

Szakképzés 4.0 és a mérnöktanár-képzés

VET 4.0 and Vocational Teacher Training

I. KOCSIS

Debreceni Egyetem Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszék, kocsisi@eng.unideb.hu

Absztrakt. A mérnöktanár-képzés a regionális iparfejlesztés összetett folyamatának egyik apró, de fontos eleme. A korszerű ipari termelés új szerepköröket (munkaköröket) és új kompetenciákat igényel. Ezekre figyelni kell a műszaki képzés minden szintjén, ha felelősen gondolkodunk, és meg akarjuk alapozni a végzett műszaki szakemberek sikeres karrierjét. A mérnöktanár-képzésből kerülnek ki a középfokú szakképzés új tanárgenerációi, az ő szemléletük határozza meg a szakképzés mindennapjait a következő évtizedekben. A képző intézményeknek érzékenyeknek kell lenniük az aktuális és a jövőbeli elvárásokra, a képzési programjuk és az oktatási módszereik megújításával támogatniuk kell a szakképzési rendszer törekvéseit az iparfejlesztés humán erőforrásának biztosításában.

Abstract. Vocational Teacher Training is a small but important element of the regional industrial development. Nowadays the state-of-the-art industrial organisations and processes generate new jobs and positions, and additionally, need new competences. To be able to establish the successful carrier of young professionals these requirements have to be taken into consideration. Teacher Training Programmes of Universities provide new generations of Teachers of Engineering and their approach will determine the nature of the teaching process at VET (Vocational Education and Training) schools. Universities have to adapt to the current requirements of the industry and have to support VET with updated curriculums and training methods.

Kulcsszavak. szakképzés 4.0., ipar 4.0, mérnöktanári képzés

Keywords. VET 4.0, Industry 4.0, vocational teacher training

Bevezetés

Az ipari termeléshez kapcsolódó ágazatokban a szakképzéssel szemben megfogalmazott elvárásokat egyre inkább az határozza meg, hogy milyen tudás és milyen kompetenciák szükségesek a digitalizált gyártórendszerek tervezéséhez és üzemeltetéséhez. Itt nem kizárólag új ismeretekről kell beszélni, hanem a megváltozott tevékenységekhez, munkakörökhöz szükséges új kompetenciákról és új szemléletről is. Az új követelményeknek való megfeleléshez az oktatási folyamatot sok szempontból át kell alakítani, és erre a váltásra a leendő mérnöktanárokat is fel kell készíteni. A felkészítés egyrészt az új szakképzési rendszer elemeinek és céljainak megismerését jelenti, másrészt olyan tartalmak bevonását a szakmai tárgyakba és a tanári felkészítés tárgyaiba, melyek összhangban vannak az elvégzendő új tanári feladatokkal.

Milyen körülmények közt kell megfelelni a jövő műszaki szakembereinek? Az automatizált, digitalizált gyártás folyamatosan szorítja ki a „hagyományos” technológiákat, az új technológiák bevezetésével késlekedők – a produktivitás alacsony szintje miatt – nem lesznek képesek a piacon megmaradni. A piac magas szintű rugalmasságot és gyors reagálást igényel, azt kell kínálni, amit a vevő akar, sőt elé kell menni az igényeknek, igényeket kell generálni. A szolgáltatásközpontú működésben a folyamatos fejlesztés, a kreativitás, az agilitás kap kulcsszerepet, a klasszikus termelési tevékenységeket a gépekre (robotokra) lehet bízni.

Az Ipar 4.0 (i4.0) szemléletmódjának és elemeinek elsajátítását számos helyen felvetik feladatként a szakképzéssel foglalkozó nemzetközi szakirodalomban is (lásd pl. [1], [3]).

1. Az Ipar 4.0 jellegzetességei

1.1. Az Ipar 4.0 koncepció alapelemei

Az i4.0 koncepció szerinti fejlesztések általános célja, hogy a fizikai és a virtuális világ összekapcsolásával megteremtse a teljes ellátási láncot magában foglaló kiber-fizikai rendszerek kiépítésének feltételeit. A kiber-fizikai rendszerek egységei autonóm módon cserélnek információkat, indítanak tevékenységeket és kontrollálják egymást. Ezzel párhuzamosan zajlik a digitális ökoszisztéma kiépítése, ami nemzetgazdasági és nemzetközi szinten biztosítja a szükséges infrastruktúrát.

A piaci verseny megköveteli, hogy a gyártási környezet képes legyen gyorsan, jó minőségben és nagy tömegben kiszolgálni egyedi igényeket (személyre szabottság). Ez a piaci igényekre való gyors reagálást (agilitást), hatékony és precíz folyamatokat és megbízható ellátást igényel. Az okos gyár koncepció a technikai feltételeken túl új üzleti és műszaki tervezési megoldásokat is feltételez, és hatással van az üzemek felépítésére is. Az új üzleti koncepció egyik megnyilvánulása az egyénre szabott árképzés, például a használat alapján meghatározott fizetés.

