

CNC oktatás jelentősége a gépészmérnök képzésben

Importance of CNC education in mechanical engineering training

Burai István György

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, Magyarország
burai.istvan@uni-obuda.hu

Összefoglalás — A számítógéppel támogatott gyártás nem csak a jelen, hanem a jövő részét is képezi. Az Ipar 4.0 egyik alappillére a CAM rendszerek által biztosított gyártási folyamatok. Cikkemben rávilágítok az NC-CNC technológiához kapcsolódó képzés fontosságára. Bemutatom az idevonatkozó képzés megszületését, fejlődését és jelenét. Ismertetem az oktatás struktúráját a hozzá kapcsolódó tantárgyakat és a megszerezhető kompetenciákat. Felvázolok egy lehetséges oktatásfejlesztési irányt, melynek része az NC-CNC technológia. Az Ipar 4.0 összefoglalásával igazolom a CNC oktatás jelentőségét a gépészmérnök képzésben és az ezzel kapcsolatos fejlesztések szükségszerűségét.

Kulcsszavak: NC-CNC, oktatás, kompetencia, képesség, tantárgyak, Ipar 4.0

Abstract — The computer aided manufacturing is both of part of the present and the future. The manufacturing processes aided by CAM systems are one of the base pillar of Industry 4.0. My article highlights to the importance of the education based on NC-CNC technology. I present the birth, development and present of the relevant training. I explain the structure of the education, the related subjects and the acquirable competences. I outline a possible developing direction of the education of which the NC-CNC technology is also a part. By summarizing Industry 4.0 I justify the importance of CNC training in mechanical engineering education as well as the necessity of CNC development.

Keywords: NC-CNC, education, competency, ability, subjects, Industry 4.0

1 BEVEZETÉS

Vessünk egy pillantást a környezetünkben található tárgyakra, eszközökre, berendezésekre és tudatosítsuk magunkban, hogy ez egy jól megkomponált gyártási folyamat lenyűgöző eredménye. Néhány ezer évvel ezelőtt az ember a természetben talált anyagokat használta eszközként, amivel használati tárgyakat és újabb eszközöket készített. A folyamatosan emelkedő igények kielégítésére az emberi erő, mint energiaforrás kevésnek bizonyult s az évszázadok során más és más energiaforrást vontunk be a termékek megformálására. Az emberi leleményességnek köszönhetően a gyártásra szánt eszközök hatékonyabbá és összetettebbé váltak. Egyre inkább a gépesítés került előtérbe, ahol a szerkezet még ember által vezérelt. A megmunkáláshoz szükséges

mozgásokat ember hajtotta végre, így a termelés hatáskörmérője az emberi tényező lett. Ez befolyásolta a termék minőségét, a termelt mennyiséget és így a termelés gazdaságosságát. A technikai fejlődés hajtórugója az emberi tényező által okozott problémák és hiányosságok csökkentésére és megszüntetésére való törekvés. Nyolcvan évvel ezelőtt a forgácsolás területén megjelent a számítógépes támogatás és bizonyos folyamatok automatizálttá váltak. Mára a termék előállításához tartozó részfolyamatokat számítógépes rendszerek szabályozzák, vezérlik minimális emberi beavatkozás mellett. Ezek a szoftverek összetettségükből fakadóan bonyolultnak tűnnek, de komplexitásuknak köszönhetően teljesen lefedik az adott terület igényeit. Ezeket a számítógépes rendszereket emberek kezelik, programozzák, ők határozzák meg a működés paramétereit, így a termék előállításához tartozó technikai fejlődés szükségszerűvé teszi az oktatás és a képzés fókuszának módosítását. A 20-30 évvel ezelőtt oktatott ismeretanyag mára az adott tudomány megértését szolgáló tudásunk alapját jelenti.

2 CNC OKTATÁS MÚLTJA

Az Óbudai Egyetem Bánki Karán, ami akkor még Bánki Gépipari Műszaki Főiskola volt, az NC-CNC technológia oktatása az 1970-s években indult és a mai napig töretlenül folytatódik. Az eltelt negyven év alatt a képzés számos változáson és fejlesztésen ment keresztül igazodva az ipari szereplők elvárásaihoz. Az oktatás mozgatórugója a fejlődés elősegítése és a végzett szakemberek minél hatékonyabb ipari integrációja. Így az NC-CNC oktatás hatást gyakorolt a hozzá tartozó technológia széles körű felhasználására.

