősen jól fel van dolgozva különböző szempontok szerint [19]. A tendencia azt mutatja a kutatások szerint, hogy a rutin műveletekre alapozott munkát ellátó munkaerő foglalkoztatottsága csökken, ők azok, akiknek a tevékenysége jól algoritmizálható és így könnyen helyettesíthetők megfelelő intelligenciájú gépekkel. Szembetűnő a szerkezeti változás a munkaerőpiacon, a munkavállalók a közepes jövedelmű foglalkozásoktól átsorportosulnak az alacsonyabb jövedelmet biztosító szakmák, tevékenységek felé. Ezek alapján véve olyan foglalkozások – szolgáltatások, amelyek nagyrészt manuális szakmunkát jelentenek, amelyek kevésbé érzékenyek a számítógépesítésre, hiszen magasabb szintű követelményeket igényelnek a rugalmasság, a kreativitás, esetleg a fizikai alkalmazkodóképesség szempontjából is.

Megfigyelhető ugyanakkor, hogy kreatív, nagyobb problémamegoldó készségeket igénylő tevékenységet végző munkaerő iránti kereslet erőteljes növekedésnek indult. A kereslet növekedése, a munkaerőpiaci tendenciák megváltozása megjelenik az oktatásban is, tartósan növekszik az igény a kognitív feladatokat megoldani képes szakembereket magas szakmai színvonalon képző intézmények iránt.

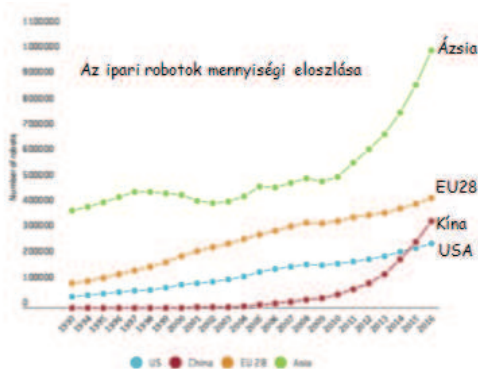
Két jól elkülöníthető csoport alakul ki, a magas jövedelmű kreatív, kognitív munkahelyeken dolgozók, illetve az alacsony jövedelmű, mondhatni kézműves foglalkozásokban való foglalkoztatás. A közepes jövedelmű, rutinmunkát végző munkahelyek kiürülnek.

Kimondhatjuk tehát, hogy valóban megjelennek új szakmák, új munkaerőprofilok, illetve eltűnnek jól bevált, biztos megélhetést nyújtó foglalkozások, szakmák, amelyek jól helyettesíthetők robotokkal, illetve mesterséges intelligenciával.

Riasztó a munkaerőhiány Magyarországon is, a vendéglátó szektort pedig fokozottan sújtja a jelenség. Győrben egy kínai étterem robotot vet be a vendégek kiszolgálása érdekében. [20]



3. ábra: Az ipari robotok száma humán munkaerőre vetítve [9]



4. ábra: Az ipari robotok mennyiségi eloszlása [9]

További statisztikai adatokat elemezve világosan elkülöníthetők az iparnak azon területei, ahol a robotizáció – és a vele együtt alkalmazott egyéb I4.0 fejlesztések és megoldások – egyre nagyobb részben épülnek be a napi gyakorlatba. Az egyik valóban dinamikusan fejlődő iparág a járműgyártás, kiemelkedően az autógyártásra jellemző a rendkívül gyors emelkedés. Az elektromos vagy hibrid hajtásra való világméretű, egyre dinamikusabb átállás nyilván komoly változást fog hozni a gyártórendszerek tekintetében – elsősorban a hajtásláncot illetően. A motorgyártás, a váltóművek, futóművek gyártása teljesen átalakul a kerékagyba épített villamos hajtásoknak köszönhetően. Az önvezető járművek – és nem csak a személygépkocsik tekintetében – tömeges elterjedése forradalmasítja a mindenhol elérhető, gyors és biztonságos adatátviteli technológiákat. Természetesen a karosszériagyártás, a járművek belső terének kialakítása is szinte beláthatatlan változásokat generál a tervezés és a gyártás területén is. Már most is látható, hogy a robotizáció elterjedése milyen mértékű és léptékű.