Az ipar digitalizálása és az internet széles körű adaptálása lehetővé teszi, hogy az üzleti folyamatok a termékek felől a kimenet alapú szolgáltatások felé tolódjanak el. A szolgáltatónak a vevő igényére kell inkább figyelni, mint magára a termékre. A kimeneti szolgáltatás az ökoszisztémán belüli kommunikáció új szintjét igényli, a termékek és szolgáltatások összehangolását a vevő szükségleteinek megfelelően. A szolgálatosodás közvetlenebb és mellérendelt kapcsolatot, közös fejlesztést jelent a fogyasztókkal, egyedi ajánlatokat, magasabb szintű testre szabást. A kiber-fizikai tér az emberek, a dolgok és a szolgáltatások internetének egy közös rendszerbe foglalása, ami a folyamatok szereplőinek magasabb fokú együttműködését teszi lehetővé.

Az okos gyárak alapvető feltétele az autonóm és független gyártóegységek megfelelő információval való ellátása. A gyártóeszközök valós időben osztanak meg adatokat annak érdekében, hogy mindig mindenhol rendelkezésre álljanak a szükséges információk. A begyűjtött adatok alapján bármely időpillanatban rendelkezésre áll a rendszer / folyamat virtuális képe, mely alapján a folyamatok szimulálhatók, és létrehozható kiterjesztett valóság egyes tevékenységek támogatására, vagy kommunikációs célra.

Összetett gyártási és logisztikai folyamatok esetén gyakoriak a döntési helyzetek. Az összekapcsoltság (IoT) és a Big Data technológiák együttesen lehetővé teszik, hogy a megfelelő információ a megfelelő helyre a megfelelő időben eljusson. A gyártással kapcsolatos informatikai feladatok méretének drasztikus növekedése miatt új megközelítési módra van szükség. A felhőalkalmazások, melyek rugalmas és nagy méretű erőforrásnak tekinthetők, egyfajta választ adnak a felvetődő problémákra. A felhasználók a felhőben lévő számítógépek tárolási, számítási, adattovábbítási kapacitását igény szerint használhatják.

1.2. Információ – érték kör

Az [2] elemzésben a termelési folyamat változásait vizsgálják az i4.0 koncepció tükrében. A tanulmány szerint az i4.0-nak megfelelő gyártási folyamat három fő eleme

- az információk keletkezése (adatgyűjtés, adatelemzés);
- a szereplők (emberek, eszközök) kommunikációja (információáramlás);
- az információk alapján tervezett és megvalósított tevékenységek.

A gyártás kimenete, a fizikai tárgy/eszköz létrehozása a virtuális és a fizikai valóság közti transzformációk eredménye. Az i4.0 és az IoT világában ezek a transzformációk megsokszorozódnak, a folyamat során különféle típusú transzformációk kapnak szerepet, ezek iterált alkalmazása eredményezi a kívánt terméket. Az Információ–érték kör az információáramlás egy modellje. A transzformáció jellege szerint a technológiák három csoportba sorolhatók az 1. táblázat szerint [2]:

fizikai → digitális	digitális → digitális	digitális → fizikai
szenzorok, szabályozók viselhető eszközök kiterjesztett valóság	jelfeldolgozás optimalizálás, előrejelzés vizualizáció, eszközök közvetlen elérése a felhasználási helyen (point-of-use delivery)	additív gyártás fejlett anyagok autonóm robotok digitális tervezés, szimuláció

1. táblázat. Jellemző transzformációk a digitalizált gyártórendszerekben [2]

A digitális alkalmazások látványosan megváltoztatják az R&D folyamatát, például a megrendelők (és egyéb érintettek) részt vehetnek a tervezésben, a koncepcionális kérdések megvitatásában, a termékek funkcióinak meghatározásában. A számítógépes játékok fejlesztői élen járnak az ilyen jellegű termékfejlesztéssel, a játékok kiadása előtt sok (akár több ezer) próbajátékos használja a szoftvert, és a visszajelzéseik alapján javítják az alkalmazást. A tanulmány szerint a változások a működés szempontjából a tervezéshez, a termék előállításához és a termék támogatáshoz, az üzleti célok szempontjából a termékekhez, a fogyasztókhoz és a mérnöki munkához kapcsolódnak. [2]

A termékek változása:

- létező termék „okosítása”;
- okos eszközökkel előállított adatok értékesítése szolgáltatásként;
- új termékek és szolgáltatások fejlesztése.

A fogyasztói / vevői magatartás változása:

- intelligens értékesítés;

- az értékesítés utáni szolgáltatások fejlesztése;
- az elosztás optimalizálása.