A Kohó- és Gépipari Minisztérium támogatásával 1970-ben létrehozták a Szerszám-gép Programozási Egyesületet (SPE), melynek elsődleges célja az volt, hogy elősegítse az NC technológia magyarországi elterjedését [4]. Az egyesület tagjai nagy szakmai tudással rendelkező szakemberek voltak, akik elméleti ismeretekkel ugyan rendelkeztek, de gyakorlati tapasztalatszerzésre nem volt lehetőségük. Ezt az akkori ipari háttér nem tette lehetővé, hiszen az amúgy is kevés NC berendezést senki nem akarta kivonni a termelésből. A Bánki Gépipari Műszaki Főiskola Gépgyártástechnológia tanszéke ezen a ponton lépett be az NC technológia oktatásának vérkeringésébe. Czéh Mihály, Barótfi István és a Szerszám Ipari Művek (SZIM) közreműködésével megindult az NC-CNC technológia gyakorlati képzése. 1976-ban csatlakozott az

oktatói gárdához Hervay Péter, aki jelenleg is az OE BGK GTI megbecsült tagja. A képzés országos szintű volt, az oktatók minden olyan vállalatnál megfordultak, ahol NC-CNC szerszámgépet alkalmaztak és a gépeken dolgozó gépkezelőket és programozókat tanították be. A főiskolai oktatás mellett tanfolyamokat is szerveztek, ahol közel 8000 szakembert képeztek ki. A Bánki Donát Műszaki Főiskola Gépgyártástechnológia tanszéke az SPE szervezésében 1988-ig vett részt a tanfolyami képzésekben. Ez alatt az idő alatt a jól bevált technológiához tartozó adatokat összegyűjtötték, majd az SPE közzétette az iparvállalatok számára, így ösztönözve őket az NC-CNC technológia alkalmazására.

A Bánkin dolgozó szakembergárdának köszönhetően az 1973-as gyártású SZIM 500-as tárcsaeszterga megszerzésével az NC technológia gyakorlati oktatásában több évvel megelőztük a Budapesti Műszaki Egyetem (BME) gépgyártástechnológiai tanszékét. Ez a gép volt az első NC vezérlésű gép, amely az oktatásban is részt vett. Technikatörténeti érdekesség, hogy az utasításokat lyukszalagra rögzítették, így tárolták majd olvasták be a gépbe a programot. Először "kalauz lyukasztót", majd később írógépes lyukszalag lyukasztó-olvasó berendezést használtak a hallgatók (1. ábra). A kimeneti eszköz nem monitor volt, hanem egyszerűen írógéppel papírra íratatták ki az információkat.



1. ábra: Kalauz lyukasztó, lyukszalag és lyukasztó írógép [1][2][3]

A következő gépet 1978-ban vásárolta az egyetem, ez egy Terco lyukszalagos NC marógép volt. Oktatásra kiváló volt, mert a modell jellegének köszönhetően minden részegységhez könnyen hozzá lehetett férni és mérőeszközöket csatolni (Voltmérő, oszcilloszkóp), amiknek keresztül megfigyelhetővé vált minden változás. A megmunkáló programot lyukszalagra rögzítették egy írógéppel kombinált lyukszalag, lyukasztó-olvasó berendezés segítségével.

Az 1980-as évek elejére megjelentek a számítógépes számjegyvezérlésű gépek röviden a CNC-k (Computer

Numerical Control). Lépést tartva az iparban bekövetkező változásokkal a következő megmunkálógép egy EMCO 5 nevű CNC vezérlésű asztali kiseszterga volt (2. ábra). Méretéből adódóan elfért egy tolokocsin, így lehetőség nyílt a tantermi bemutatásra és használatra. Ennek köszönhetően a hallgatók programozást, gépbeállítást és próbaforgácsolást végeztek rajta. A gép rendelkezett túlterhelés elleni védelemmel, hibás program esetén sem történt baj, használata biztonságos volt. A megírt programokat mikrozettára mentették. Az idők során korszerűtlenné váló gépet 2016-ban Fekete Bendegúz hallgató TDK és szakdolgozat keretén belül újította fel a gépet, többek között új vezérlést, valamint léptető motorokat kapott.