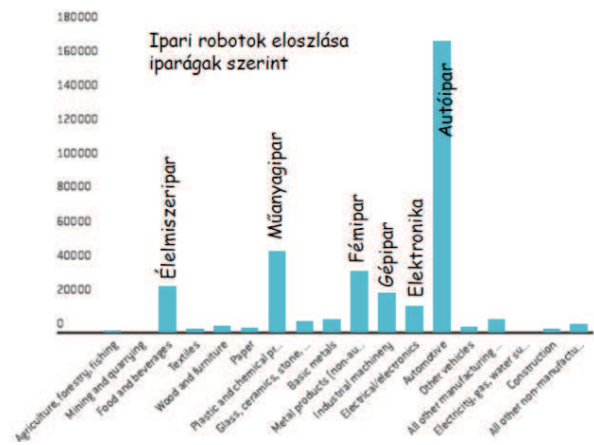
Csak egy példát szeretnék bemutatni, a Honda után a BMW-nek is van önvezető motorkerékpárja, amely emberi irányítás nélkül is képes közlekedni. Egy csoport Stefan Hans mérnök irányításával dolgozott az R 1200 GS átalakításán. A cél nem az ember kiváltása volt, hanem olyan műszaki megoldás létrehozása, amelynek segítségével a biztonsági rendszerek a jelenleginél nagyobb mértékben tudnak beavatkozni és megvédeni a jármű vezetőjét és utasát az esetleges balesetektől.

A fejlesztők véleménye szerint a kifejlesztett önvezető rendszer képes lesz megtanulni a motorkerékpáros vezetési stílusát, és a tanulást követően pedig már képes lesz felismerni a veszélyes helyzeteket, közbe tud

avatkozni. Nemcsak reagálni – jelezni tud, hanem be is avatkozik aktívan. Természetesen a teljesen önvezető motorkerékpár sorozatgyártása nincs tervben, viszont néhány sikeresen tesztelt megoldás – távtartó automatika, adaptív sebességtartó automatika már sorozatgyártásban is megjelenhet a közeli jövőben.



5. ábra Az önvezető BMW motorkerékpár [21]



6. ábra: Ipari robotok eloszlása iparágak szerint [9]

A következő ábrából világosan látható, hogy az ipari robotok piacán a legnagyobb öt felvevő az egyéb területeken is hatalmas fejlődést produkáló ország:



7. ábra: Az öt legnagyobb felvevő ország [15]

4 MILYEN KÉPZÉS KELL?

Kilenc olyan kulcstechnológiát lehet felsorolni, amelyek oktatása elengedhetetlen egy mai, a kor követelményeinek megfelelő, felsőfokú végzettséggel rendelkező szakember részére:

1. Szimulációs rendszerek (Process Simulation),
2. Kiterjesztett valóság (Augmented Reality),
3. Autonóm robotok (Autonomous Robots),
4. Additív gyártás (Additive Manufacturing),
5. A dolgok internete (Internet of Things),
6. Felhő alapú számítástechnika (Cloud Computing),
7. Big data és elemzés (Big Data Transfer and Processing),
8. Kiber biztonság (Cyber Security),
9. Horizontális és vertikális rendszer integráció (Horizontal and Vertical System Integration).



8. ábra: Az I4.0 és az emberek [13]

Jól látható, hogy túlnyomórészt az elektronika, informatika és kibernetika témakörei azok, amelyben előre kell lépni és a megfelelő laboratóriumok kialakításával, a hozzá illeszkedő tananyag elkészítésével – természetesen e-learning alapon – el kell érni az ipar számára értékes és hasznos szakemberek képzését. Nyilvánvaló, hogy a képzés nyertesei nemcsak a vállalatok, hanem a képzésben résztvevők is, hiszen munkaerő-piaci pozíciójuk magasan az ilyen képzést nem abszolválóké felett lesz.

Tudatosítanunk kell azonban, hogy a megszerzett tudást megerősítő gyakorlati készségek elsajátítását lehetővé tevő szakmai kapcsolatok megerősítése, új kapcsolatok létrehozása nélkül a laborok és a tantárgyi tematikák sem használhatók megfelelő hatékonysággal.