A mérnöki tevékenység változása:

- az ötlettől az értékesítésig tartó időtartam csökkentése;
- a tervezés és a gyártás hatékonyabb összekapcsolása;
- a mérnöki hatékonyság növelése.

Az üzleti tervezés változása:

- kereslet-érzékeny üzleti tervezés;
- ellátás-tervezés, a szállítók támogatása;
- hálózati optimalizálás a kibocsátási oldalon.

A termelő egységek, gyárak változása:

- a munkaerő hatékonyságának növelése;
- intelligens termelési eszközök alkalmazása;
- tevékenység szinkronizálás és áramlás biztosítása.

A termelés / termék támogató rendszer változása:

- a helyszíni javítások minőségének és hatékonyságának támogatása;
- alkatrész, termék és szolgáltatás hibák előrejelzése;
- az előforduló hibák gyors és pontos kezelése.

2. A szakképzéssel szemben támasztott, az Ipar 4.0 koncepcióhoz kapcsolódó elvárások

2.1. Az Ipar 4.0 dimenzióihoz kötődő tudáselemek

A [3] tanulmányban részletesen bemutatják az i4.0 elemeinek kapcsolatát a szakképzéssel. Kifejtik, hogy a szakképzettséggel (szaktudással) kapcsolatos elvárások változásának leírását nem lehet egyszerűen a technológiából, a műszaki tartalomból levezetni, az is számít, hogy az elvárásokat kivel (milyen célcsoporttal) szemben fogalmazzuk meg. Az i4.0 négy dimenziójához kötve az alábbi kérdésekre keresik a választ [3]:

- Milyen műszaki tudás és gyakorlat elvárt, milyen célcsoport esetén releváns, milyen intézményi szintű kihívások kapcsolódnak ehhez?
- Milyen mértékben növekszik a teljes rendszer komplexitása?
- A komplexitás növekedése jelent-e műszaki kihívást, milyen élőmunka igényt vet fel?
- A jó (robosztus, innovatív, versenyképes) implementálás milyen mértékben igényli az éritett dolgozók aktív részvételét?

1. dimenzió: a közösségi média alkalmazása (social media@production)

A mobil alkalmazások mára a mindennapi munka részévé váltak. Az okostelefonok, tabletek használata képzést igényel, de az eszközök használatában meglévő mindennapi gyakorlat, valamint az alkalmazások módszertanilag jól kidolgozott (intuitív) volta miatt ez általában könnyen megy. A közösségi média eszközök hasznosak a kommunikációban a tervezés és az implementálás során. Ennek támogatásához azonban nem elegendő egy egyszerű műszaki szempontú telepítés, a környezetet adaptálni kell a folyamatokhoz és a feladatokhoz. A közösségi média alkalmazása területén jelentős generációs eltérések vannak a módszerek elfogadása és megtanulása terén, de ma már általában nem jelent problémát a kommunikációs eszközök használata a munkafolyamatokban.

2. dimenzió: adatok kezelése (data@production)

Az adatkezelés az i4.0 kulcsfontosságú eleme, ennek megfeleltetésén múlik a fejlesztések sikere: mit kezdünk a rendelkezésre álló nagy adathalmazokkal? Az adatkezelés új koncepciójának és módjának megtanítása a képzések fontos feladata. Az operátorok és az IT szakemberek kommunikációja (igény megfogalmazása) vezethet hatékony rendszerhez. Ehhez az operátori szinten magasabb szintű IT ismeretek kellenek.

3. dimenzió: újgenerációs termelés (nextGEN@production)

A szakképzésben figyelni kell az új technológiák széleskörű elterjedésének időpontját, amikor a kapcsolódó ismereteket érdemes beemelni a tananyagba. Ma gyorsan elterjednek az új eszközök és technológiák, de az ezekhez nyújtott terméktámogatás emiatt nem teljes körű és nem automatikus. Előny, hogy a termékeket viszonylag alacsony áron kínálják, ami akár az oktatási intézmények által is megfizethető, de – a gyors elavulás lehetőségét figyelembe véve – kérdés, hogy mivel érdemes az iskolai oktatásban foglalkozni.

4. dimenzió: automatizálás (automation@body&mind)

Definiálni kell az ember szerepét az okos eszközök világában, hogy ne váljanak egyszerű alkatrészé a folyamatban. Az embernek meg kell tudniuk tartani a fontosságérzetüket és az önbecsülésüket. Definiálni kell azokat a képességeket, melyekkel az ember megfelelő eleme lehet a rendszernek.

Általánosságban azt a kérdést kell feltenni, hogy változik-e, és ha igen, akkor hogyan a munka tárgya, az eszközei és a szervezése. Ennek függvényében lehet megválaszolni, hogy az elvárt képzettségre ezek a változások milyen hatással vannak.