2. ábra: EMCO compact 5 CNC eszterga [5]

Az ipari elvárásnak való megfelelés érdekében az oktatásban olyan típusú gépekre volt és van szükség, melyeket a mindenkori valós gyártásban is használnak. Az NC oktatás részére 1980-ban beszerettek egy EEN 320 kéttengelyes CNC esztergagépet Hunor PNC712 vezérléssel, amit később egy korszerűbb NCT90T egységre cseréltek. Ezután 1981 őszen megérkezett egy háromtengelyes MSN 500 CNC marógép Hunor PNC714 vezérlővel. Az elmúlt 40 évben kétszer cseréltek rajta vezérlő egységet a korszerűsítés jegyében. Jelenleg NCT2000-es vezérlővel van ellátva. Megérkezésük után azonnal bevonták a gépeket az oktatásba. A CNC programozás 2D és 2,5D oktatásával programozási, a Megmunkálógépek III. tantárgy keretein belül pedig az NC technikához tartozó hardver és szoftver ismereteket szerezhettek a hallgatók. A képzés a szó szoros értelmében gyakorlat-orientált volt. A hallgatók kis létszámú csoportokban gépbeállítást, programbevitelt, tesztelést és gyártást végeztek a gépen.

Az oktatás mellett a kutatás is nagy jelentőséggel bír a felsőoktatásban és a CNC szerszámgépek óriási segítséget nyújtanak ebben. 1982-ben erre a célra érkezett egy három tengelyes és egy plusz (4.) opcionális tengellyel rendelkező Fehlmann P100 CNC marógép Bandit vezérlővel, ami később 2000-ben Heidenhein vezérlést kapott. Ezt a gépet kizárólag kutatásra használták. Jelenleg gyártási célokat szolgál.

A CNC szerszámgépek hardveres és szoftveres fejlődésével lépést tartva 1995-ben az egyetem tulajdonába került egy négytengelyes ellenorsós hajtott

szerszám CNC esztergagép, amely robotos kiszolgáló egységgel volt ellátva. A MAZAK QT10 rugalmas gyártó cellára (3. ábra) külön fakultatív tárgyat szerveztek, ahol a paraméteres programozás, felügyeleti rendszer használat, adatbank feltöltés és használat került ismertetésre. Ezen kívül a hallgatók megismerték a Gentry 50 robot és az eszterga cella együttműködését, valamint lehetőség nyílt a robot Teach In programozásának elsajátítására. [Hervay Péter]

3 KOMPETENCIÁK, KÉPESSÉGEK ÉS KÉSZSÉGEK

A kompetencia kifejezés latin eredetű szó, jelentése illetékesség. Mai értelemben a kompetencia szavunk egyrészt illetékességet, jogosultságot, másrészt pedig szakértelmet, alkalmasságot hordoz magában. A kompetens és inkompetens kifejezések a kompetencia szó pozitív és negatív, az ember minőségi megítélésére utaló értelmezése. A kompetenciát tévesen a képességgel azonosítjuk, de a képesség valójában azonos összefüggésben lévő összetett problémák sikeres megoldásához szükséges feltétel. A kompetencia tehát a tanult és tapasztalt készségek és képességek összessége egy adott területre értelmezve. A robbanásszerű technológiai fejlődés hozadéka a munkaerőpiac változása, ahol szakmák, foglalkozások megszűnnek, létrejönnek és átalakulnak. Ehhez a változáshoz újabb és újabb kompetenciákra van szükség. Az óvodától az egyetemig az oktatási intézmények óriási szerepet vállalnak a képességek és készségek fejlesztésében. A megszerzhető kompetenciák megfogalmazásában irányelv a 21. századnak való megfelelés. Fontos követelmény a képességek és készségek adott területre vonatkozó relevanciája. Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar (OE BGK) eleget téve ezen elvárásoknak fogalmazta meg a képzési által megszerzhető kompetenciákat. [6]

Cikkemben arra szeretnék rávilágítani, hogy miért fontos az NC-CNC technológiával kapcsolatos ismeretek átadása illetve megszerzése, ezért a teljesség igénye nélkül foglalom össze az OE BGK által megfogalmazott idevonatkozó kompetenciákat.