A modern oktatásban – és az itt szereplő sokféle tudományág miatt törvényszerűen – csak a projektorientált, önálló és kollektív feladatmegoldásokat lehetővé tevő módszertan alkalmazása hozhat megfelelő eredményt. A vállalatok, amelyek felismerték az I4.0-ban rejlő kihívásokat és piacvezető szerepet töltenek be az ipari automatizáció szegmensében, saját képzéseket indítanak. A képzések elsősorban a felnőttképzés kategóriájában kerülnek meghirdetésre, a felhasznált technológiák, oktatási módszerek és segédanyagok kiválóan alkalmazhatók a felsőoktatásban is. A vállalatok reagálnak arra a tényre, hogy az ipari automatizáció és az intelligens gyártórendszerek elterjedése rohamos –

exponenciális fejlődésnek indult. Nincs idő megvárni a megfelelően képzett mérnökök megjelenését a munkaerőpiacon, annál is inkább, hiszen a felsőoktatás sincs még felkészülve az I4.0 szellemében folyó oktatásra, sem a humán erőforrás, sem az oktatási segédeszközökkel való ellátás szempontjából. Az egyetlen, amire az I4.0 bevezetését fontolgató vállalatok támaszkodhatnak, az a saját erőforráskészletük. Ahhoz, hogy szakmailag megfelelően képzett, a modern technológiát bevezetni, alkalmazni és fejleszteni képes mérnökök, szakemberek álljanak rendelkezésre, az ilyen témájú képzéseket szervező és megvalósító cégekre kell támaszkodniuk.

5 HOGYAN TOVÁBB?

A főiskolai és egyetemi képzésnek nagyon gyorsan fel kell vennie a ritmust, meg kell keresni azokat az ipari partnereket, akik megfelelő infrastruktúrával és a képzéseket magas szinten művelő szakembereikkel rendelkeznek és szorosan, egymást támogatva, együttműködve olyan képzési formákat tudnak bevezetni, amelyek garantálják a gyors és hatékony képzést.

Az egyetemek és főiskolák finanszírozási rendszere szinte lehetetlenné tesz az önálló fejlesztéseket, megfelelő pályázatok indításával azonban ez megváltoztatható. Elképzelhetőnek tartom, hogy a felsőoktatási intézmények egymással együttműködve, koordináltan fejlesszék képzési bázisaikat, elosztva a képzési területeket és megfelelően átgondolt és megtervezett szervezettel specializálódva, csak a saját területre koncentráljanak. A hallgatók szempontjából átjárhatóvá kell tenni ezeket a képzéseket oly módon, hogy a már az előbbieken kifejtett multidiszciplináris képzési portfóliót az egyes specializált egyetemi központokban elérhessék.

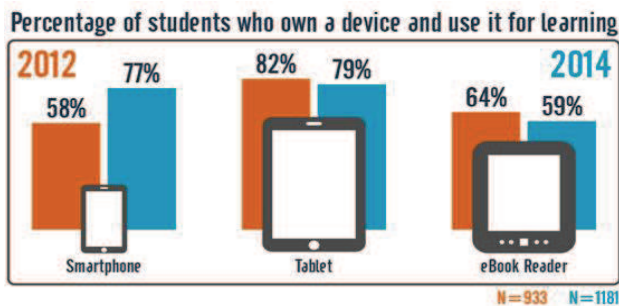
Az Óbudai Egyetemet vizsgálva egyértelmű, hogy olyan képzési portfóliót kell kialakítani, amely biztosan támaszkodik az eddigi tudományos, kutatási és oktatási profilra, megfelel az I4.0 követelményeinek és olyan kimeneti képzési követelményeket határoz meg, amelyek biztos és használható felkészülést jelent a jövő intelligens gyáraiban dolgozó fiatal és ambiciózus mérnökök számára.