2.2. Az Ipar 4.0 bevezetése által előhívott kompetenciák

Az [1] tanulmányban részletesen tárgyalják az i4.0 bevezetése által előhívott kompetenciákat. A technológia digitalizálását és a vállalati folyamatok átalakulását támogató „Digitális IQ”-t, mint szervezeti képességet hangsúlyozzák, mely megalapozza a sikeres digitális átalakulás folyamatát.

A komplex rendszereket kezelni tudó emberek jelentősége megnő, az összetett rendszerek szabályozása, a problémamegoldás, a hibakeresés, a gépi kommunikáció kontrollja kiemelt kompetenciaterületek lesznek. Műszaki területen szükséges tudás az alábbi elemekhez kapcsolódik [1]:

- hibrid adatok kezelése, az információellátás biztosítása;
- a mechatronikai eszközök kezelése;
- a rendszerparaméterek kezelése, szoftveres folyamatkontrol, optimalizálás;
- komplex eszközök kezelése;
- a termelési és technológiai folyamatok kezelése, a termelési folyamat folyamatosságának és stabilitásának biztosítása;
- képesség a folyamatok optimalizálására;
- a gépekre vonatkozó adatok elemzése, beállítás;
- a folyamatok valós idejű kontrollja;
- az érzékelők és beavatkozók kezelése, jelfeldolgozás;
- diagnosztika;
- objektumorientált szoftver tervezés;
- hálózati hibák kezelése;
- az üzemelési adatok autonóm kezelése;
- folyamatszemplélet.

A tanulmányban megfogalmazzák, hogy ezeket a kompetenciákat a szakképzési rendszer hogyan képes biztosítani. A negyedik ipari forradalom hatásait három csoportba rendezik: tananyag, oktatási folyamat, oktatásmódszertan és értékelés.

1. Hatás a szakképzés tantervére

Több terület integrációja, kompetenciák széles skálája a technológia és a műszaki megoldások területén, széleskörű gyakorlati képzés. A tudás és a kognitív kompetenciák megnövelt interdiszciplinaritása és univerzalitása (különböző munkafolyamatok ismerete) a szakképzés tananyagában (a tananyag megnövelt rugalmassága, a kompetenciák orientálása a célok alapján). Fókusz a technológiai fejlesztéshez és az innovációhoz kapcsolódó felelősség, a környezeti és szociális érzékenység attitűdök fejlesztésén.

2. Hatás a tanítási folyamat szervezésére

A gyakorlati képzés biztosítása hálózatba szervezett gyártórendszereken, hogy a tanulók hálózaton keresztül tudják elérni a gépeket. A gyakorlati képzés komplex munkák és technológiai folyamatokon keresztüli szervezése valós vagy szimulált technológiai környezetben. E-learning rendszer installálása és üzemeltetése, melyben a tanulók, a tanárok és a gyakorlati oktatók, a vállalati mérnökök és a technikusok egységes rendszerben és folyamatosan tudnak használni. A tanulók támogatása a virtuális tanulási környezetük kialakításában.

3. Hatás az oktatásmódszertanra

Munkafolyamatok és probléma alapú tanulási módszerek alkalmazása kiber-fizikai rendszer keretében. Az önálló tanulás és kompetenciafejlesztés támogatása a technológiai és munkafolyamatok teljeskörű elemzésére alapozva. A csoportban való tanulás támogatása trénernek, szakértőnek, tudásbázisok bevonásával.

4. Hatás a formális kompetencia értékelésre

Az átadni kívánt technológiai és szervezeti kompetenciákhoz illeszkedő új értékelési módszerek kifejlesztése. Új interaktív értékelési módszerek adaptálása az új kompetenciák értékelésére. A virtuális térben használható kompetenciaértékelési módszerek kifejlesztése kibernetikai eszközökkel.

A szakképzési rendszer fejlesztésén túl, az ipar 4.0 hatással van a tanuló szervezetek kifejlődésére is.

A szakképzésben oktatóknak új kompetenciákkal kell rendelkezniük a fenti követelményeknek való megfeleléshez. A 2. táblázat ezeket a kompetenciákat tartalmazza.