A hallgató a tanulmányai során olyan képességeket és készségeket sajátíthat el mellyel átfogó ismeret szerez az NC-CNC technológia valamennyi szegmenséről. Megismeri a gyártástechnológiai, irányítástechnikai eljárásokat és működési folyamatokat. Megtanulja az alkalmazott munka- és erőgépek, gépészeti berendezések, eszközök működési elveit, szerkezeti felépítését, értelmezi az alkalmazott rendszer elemek kialakítását és kapcsolatát. A szerzett kompetenciák révén alkalmazza a gépészeti termék-, folyamat- és technológiai tervezéshez kapcsolódó számítások elveit és módszereit. Képesé válik a szakmai problémák azonosítására elvi és gyakorlati háttérnek feltárására. Egy mérnöki probléma megoldásához alkalmazni tudja a szakterület legfontosabb terminológiáit, elméleteit, eljárásrendjét és a szerzett informatikai ismereteit. A műszaki rendszerek és folyamatok alapvető modelljeinek megalkotása nem okoz gondot számára. Alkalmassá válik a biztonságtechnikai, tűzvédelmi és higiéniai szabályok betartására és betartatására. Megtanulja a gépek, gépészeti berendezések beállításának és üzemeltetésének elveit és gazdaságossági összefüggéseit. Nem zárkózik el a szakterületen bekövetkező innovációk, technológiai fejlesztések megismerésétől és elfogadásától, az új megoldások hiteles

közvetítésétől. Törekszik az informatikai eszközök és szoftverek megismerésére és használatára. A szakterületén végzett munka során készségszinten ismeri és kezeli a szükséges számítógépes programokat. [8]

A mérnöknek nem csak kognitív és gyakorlati képességgel kell rendelkeznie, hanem szociális, kommunikációs, együttműködő, problémamegoldó valamint olyan magatartási komponensekkel, mint az egyéni attitűd vagy érzelmek. [6]

4 AZ OKTATÁS JELENE

Az egyetem oktatási struktúrája és jelenlegi gépparkja széles spektrumú interdiszciplináris képzés megvalósítását teszi lehetővé. Számos olyan gép áll a rendelkezésünkre, ami az elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazásának bemutatását teszi lehetővé. A berendezéseket nem csak a képzés részeként, hanem kutatások és kísérletek megvalósítására is használják. A Bánki nagyműhelyében lévő forgácsológépek számos tantárgyat, kutatást, kísérletet és gyártási feladatot szolgálnak ki.

A szerszámgépek beszerzése az ipar fejlődésével párhuzamosan folyt, szem előtt tartva a berendezés korszerűségét és a hozzá társuló oktatás relevanciáját. Egy eszterga cella megvásárlása az NC-CNC technológia szélesebb körű oktatását teszi lehetővé. A képzési paletta kiterjesztésére további gépekkel bővült a Bánki gépparkja.

A következő gép egy Mazak Nexus410A-II függőleges megmunkáló központ, amin forgácsolási paraméterek mérése és forgácsoláskutatás folyik.

2005-ben bővült a repertoár egy 4 tengelyes hajtott szerszámú EuroTurn B12 típusú CNC esztergagép NCT2000-es vezérlővel (3. ábra). A gépet azonnal bevonták az oktatásba. Részbe volt a mérnök asszisztens gyakorlati képzésének és vizsgáztatási eljárásnak. Jelenleg egy szabadon választható tárgy szerves részét képezi.



3. ábra: EuroTurn 12B CNC esztergagép

Nem sokkal később érkezett egy viszonylag nagy teljesítményű és munkaterű egyszerű két tengelyes Dugard Eagle BNC 1800 típusú CNC esztergagép. Felépítését tekintve nagyon hasonló az egytengelyes esztergához, rendelkezik szegnyerrel. Ennek köszönhetően igen nagy méretű munkadarab biztonságos megmunkálását teszi lehetővé. Különlegessége, hogy a beépített kézi kerekekkel manuálisan mozgathatjuk a szánokat. Több tantárgy laborgyakorlatán a gépbe

szerelhető mérőeszközöknek köszönhetően forgácsolóerő valamint felületi érdesség mérés zajlik rajta. A következő beszerzés a CNC forgácsolás különleges darabja. 2016-ban meghoztak egy nagysebességű marógépet (HSC). A Körner CreativTec Magic 600 HSC CNC marógép felélesztése nehézkesen indult, de a hallgatók lelkes közreműködésével sikeresen megtörtént. A marógép helyreállításával Wéber József foglalkozott aki akkor még Mechatronikai mérnökhallgató volt, és TDK munkát, valamint szakdolgozatot készített a témából.