Ahhoz, hogy meg tudjunk felelni az előttünk álló feladatoknak, a teljesség igénye nélkül sorolom fel a teendőket – hiszen egy rendkívül dinamikus folyamatról lévén szó, szinte hetek alatt változhatnak a követelmények:

- ⇒ megfelelő felszereltséggel rendelkező laboratórium kiépítése,
- ⇒ a laboratórium felszereltségéhez igazodó tantárgyi program (programok) kialakítása,
- ⇒ a megszerzett tudást megerősítő gyakorlati készségek elsajátítását lehetővé tevő szakmai kapcsolatok megerősítése, új kapcsolatok létrehozása,
- ⇒ projektorientált, önálló és kollektív feladatmegoldásokat lehetővé tevő módszertan alkalmazása,
- ⇒ a hallgatók bevonása a laborfelszerelés kialakításába,
- ⇒ Tudományos Diákköri Konferencia – témák kiírása,
- ⇒ megfelelő szakdolgozati témák kiírása,
- ⇒ az Ipar 4.0 szakterületeihez kapcsolódó tantárgyak projektorientált szervezése – laborfejlesztési feladatok, segédeszközök tervezése és gyártása,

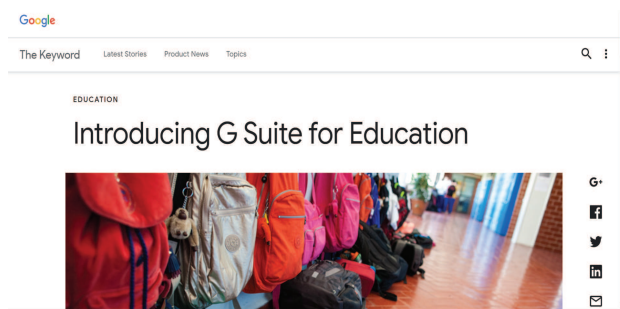
- ⇒ Kandó Kálmán, Neumann János és Bánki Donát együttműködése – közös projektek megfogalmazása,
- ⇒ pályázatok, valamint hallgatói és tanári mobilitás-programok szervezése.

Amint a felsorolásból is kitűnik, van mit tenni annak érdekében, hogy az Óbudai Egyetemen végzett hallgatók meg tudjanak felelni a velük szemben támasztott igényeknek. Az oktatás szempontjából a használt eszközök is kritikus jelentőségűek. Az alábbi ábrán egy érdekes statisztika látható, milyen eszközöket használnak a hallgatók a tanulás folyamatában, hogyan változott az eszközök portfóliója az évek során.



9. ábra: Okos eszközök a tanulás folyamatában [14]

Az egyre – másra megjelenő technológiák beépítése kritikus jelentőségű, hiszen a mai főiskolai, egyetemi hallgatók lételeme a digitális világ. A hagyományos oktatási módszerek – összehasonlítva a ma elérhető modern módszerekkel – rendkívül ingerszegények. A szinte percről percre változó igényeknek csak az olyan oktatási technológiák használata felel meg, amelyek képesek gyorsan emészthető formába önteni az elsajátítandó ismereteket. Az egyik ilyen példa – a széles körben ismert virtuális oktatási platformok mellett – a Google virtuális osztálya.



10. ábra: Virtuális osztály [16]

A felhő alapú tanulás, oktatás beépül mindennapjainkba, az elektronikus távoktatás fogja képezni az alapismeretek elsajátításának legelterjedtebb módját.

A rendelkezésre álló tananyagok, illetve a közeli jövőben kidolgozásra kerülők – a tananyag jellegének megfelelően – csak elektronikus úton lehetnek elérhetőek, olyan távoktatási platformokon, amelyek lehetővé teszik a rugalmas időbeosztást, a saját igények, lehetőségek és képességek szerinti előrehaladást, az állandó hatékony tudásszint-ellenőrzést. A gyors változások követése kizárólag az említett oktatási technológiák alkalmazásával lehetséges.

A tananyag megfelelő feldolgozása kulcsfontosságú. Az elektronikus tananyag összeállítása egy jól konfigurált csapat feladata, aminek összetétele a következő: szakmai vezető, a szakmai vezető asszisztense, didaktikai szakember, informatikus, (webreklám szakember – grafikus), médiaszakember, pszichológus. Csak egy ilyen team képes arra, hogy olyan tananyagot állítson elő, amely megfelel a modern kor szellemének, dinamikus, célzott ismereteket ad és felépítésével, szervezettségével garantálja a tudnivalók elsajátítását a kurzuson résztvevők részére.