szakképzési fejlesztési folyamat	szakmai kompetenciák	módszertani kompetenciák	pedagógiai kompetenciák
tanterv-fejlesztés	Új kompetenciák meghatározása a megváltozott technológiai és munkakörnyezetben. A tanterv alkalmassá tétele az új kompetenciák átadására. Képesség a tanterv dinamikus változtatására a változó igényeknek megfelelően.	Képesség a tanterv kialakítási folyamatának megszervezésére az új kompetenciák tükrében.	Képesség a megfelelő pedagógiai módszerek kiválasztására, melyek alkalmasak az új kompetenciák átadásának támogatására.
oktatás-szervezés	Képesség a megváltozott technológiai és munkakörnyezet elemzésére, az i4.0 miatti változások követésére, az i4.0 koncepciónak való megfelelés hatékony eszközeinek megtalálására.	Képesség a tanulási folyamat optimalizálására. Képesség hatékony támogató tevékenység megszervezésére az új kompetenciák tükrében.	Képesség a megfelelő pedagógiai módszerek adaptálására és megszervezésére, melyek alkalmasak az új kompetenciák átadására.
didaktika	Képesség hatékony tanítási és tanulási módszerek és megközelítések azonosítására az i4.0-nak megfelelő új kompetenciák átadása céljából.	Képesség új módszertani megközelítések azonosítására a folyamat-orientált attitűd fejlesztésére a munkához és a technológiákhoz kapcsolódóan. Képesség módszerek kidolgozására a folyamatok során fellépő emberi és gépi kommunikáció megértésére a kiber-fizikai rendszerekben.	Képesség az ismeretek demonstrálására valós és szimulált környezetben. Képesség pedagógiai módszerek alkalmazására az emberek és gépek közti komplex interakciók bemutatására. Képesség digitalizált oktatási környezet kialakítására, és a hálózatba szervezett technológiai rendszerek kezelésére.
értékelés	Képesség új értékelési kritériumok és feladatok létrehozására az i4.0-nak megfelelő új kompetenciák értékelésére.	Képesség az új kompetenciákhoz kapcsolódó formális értékelési módok azonosítására és alkalmazására.	Képesség az új kompetenciákhoz kapcsolódó formális értékelési módok azonosítására és alkalmazására.

2. táblázat. A szakképzésben oktatóktól elvárt új kompetenciák [1]

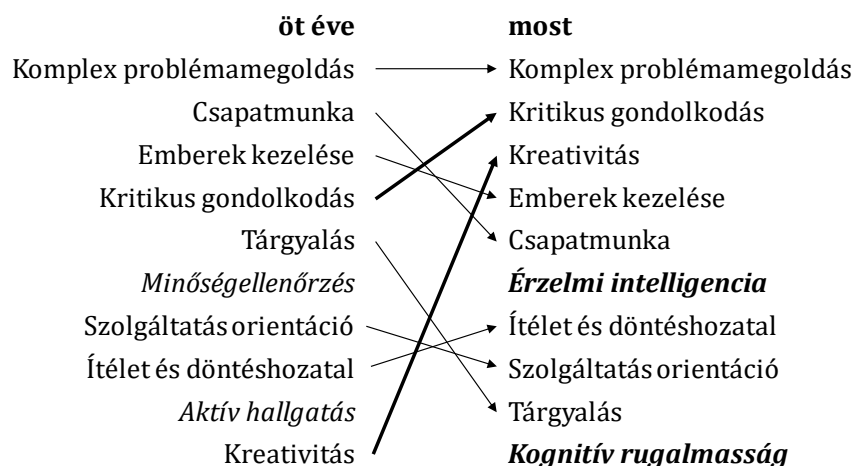
Az automatizálás szintjének növekedése az ipari termelésben azt eredményezte, hogy a korszerű technológiát alkalmazó vállalatok humán erőforrás fejlesztésében átalakultak a preferenciák, egyre nagyobb arányban kellene általánosan képzett, rugalmasan alkalmazható szakemberek. Az oktatás nyelvére lefordítva ez azt jelenti, hogy fontosabb gondolkodni tanítani, mint adott technológiákat

ismertetni. A szakképzés folyamatosan szembesül az aktuális, sokszor nagyon speciális ipari elvárásokkal, de a tanítás koncepcionális kérdéseit nem ezek alapján kell megválaszolni.

A tanítás autonóm személyek által megvalósított sokszereplős folyamat, mely csak lassan képes megváltozni. A pillanatnyi elvárásoknak való formális megfelelés kikényszeríthető ugyan, de a tanárok értékrendszere, tanítási módszere lassan változik. Az elvárt szakmai felkészültség megfelelően megtervezett és kivitelezett tréningekkel megszerezhető, de a szemlélet megváltoztatása sok esetben nagyon nehéz.

A szakképzésben oktatókkal szemben támasztott követelmények nagyon megváltoznak, ahogy a magyar iparban is teret hódít az i4.0 elveinek megfelelő működés. Amellett, hogy a speciális szakmai tárgyak tananyaga átalakul, hangsúlyosabbá válnak bizonyos új kompetenciák átadásával kapcsolatos elvárások. A kompetenciák megszerzésére teret adhatnak a közismereti és a szakmai tárgyak egyaránt, de a szakmai tárgyak esetén könnyebben értelmezhető, hogy egy-egy kompetenciának mi a jelentősége a technikai vagy a mérnöki munka során.

Az 1. ábra azt a tíz kompetenciát mutatja be, melyeket az üzleti szereplők a legfontosabbnak tartottak öt évvel ezelőtt és tartanak jelenleg. A kép öt év alatt is sokat változott, nem is beszélve arról, hogy mik voltak egy „jó” munkavállaló legfontosabb jellemzői 20-30 évvel ezelőtt, amikor a jelenleg meghatározó tanári gárda szocializálódott és tanulta a szakmát.