2017 őszén az amerikai Haas Automotion cég jóvoltából hozzájutottunk egy jelenleg is korszerűnek mondható háromtengelyes függőleges Haas MiniMill Edu CNC marógéphez (4. ábra) valamint 5 db Haas vezérlő szimulátorhoz. A kapott eszközöket a lehető leggyorsabban integráltuk az oktatásba. A CNC műhelygyakorlat tematikáját, ami az EuroTurn CNC esztergagéphez íródott, hozzá igazítottuk az új géphez. Ez kiváló lehetőséget teremtett a két technika beállítási folyamatainak összehasonlítására.



4. ábra: Haas MiniMill Edu CNC marógép

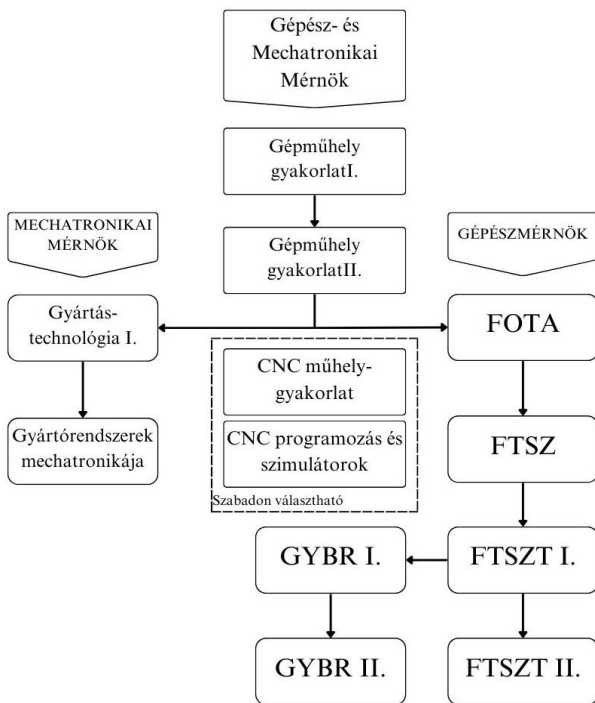
A vezérlő szimulátorok az FMS laborban kaptak helyet (5. ábra) a személyi számítógépek mellett. A szimulátoroknak köszönhetően a hallgatók, olyan folyamatokat tanulhatnak és gyakorolhatnak be, ami éles környezetben veszélyes lehet. A kurzus résztvevői a szimulátorokat az első alkalom után már önállóan tudták használni és akár a szabad idejükben is foglalkozhatnak vele.



5. ábra: Vezérlő szimulátorok az FMS laborban

A Haas CNC marógép technikailag felülmúlta az eddigi berendezéseket. Korszerű biztonságtechnikai megoldásokat alkalmaz, USB adatkapcsolatot használ, WIFI hálózaton keresztüli elérést biztosít, valamint lehetőség van mobil alkalmazással történő kezelésre. A gép rendelkezik a Renishaw cég által forgalmazott automatikus szerszám- és munkadarab- bemérő rendszerrel. Az oktatáson túl a Haas cég hatására létrehoztunk egy országos szintű versenyt, aminek része az összes Haas berendezés, ezek rendezvények, eseti bemutatók tartására, szakdolgozatok, TDK-k készítésére és egyetemi gyártásnak is teret adnak.

Az NC-CNC technológia elsajátításához és megértéséhez előismereteket kell szerezni. A témakör feldolgozásához több félévnyi tantárgy teljesítésére van szükség. A tantárgyak egymásra épülése elősegíti a hallgatók fejlődését és az adott szakterülethez tartozó kompetenciák minél hatékonyabb megszerzését. A képzési struktúrának (6. ábra) köszönhetően a hallgatók kellően megalapozva tudják elkezdni az NC technika alapjainak elsajátítását, valamint specializáció után magasabb szintű ismereteket szerezhetnek. A végzett CAD-CAM szakirányos mérnökök a 21. század kívánalmainak megfelelő készséget és képességet szereznek.