Az előbbi alapelvek szerint felépített tananyag mellett természetesen elengedhetetlen a megfelelő laboratóriumok kiépítése is, hiszen az e-learning során elsajátított tudás mellett a készségeket is el kell sajátítani. Biztos elméleti alapokra építve könnyebb és tartósabb is a gyakorlati készségek elsajátítása és begyakorlása. A kreatív gondolkodás és proaktív problémamegoldás folyamatait csakis a megfelelően kiépített, az e-learning tananyagával összhangban működő laboratóriumok, gyakorlati munkahelyek támogatják hatékonyan.

Nem szabad azonban alábecsülnünk a fenntartás, illetve a folyamatos fejlesztés költségeit sem. Az ipari környezet exponenciális fejlődési üteme meghatározza a tananyagok és a laboratóriumok fejlesztési ütemét is. Ebben a vonatkozásban ismét előtérbe kerülnek a jó ipari kapcsolatok, a fejlesztésben érdekelt vállalatok bekapcsolása a képzés és a tananyagfejlesztés folyamatába. A már említett finanszírozási problémák miatt kiemelt jelentőségű lehet azoknak a vállalatoknak a bevonása, amelyek megfelelő infrastruktúrával rendelkeznek egy-egy kihelyezett gyakorlati képzési pont kialakításához, valamint rendelkeznek olyan szakemberekkel, akik képesek a gyakorlati képzést vezetni ezeken a pontokon.

6 A JÓ GYAKORLATOK PÉLDÁJA

Követendő példaként szeretném bemutatni néhány vállalat megoldását, amelyek az I4.0 alapelveit hivatottak bemutatni és megtanítani mindazoknak az érdeklődőknek – elsősorban a felnőttképzés területén – akiknek munkájuk során szükségük van az Ipar 4.0-val kapcsolatos ismeretekre.

Az egyik ilyen példa a Bosch Rexroth Csoport képzési portfóliója és műszaki háttere. Idézem a cég vonatkozó elképzelését: „A vállalatcsoport azonban nemcsak fejleszti, hanem gyáraiban alkalmazza is a koncepciót és az ezzel kapcsolatos új megoldásokat. Az így gyűjtött tapasztalatok alapján a Drive & Control Academy szakemberei kifejlesztették az mMS4.0 oktatóberendezést, amelynek segítségével az Ipar 4.0 a gyakorlatban is könnyen modellezhető. A berendezés egy teljes termelési rendszer összes funkcióját tartalmazza. A rendszer moduláris, további cellák, például egy hat szabadságfokú robot is egyszerűen hozzáadható. Az Open Core Engineering segítségével a tanulók magas szintű programnyelveken programozhatják a Rexroth PLC-ket, az anyagáramlás RFID-rendszer segítségével követhető és a termelési adatok összeköthetők a különböző vállalatirányítási rendszerekkel (pl.: ERP, MES, SAP). Ezen felül a könnyebb megértés érdekében a Rexroth modern, animációkkal és videókkal színesített e-training oktatóanyagot is kínál az Ipar 4.0-hoz. A Bosch Rexroth oktatási csomagja és az mMS4.0 oktatóberendezés segítségével a tanulók és a szakemberek már ma

elsajátíthatják a jövő gyárában szükséges tudást és képességeket.” [17]

A másik rendkívül érdekes példa a SmartFactoryKL projekt, amely egyfajta, gyártófüggetlen, demonstrációs és kutatási platform, ahol az ígéretes, innovatív információs és kommunikációs technológiákat (IKT) kutatják, fejlesztik és mutatják be valós ipari termelési környezetben. Az Ipar 4.0 megvalósítása megköveteli a kreativitást, a kísérletezéshez és az együttműködéshez való proaktív hozzáállást. Az együttműködő cégek, valamint a kutatási és oktatási intézmények felismerték az együttműködésben rejlő lehetőségeket, az erős hálózatban fontos tapasztalatokat szereztek, gyakorlati megoldásokat fejlesztettek ki, és fontos szerepet játszottak az intelligens gyár jövőjének kialakításában. [18]