1. ábra: A legfontosabb munkavállalói kompetenciák a World Economic Forum kutatása szerint [4]

A listákat elemezve szembevetendő, hogy a komplex problémamegoldásra való képesség folyamatosan a legfontosabb elvárás, és hogy megjelent az érzelmi intelligencia és a kognitív rugalmasság. A listán belül leginkább a kreativitás fontossága nőtt meg, de a kritikus gondolkodásra való képesség is felértékelődött.

A listán szereplő személyiségjegyek mindegyike fejleszthető az iskolában úgy a közismereti, mint a szakmai tárgyak tanulása során. Ennek természetesen feltétele, hogy a tanárok tisztában legyenek e kompetenciák jelentésével és a fejlesztés lehetőségeivel, nem is beszélve arról, hogy egy viselkedésformát csak az képes közvetíteni, akinek az sajátja. Eredményes személyiségformálás elképzelhetetlen példamutatás nélkül.

3. Feladatok a mérnök-tanár-képzésben a Szakképzés 4.0 koncepcióhoz kapcsolódóan

3.1. A mérnök-tanár-képzés szerepe az iparfejlesztésben

Az iparfejlesztés egyik legfontosabb feltétele a technikus és a mérnöki utánpótlás biztosítása a középfokú és a felsőfokú műszaki képző helyek által. Napjainkban jelentős érdeklődés tapasztalható a műszaki képzések iránt minden szinten, sok esetben azonban nehézséget okoz a tapasztalt, elhivatott tanári gárda biztosítása.

A technikus-képzéshez az egyetemeken elsősorban a mérnök-tanári utánpótlás biztosításával tudnak hozzájárulni. A mérnök-tanár-képzés sikerének záloga a mérnök-tanári képzést folytató karok és a szakképzési centrumok együttműködése a beiskolázás, a szakmódszertan oktatása és a gyakorlatok megvalósítása terén. Jó példa erre a Debreceni Egyetem Műszaki Kar és a Debreceni Szakképzési Centrum együttműködése: a Szakképzési Centrum aktívan támogatja az oktatók továbbképzését, az iskoláiban biztosítja a gyakorlatok megvalósításának feltételeit, a szakképző intézményekben meglévő tudás beépül a szakmódszertani tárgyak oktatásába.

A kooperatív képzési forma jellegzetessége, hogy a képzésben aktívan részt vesznek vállalati szakemberek, így lehetőség van a korszerű szakmai tudás átadására, továbbá a tanulók képzettségével kapcsolatos vállalati igények megismerésére.

3.2. Mérnök-tanári szerepek

A szakképzés programját és módszereit annak alapján kell meghatározni, hogy milyen körülmények közt, milyen elvárásoknak kell megfelelni jelenleg, de még inkább a közeljövőben a műszaki szakembereknek.

Az automatizált, digitalizált gyártás folyamatosan kiszorítja a „hagyományos” technológiákat (a régi technológiákkal a produktivitás alacsony szintje miatt nem képesek piacon maradni a cégek, ezt az alacsony bérekkel egyre kevésbé lehet kompenzálni). Az i4.0 elvei szerinti tervezés és gyártás nem csak az élők munkára költött pénz megtakarításával szerez versenyelőnyt, hanem a rugalmasság magas szintjével is: a ma ipara nem csak gyorsan reagál a vevői igények változásaira, hanem elé is megy az igényeknek.

Az ilyen körülmények között való fennmaradás a piaci versenyben csak folyamatos fejlesztéssel lehetséges. Ez a műszaki szakemberektől nagyfokú kreativitást, agilitást, az élethosszig való tanulásra való képességet, az újfajta szemlélet elfogadását igényli, ami jelentős részben a személyiségből fakad, de az oktatásnak is feladata e képességek fejlesztése. A rutinfeladatokat átveszik a robotok, a fejlesztésbe pedig „okos” emberek kellene. Mindennapi tapasztalat, hogy a fejlesztő cégeknél a felvételnél a „gondolkodási képesség” és a szakmai elkötelezettség az elsődleges szempont, a tényszerű szakmai ismeretek pótolhatók a vállalat speciális igényei szerint, de a pozíciók betöltéséhez szükséges személyiségjegyek már nehezen változtathatók. A mérnök-tanárok felkészítésekor ezeket a szempontokat figyelembe kell venni.

A mérnöktanárokat többféle szerepre kell felkészíteni. Az elsődleges cél nyilvánvalóan a középfokú szakképzésben betöltött tanári szerepre, ezen belül szakmai tárgyak oktatására, a tanulók nevelésére, a szakmai intelligencia átadására való felkészítés. Emellett képeseknek kell lenniük a hatékony részvételre a felnőttképzés szervezésében, lebonyolításában. A gyors technológiai változások miatt a felnőttképzésre a műszaki szakmákban folyamatosan igény lesz, az oktatási feladatokban a mérnöktanároknak aktívan részt kell venniük.

