

Virtuális gyártás alkalmazása ipari gyártóegységek optimalizálására

Application of virtual production to optimize industrial production units

PALÁNKAI Emese¹, SARVAJ CZ Kornél²

^{1,2}Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Mechatronikai Tanszék, 4028 Debrecen, Ótemető utca 2-4.

¹palankaiemese02@gmail.com, orcid.org/0009-0005-0647-7306

²sarvajcz@eng.unideb.hu, orcid.org/0000-0002-8076-6748

Abstract

Nowadays, the introduction of modern technological innovations into the production processes of companies is essential. Through the demonstration of virtual production our purpose is implementing the steps of a real production system in a virtual environment using a simulation program. This solution enables simple optimization of the given production unit by implementing a more efficient production. The article describes the application of virtual modelling, respectively the operation of the simulation program and the results achieved in it.

Keywords: industry 4.0, virtual production, efficiency, 3D, Tecnomatix Plant Simulation

Kivonat

Napjainkban a modern technológiai újítások bevezetése a cégek gyártási folyamataiba elengedhetetlen. Célunk a virtuális gyártás bemutatásán keresztül egy valóságos gyártórendszer lépéseinek virtuális környezetbe ültetése egy szimulációs program felhasználásával. Ez a megoldás lehetővé teszi az adott gyártóegység egyszerű optimalizálását és a gyártás hatékonyabb megvalósítását. A cikk ismerteti a virtuális modellezés applikálását, illetve bemutatja a szimulációs program működését és az abban elért eredményeket.

Kulcsszavak: ipar 4.0, virtuális gyártás, hatékonyság, 3D, Tecnomatix Plant Simulation

1. ELŐSZÓ

Kutatásunk során gyártórendszerek virtuális modellezését vizsgáljuk, melyet az iparban több, a piacon már régóta ismert cég használ saját gyártási folyamatainak optimalizálására. Munkánk célja a virtuális kommissiózás témakörének feldolgozása, a digitális gyártás tulajdonságainak, hatásainak, majd az ehhez felhasznált programok sokszínűségének bemutatása. Részletes ismertetésre kerül egy 3D-s szimulációs program, a Tecnomatix Plant Simulation működése egy valóságos gyártósor virtuális környezetbe ültetésén keresztül. Elemezzük a szimulációs programban rejlő lehetőségeket, az eddig véghez vitt eredményeket és a továbbiakban elérni kívánt célokat.

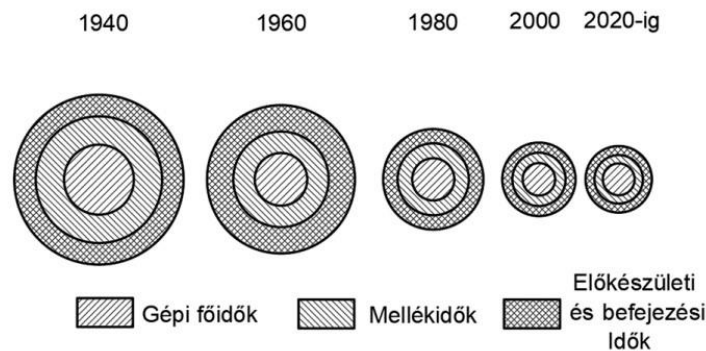
2. VIRTUÁLIS KOMISSIÓZÁS

2.1. Fogalma

A virtuális kommissiózás az a folyamat, melynek során a gyártást virtuális környezetben szimulálják egy számítógépes program segítségével a valóságos rendszer telepítése előtt. Egy gyártóegység felépítésekor az üzembe helyezés teszi ki a legidőigényesebb részfolyamatot és jellemzően a fejlesztés késői szakaszában kerül rá sor. A rendszer hibáinak 70%-a ekkor derül ki, melyek korrigálása számtalan munkaóra mellett hatalmas költségeket emészt fel. Ezért a virtuális gyártás alkalmazásának legfőbb funkciója a tervezési és összeszerelési hibák korai észlelése és a megvalósítás előtti módosítása. [8]

2.2. Előzményei

A 20. században a gyártástechnológia jelentős fejlődésen ment keresztül. A gép- és alkatrész előállítási technológiák a korábbinál nagyobb mértékben alakultak át, melynek eredményeképp magasabb termelékenységi értékeket, jobb minőségű termékeket kaphattak a szakemberek.