6. ábra: A képzés struktúrája

A gépészmérnök és mechatronikai képzésben résztvevő összes hallgató találkozik a Gépműhely gyakorlat I.-II. tárggyal, ahol megismerkednek a műhelyrendszeri szemlélettel és az általános baleset és munkavédelemmel. Elsajátítják az alapforgácsoló eljárásokhoz (esztergálás, marás, fúrás, stb.) tartozó szerszámgépek általános felépítését, működési elvét és az adott gépen végezhető műveleteket.

A gépészek következő, de még közös tárgya a Forgácsolástechnológia alapjai (FOTA). Ebben bemutatásra kerülnek a forgácsolás alapjelenségei, energetikai folyamatai és a gazdaságos forgácsolás tervezésének alapösszefüggései. Áttekintést kapnak a forgácsolás alapváltozatairól, az alkalmazott szerszámokról. Ezen a szinten belép az NC-CNC, ismertetésre kerül a szerszámgépek csoportosítása és felépítési sajátosságai.

Következő a Forgácsolás Technológia (FTSZ), amely már a specializáció utáni szaktárgy. Feladata megismertetni a hallgatóval a forgácsolási folyamat legfontosabb jellemzőit és szemléltetni a legfontosabb eljáráshoz tartozó szerszámok választási- és tervezési alapelveit, valamint a szerszámozással és élezéssel kapcsolatos műszaki és gazdasági számításokat. Bemutatásra kerül a CNC-gépek felszerszámozásának számítógéppel támogatott folyamata.

A Forgácsolástechnológia számítógépes tervezése I.-II. (FTSZT) és a Gyártóberendezések és rendszerek I.-II. (GYBR) felsőbb évfolyamon párhuzamosan haladnak. Az FTSZT célja megismertetni a technológiai tervezés feladatait, elveit és módszereit, valamint a tipikus gépipari alkatrészek és felületek gyártását. Az első félév során megismerkednek a hallgatók a gépelemek gyártási eljárásaival. A gyakorlatok során a hallgatók elsajátítják az NC programozás alapjait, megtanulnak G-kódos programot írni. A következő félévben a hallgatók az NC programok automatikus generálásának lehetőségeivel ismerkednek meg, továbbá a szerelés tervezés feladataival

és módszereivel. A hallgatók elsajátítják a CAM rendszerek használatának legfontosabb ismereteit, megismerkednek a CAM rendszerek funkcióival, osztályozásával, a CAM munkafolyamat lépéseivel, valamint a leggyakrabban használt mozgásciklusok sajátosságaival és alkalmazásával.

A GYBR bemutatja a forgácsoló és kiszolgáló szerszámgépek és ipari robotok szerkezeti felépítését és működését. Ismerteti, hogyan határozzuk meg az adott technológiai feladathoz tartozó gépkiválasztási és gépbeállítási paramétereket. A hallgatók találkoznak a gazdaságos üzemeltetés alapvető kérdéseivel és a gépkarbantartás feladataival. Elsajátítják a speciális célgéptervezés folyamatát valamint megismerkednek a szerszám-gépekben használt speciális működtetésű hidraulikus, pneumatikus és vákuumrendszerek működésének és karbantartásának elvével. A képzés során bemutatásra kerül a megmunkáló- és esztergáló-központok, gyárcellák rugalmas gyártórendszerek és rekonfigurálható rendszerek működése és az egymással való kommunikációja. A hallgató képet kap a szerszámgépekben és ipari robotokban használt villamos hajtások, hajtási stratégiák és vezérlés lehetőségekről. [8]

A hallgatói igények kielégítésére és a gyakorlatorientált képzés erősítésére létrehoztuk a CNC műhelygyakorlat és a CNC programozás és szimulátorok nevű szabadon választható tárgyakat. [8]

CNC műhelygyakorlat célja: a CNC technológia gyakorlati alkalmazásának megismerése, a CNC esztergagépen és CNC marógépen történő alkatrész gyártási folyamatának elsajátítása, az ismétlődő folyamatok algoritmizálása. A hallgatók megismerik az NCT104-es és HAAS vezérlők alapvető működését, kezelését. Elsajátítják a CNC programozásban leginkább alkalmazott ciklusokat. Megtapasztalják a gyártást megelőző beállítási folyamatokat, kipróbálhatják a munkadarab- és szerszám- bemérés folyamatát. Részt vesznek egy alkatrész gyártásában.