A mérnöktanároknak alkalmasnak kell lenniük a közreműködésre a vállalati továbbképzések tartásában is. Ezt a feladatkört a vállalat alkalmazottjaként vagy külső megbízottként is végezhetik. Az erre való felkészülés során meg kell ismertetni a hallgatókkal a vállalati tréningek eszközeit és módszereit, egyes vállalatok képzési rendszerét, kultúráját.

Az oktatási „piacon” egyre nagyobb teret nyernek az online képzések, melyek jól meghatározott tudás átadására szerveződnek azzal a céllal, hogy egyes munkakörökbe való felvételkor a tudás meglétét elfogadják a kiadott bizonyítvány alapján. Érdekes megfigyelni, hogy ezek a képzések a legújabb módszertani technikákat és elveket alkalmazzák, hiszen az eredményesség az alapja a piacon maradásnak. Emiatt hasznos az online tanfolyamokon alkalmazott módszertani eszközöket tanulmányozni és adaptálni akár az iskolai tanári munkába is.

Az online oktatás számtalan formája jelent meg az utóbbi évtizedben, ezek módszertana alkalmazkodott a konkrét igényekhez. A 2020-as kényszerhelyzet a távoktatás bevezetésére az oktatás minden szintjén új megvilágításba helyezte ezt a témakört. Felszínre kerültek az online oktatási módszernek nehézségei, és ezekre megszülettek jó és kevésbé jó válaszok. A kényszerűségből bevezetett távoktatás során szerzett tapasztalatok be fognak épülni a további munkába, ezekre lehetőségként kell tekinteni. Jelentős szemléletformáló változások általában krízishelyzetben születnek, a jelenlegi helyzet pedig ilyen az oktatási rendszerben.

Az IKT eszközök aktív és magas színvonalú alkalmazása joggal várható el a műszaki oktatási területeken egyrészt a tanárok műszaki felkészültsége és szemlélete, másrészt a végzetettekkel szemben az ipar által támasztott igények miatt. A digitális gyárakban olyan szakemberekre van szükség, akik rendelkeznek a digitális kompetenciákkal, ismerik a korszerű gyárakban alkalmazott informatikai rendszereket és digitális eszközöket.

A mérnöktanárok szerepe jelentős a műszaki szakmák utánpótlásának biztosításában. A mérnöktanárok tudják megteremteni a szakképző intézmények rangját, ami alapján az iskolák vonzóvá válnak a pályaválasztás előtt álló fiatalok számára. A mérnöktanároknak emellett aktívan részt kell venniük a középiskolai beiskolázási rendezvényeken, nekik kell megjeleníteni a műszaki szakmák jellegzetességeit, a technikus és a mérnöki pálya szépségeit és a karrier lehetőségeket. Majd részt kell venniük a tanulók karrierjének alakításában, tanácsokkal kell ellátni a tanulókat, és a személyes szakmai tevékenységükkel, eredményeikkel kell példát mutatniuk.

Bár a szakképzés sokszereplős, összetett feladat, az alapját mégis csak egy stabil mérnöktanári gárda tudja biztosítani. Ipari szakemberek, egyetemi oktatók, egyéb szakmai szereplők bevonása fontos a középfokú oktatásba, de ők csak jól körülhatárolt részfeladatokat tudnak ellátni. Az oktatási

célkitűzések elérése csak jól szabályozott, következetesen végrehajtott oktatási-nevelési programmal lehetséges.

A mérnök tanári pálya szép feladat, de nehéz jól csinálni. Egy „jó” mérnök tanárnak számos olyan képességgel, tudással kell rendelkeznie, amiket az ipar nagyon „megfizet”, így az „elszívó hatás” ezen a területen nagyon érvényesül. Így különösen nehéz a mérnökhallgatók és a fiatal végzett mérnökök motiválása a szakképzésbe való bekapcsolódásba.

3.3. Szakmai és módszertani felkészítés

3.3.1. A tanárképzés és a mérnökképzés kapcsolata

A jelenlegi rendszerben a mérnök tanárok csak a rövid idejű, mérnöki alapvégzettségre épülő mesterképzésekből kerülnek ki, az osztatlan szakmai tanárképzések iránt nincs érdeklődés. Így a naprakész szakmai tudás megszerzéséhez és az élethosszig tartó tanuláshoz a mérnöki alap- és mesterképzéseknek kell megteremteniük az alapot. A 2-3-4 féléves mérnök tanári képzések programja főleg a tanári felkészítés (pedagógiai-pszichológiai) tárgyait tartalmazza, ezeket értelemszerűen nem műszaki emberek oktatják. A speciális tartalom a szakmai ismeretek oktatásának szakmódszertani tárgyiban, valamint a műszaki középiskolákban elvégzett gyakorlatok során jelenik meg.