7 ÖSSZEZÉS

Az elmondottak alapján megállapíthatjuk, hogy a munkaerő szerepe megváltozik. A passzív gépkezelői-operátori tevékenység átalakul aktív, kreatív, problémamegoldó, optimális innovatív megoldásokat kereső munkává, melynek feltételeit az egyetemi képzésben nagyon gyorsan meg kell teremteni. Abban az esetben, ha a szemléletváltás, a környezet innovációja, az új tanulmányi programok, tantárgyak nem épülnek be az oktatásba belátható (1-2 év) időn belül, visszafordíthatatlanul a lemaradás és a kimaradás folyamata fog elindulni és lavinaként maga alá temeti a megújulásra képteleneket.

Percentage of Use of Industry 4.0		
Industrial Sector	Now (%)	In Five Years (%)
Electronics	45	77
Aerospace/Defense	32	76
Industrial manufacturing	35	76
Chemicals	32	75
Forest products/Paper	38	72
Transportation	28	71
Engineering/Construction	30	69
Automotive	41	65
Metals	31	62

11. ábra: Az I4.0 térhódítása [12]

A vállalati szféra bevonása a képzésbe kulcsfontosságú, hiszen, egyre növekszik azoknak a vállalatoknak a száma, amelyek saját szakemberképzést indítanak, saját erőforrásaikat képezik ki. Nagyon fel lehetne gyorsítani a felkészítés ütemét, ha erős szövetségben az erre nyitott vállalatokkal közös platformokon el lehetne indítani képzéseket, amelyekre a későbbiekben biztosan lehet építeni.

Nagyon jó példa a vállalati együttműködésre a Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki karon megvalósuló projekt. Az Enterprise Communications Magyarország Kft. -vel közösen, a vállalat hathatós támogatásával indul egy képzés, CAD-CAM a gyakorlatban címmel. A képzésben 12 hallgató vesz részt, illetve a képzést támogató tanárok és demonstrátorok is. 12 munkaállomáson telepítésre került a SolidEdge illetve az EdgeCAM programcsomag, a hallgatók szabad labor formájában is hozzáférhetnek az eszközökhöz. A munka során létrehozott, megtervezett 3D modell-termékre a résztvevők elkészítik a megfelelő megmunkálóprogramot és a terméket a kar rendelkezésre álló gépein le is

gyártják, így kézzelfogható eredménye lesz az elméleti alkotó munkának.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] <http://www.industry4.hu/hu/ipar4>
- [2] <https://autopro.hu/trend/>
- [3] <https://www.i40platform.hu/>
- [4] <http://www.festo-didactic.com>
- [5] <https://www.boschrexroth.com/hu/hu/felnottkepzes/ipar-4-0-oktatas/>
- [6] <http://smartfactory.de/en/>
- [7] <http://www.cnc.hu/digitalization/>
- [8] <http://www.techmonitor.hu/>
- [9] <http://bruegel.org/2017/12/the-growing-presence-of-robots-in-eu-industries/>
- [10] <https://www.npr.org/sections/money/2015/05/21/408234543/will-your-job-be-done-by-a-machine>
- [11] <http://halvorsen.blog/documents/technology/industry40/>
- [12] <https://www.quora.com/What-will-be-the-top-10-industries-that-will-change-in-2017-due-to-Industry-4-0>
- [13] <http://menawat.com/industry-4-0-what-it-is-and-what-to-expect/>
- [14] <https://er.educause.edu/articles/2015/6/students-mobile-learning-practices-in-higher-education-a-multiyear-study>
- [15] <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/ifr-forecast-1.7-million-new-robots-to-transform-the-worlds-factories-by-20>
- [16] <https://blog.google/topics/education/introducing-g-suite-education/>
- [17] <https://www.boschrexroth.com/hu/hu/felnottkepzes/ipar-4-0-oktatas/trends-und-themen-2>
- [18] <http://smartfactory.de/en/>
- [19] https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- [20] <https://www.penzcentrum.hu/karrier/sirhatnak-a-magyar-pincerek-videon-a-gyori-robot-ami-elveheti-a-munkajukat.1070096.html>
- [21] <http://www.automotor.hu/motor/onvezeto-motorkerekpart-keszített-a-bmw/>