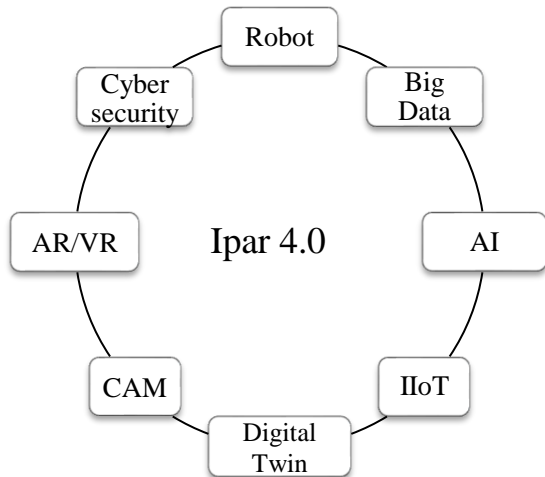
CNC programozás és szimulátorok célja: Az iparban alkalmazott CNC-megmunkáló program készítésének folyamatát leegyszerűsítő, a műhelyszintű kézi programozást támogató, párbeszéd alapú vizuális programozási környezetek megismertetése, alkalmazása (HAAS, Sinutrain). CNC forgácsoló gépek virtuális munka környezetét modellező szoftverek bemutatása (CNC szimulátorok). Szimulációs környezetben történő program futtatás ismertetése, bemutatása. MTS szimulációs szoftver további szolgáltatásainak bemutatása. MTS szimulációs szoftver eszterga-, maró- és CAM-modulok bemutatása, alkalmazása. CNC megmunkáló programok készítése Siemens, NCT, MTS rendszerben.

5 JÖVŐKÉP

A képzés fejlesztési irányát a kiszolgált ipar változásai határozzák meg. A legnagyobb ütemű átalakulást a számítástechnika fejlődése indukálja, ami az élet minden területére kihat. Hatást gyakorol az ember magánéletére, személyes környezetére, a munkaerőpiac átalakulására, az oktatásra, a tanulásra és a különböző iparágakra. Az ipar számos ágában jelen van az NC-CNC technológia. E technológia és a hozzá tartozó területek gyorsan fejlődnek, amivel a képzésnek is lépést kell tartani. Okai között megtaláljuk az Ipar 4.0 paradigmáit, a magas fokú

automatizáltság elvárását és a Mesterséges Intelligencia (MI) széleskörű elterjedését.

Az Ipar 4.0 kilenc alappillérrel rendelkezik (7. ábra). Törekvései között szerepel, hogy intelligens gyárakat hozzon létre. Egy másik elképzelés, hogy a vevők egyedi igényeinek rugalmas és magas színvonalú kielégítése a tömegtermelés feltételei mellett történjen. [15] Ez az egyéniesített tömegtermelés elve. A gondolat az, hogy nem készletre, hanem vevői megrendelésre történik a gyártás. Az Ipar 4.0 létrehozza az emberek az objektumok és a rendszerek közötti kapcsolatot. A fenntartható magas színvonalú irányítás eszköze a mindenre kiterjedő kontroll.



7. ábra: Ipar 4.0 kilenc alappillére

A nagyfokú robotizáció az Ipar 4.0 egyik legfontosabb alappillére. A robot az emberrel szemben képes a folyamatos, pontosabb és hatékonyabb munkavégzésre. A gyártás területén olyan kiszolgáló robotokat alkalmaznak, amelyek egyszerre több állomáshelyet képesek hatékonyan kiszolgálni. A robotok tevékenysége folyamatosan monitorozva van. A robotrendszerekből érkező dinamikus adatokat, törzsadatokat, gyártási adatokat, szolgáltatási adatokat a Big Data technológia használatával össze lehet vetni és elemezni. Ezen adatok feldolgozásával, elemzésével tovább optimalizálhatjuk a gyártást. A mesterséges intelligencia (AI) használata lehetővé teszi, hogy az ember számára nehezen feldolgozható adatmennyiségből az összefüggéseket viszonylag rövid időn belül kielemezze, és bonyolult folyamatokat automatizáljon.