Ahhoz, hogy a mérnök tanári pálya népszerűbb legyen, és hogy a mérnök tanári szakra jelentkező, oktatási gyakorlattal nem rendelkező fiatalok ne megfelelő információk és reális elképzelések nélkül kerüljenek a képzésbe a tanítási módszereket és a szakképzés rendszerét a mérnökhallgatóknak valamilyen szinten meg kellene ismernie a képzésük során. Ösztönözni lehetne az érdeklődő hallgatókat, hogy a mérnöki tanulmányaik során gyűjtsenek jó gyakorlatokat, mintákat, és ezekre építve tudják a speciális pedagógiai-pszichológiai ismereteket befogadni, és a tanári mesterség fogásait elsajátítani, ha a mérnök tanári szak elvégzése mellett döntenek a későbbiekben.

Fontos téma a képzők képzése is a műszaki felsőoktatásban. A tapasztalatok szerint az oktatók egy része még ma sem fogadja el, hogy a tanítás mesterség, azt lehet (és kellene) is tanulni. Vannak jó gyakorlatok arra, hogy egyetemi oktatók oktatásmódszertani továbbképzésen vesznek részt. Ha egy ilyen képzés kellőképpen koncentrált és gyakorlatias, az oktatási tevékenység hatékonyságát gyorsan és látványosan képes növelni. Természetesen csak olyanok tudnak használható tudást átadni, akik maguk is nagy tapasztalattal rendelkeznek ezen a téren, és tudják, hogy a résztvevők miként tudják a speciális szakmai tárgyiban alkalmazni a korszerű eszközöket és módszereket.

3.3.2. Az Ipar 4.0 koncepcióhoz kapcsolódó elemek a szakmódszertanban

A középfokú szakképzésben oktatóknak folyamatosan változó követelményeknek kell megfelelniük úgy a szaktudás, mint a tanulókkal való foglalkozás terén. A kompetencia-központú oktatás folyamatos önfejlesztést igényel úgy szakmai, mint módszertani téren. Az I4.0 világába való bekapcsolódás igényli a korszerű termelési eszközök és folyamatok rendszeres tanulmányozását, ami csak megfelelő vállalati kapcsolati háttérrel kivitelezhető. Ezt az iskoláknak ki kell alakítaniuk, és biztosítaniuk kell a lehetőséget a tanárok számára. Egyre inkább jellemző, hogy maguk a vállalatok (a tanulók leendő munkáltatói) kínálnak lehetőségeket, szakmai programokat a tanároknak és tanuló csoportoknak. A duális képzési

rendszer éppen azzal a céllal jött létre, hogy a gyakorlati tudást olyan környezetben szerezhessék meg a tanulók, ahol a legkorszerűbb technológiákkal és gyártási folyamatokkal találkozhatnak.

Összegzés

Az elvárt általános kompetenciák egy része inkább bizonyos személyiségjegyeket és az általános szakmai intelligenciát helyezi előtérbe a tényszerű szaktudás helyett. Ez a szakképzési intézményeket visszatéríti arra klasszikus gondolkodásra, hogy stabil alaptudás átadására koncentráljanak, ne az aktuális technológia betanítására, és ne „tanfolyamszerű” képzéseket tartsanak az iskolákban. A legfontosabb kompetenciák kialakítása a tanulók sokszínű foglalkoztatásával, a tanár-diák és a tanulók közti szakmai kommunikáció szorgalmazásával, csapatmunkával, egyéni és csoportos szakmai projektek megvalósításával érhető el.

Köszönetnyilvánítás

A cikk elkészítését a „Kooperatív képzések és Oktatási innováció a Szakmai Tanárképzésben Kelet-Magyarországon (KOSZT)” az EFOP-3.5.2-17-2017-00001 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

- [1] *The 4th industrial revolution and its implications to the VET provision*, Research report, http://vet-4-0.eu/CompetencesProfile.html?file=files/IO/VET%204_0%20Research%20Report.pdf
letöltve: 2020.04.20.
- [2] Sniderman, B., Mahto, M., Cotteleer, M., *Industry 4.0 and manufacturing ecosystems Exploring the world of connected enterprises*, Deloitte University, 2016.
<https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/manufacturing-ecosystems-exploring-world-connected-enterprises.html>
letöltve: 2020.04.20.
- [3] Pfeiffer, S., *Effects of Industry 4.0 on vocational education and training*, University of Hohenheim, <http://epub.oeaw.ac.at/0xc1aa5576%200x0032aa5d.pdf> ISSN: 1681-9187
letöltve: 2020.04.20.
- [4] *The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, 2016
<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/>
letöltve: 2020.04.20.