A gyártás digitalizációja során az Ipar 4.0 létrehozza az emberek az objektumok és a rendszerek közötti kapcsolatot. A dolgok internete (IoT) hálózatba kapcsolja a partnereket és ügyfeleket, valamint a gyártás egységeit (gépeket, robotokat, folyamatokat). A kapcsolat adatait digitálisan rögzítik és kezelik. Az angol nyelvterületeken a szakértők az Ipar 4.0 helyett az dolgok internete (IoT Internet of Things) kifejezést használják. Az így előállított adatmennyiséghez gyakran kevés a meglévő adatátviteli sebesség és sávszélesség, ezért az 5G kiépítése is szükségsszerűvé vált. Az 5G nagyobb sávszélességet, így megbízhatóbb adatátvitelt biztosít.

Az adatok digitalizálása és megosztása komoly kiberbiztonsági (Cybersecurity) kockázatot jelent. A nagy adathalmazok, a dolgok internete az ipari digitalizáció növekedése egyre sebezhetőbbé teszi a rendszert. A

jogosulatlan hozzáférés következménye lehet bizalmas adatok nyilvánosságra hozatala, információk módosítása vagy megsemmisítése és a hozzáférés megakadályozása. [14]

Az Ipar 4.0 célja az okos gyárak létrehozása a meglévő hagyományos módon működő gyártóüzemek átalakításával. Ebben fontos szerepet tölt be a számítógéppel támogatott gyártás (CAM, Computer Aided Manufacturing), ami azt jelenti, hogy a gyártási folyamatot számítógép által vezérelt CNC-gépek használatával automatizálják. Egy CNC esztergagép és egy robot párosítása az első lépés az automatizálás felé. A 3D-nyomatás (additív eljárás) is a modern gyártási eljárások közé sorolható. A CNC szerszámgépek programozását egyszerűbb alkatrész esetén emberi programozó végzi, de bonyolultabb geometriánál egy CAM program segítségével generálják a megmunkáló programot. A CNC gépen történő futtatás előtt a program helyességéről meg kell győződni, mert ellenkező esetben komoly károkat képes okozni. Erre szolgálnak a szimulációs szoftverek, ahol megjelenítjük az adott CNC szerszámgép belső munkaterét és leteszteljük a folyamatot.

Ezekben a szimulációs szoftverekben az Ipar 4.0 lehetőséget teremt arra, hogy létrehozzunk egy digitális ikret (Digital Twin) a gyártási folyamatba résztvevő berendezésről, eszközökről, alkatrészekről, így minden a gyártás szempontjából fontos részlet leképezésre kerül. A tervezés a tesztelés és optimalizálás a valós gyártástól függetlenül virtuálisan történhet. A számítógép által létrehozott virtuális valóságban (VR, Virtual Reality) és kibővített valóságban (AR, Augmented Reality) valós időben irányítható a vizualizált információ, ami lehet kép, videó, szöveg vagy virtuális objektumok. [11] [12] [13]

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] <https://bu.hu.museum-digital.org>
- [2] <https://galeriasavaria.hu>
- [3] <https://www.istockphoto.com>
- [4] https://real-eod.mtak.hu/1914/1/SZTAKITanulmányok_018.pdf
- [5] Fekete Bendegúz (2016). EMCO Compact 5 CNC esztergagép továbbfejlesztése *Szakdolgozat*
- [6] https://janus.ttk.pte.hu/tamop/tananyagok/curriculum/iii_1_a_kompetencia_sz_jelentse.html
- [7] Falus Iván (2003). Didaktika *Nemzeti tankönyvkiadó*, Bp. 2003
- [8] Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar (2022). Képzési program
- [9] <https://industry4.hu/hu/ipar4>
- [10] PEREIRA, A.C. and ROMERO, F., (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, pp. 1206-1214.
- [11] FÜLEP, I., NICK, G.A. and VÁRGEDŐ, T., 2018. Zászlón a digitalizáció-Ipar 4.0. *Új Magyar Közigazgatás*, 11(2), pp. 45-55.
- [12] <https://www.kuka.com/hu-hu/future-production/ipar-4-0>
- [13] <https://www.microsourcing.com/learn/blog/what-is-industry-4-0-the-ultimate-guide>
- [14] https://www.eca.europa.eu/sites/cc/Lists/CCDocuments/Compendium_Cybersecurity/CC_Compedium_Cybersecurity_HU.pdf
- [15] <https://perepo-dolgozat.uni-pannon.hu/id/eprint/4877/>