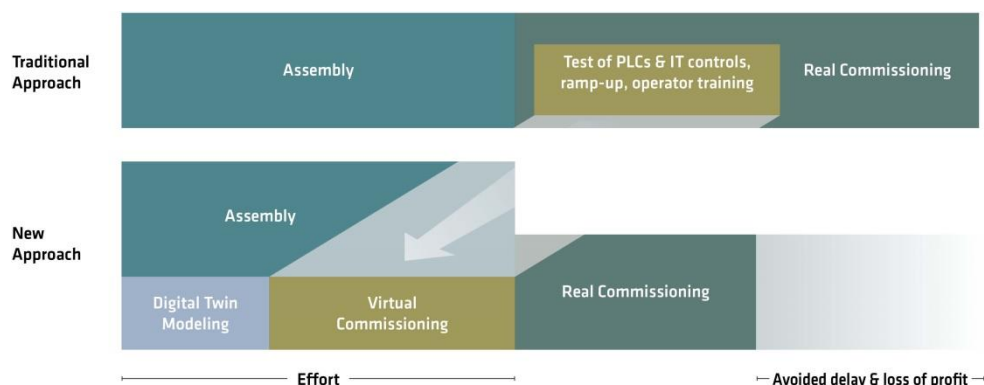
1. ábra. Egy alkatrész előállítására fordítandó időtartomány átalakulása [3]

Kezdetben a manuális kezelésű gépek működtetéséhez tekintélyes szakértelemre és ügyességre volt szükség, így jókora előkészületi és befejezési idővel, valamint alacsony termékmennyiséggel kellett számolni. 1952-ben készült az első szimuláció, melyet a repülés közben adódó technikai hibák kimutatására használtak. Az évtizedek során egyre korszerűbb megoldások kerültek a piacra, általánossá vált a számítógépek alkalmazása az iparban és működésükre egyre jobb szoftvereket fejlesztettek ki. Az 1980-as évekre az előkészületi- és tényleges gyártási idők teljesen átalakultak, lényegesen lerövidültek.

Az utóbbi idők számottevő informatikai fejlődése és az ipar 4.0 a virtuális gyártástudomány kialakulását eredményezte. Ennek alap gondolata, hogy a piaci igényekre gyors és hatékony válasz akkor adható, ha a termék előállítási folyamata virtuális környezetben van integrálva. A digitális világ nem csupán hatékonyabb megvalósítási módot és leredukált mérnökórákat jelent, hanem a jövőbeli gyártástervezési megoldásokhoz könnyen kezelhető felületet biztosít. Napjainkra céliránnyá vált a gyártási technológiák javítása, a folyamatok optimalizálása, a termelékenység növelése, valamint a kieső idő és pénz megtakarítása. [3]

2.3. Szerepe, előnyei

A virtuális gyártáshoz használt, a valós rendszert pontosan reprezentáló 3D-s modellek elemei könnyen módosíthatóak, tulajdonságai gyorsan változtathatóak. A digitális iker segítségével a hibák kialakulásának kockázata a fejlesztési folyamat korábbi szakaszára tolódik, így a rendszer utólagos áttervezései elkerülhetőek. Megtörténik a gyártás előzetes elemzése, megvizsgálják a gyártási folyamat működőképességét és hatékonyságát. Bár a megfelelő szoftver megvásárlása jelentős ráfordítással jár, ez a beruházás az elkövetkezendő években megtérül. Lényegesen leredukálódnak az üzembe helyezés, a hibakeresés és az átdolgozás költségei. Amint a jövőben a gyártóegység átalakítása szükségessé válik, a szimulációs modellben tárolt nagy mennyiségű adat elősegíti a legcélravezetőbb döntéshozatalt. [4]



2. ábra. Gyártás virtuális kommissiózással és anélkül [9]

3. VIRTUÁLIS GYÁRTÁS ALKALMAZÁSA

3.1. Bevezetés

A virtuális világ a folyamatos fejlődésének köszönhetően kedvező lehetőségeket rejt mind a témában elmélyedni vágyó kutatók, mind az eredményeket alkalmazó felhasználók számára. Egyrészt egyre több tanulmány születik a digitalizációval kapcsolatban, másrészt a virtuális gyártás az iparban napról napra hangsúlyosabb szerepet betöltő modern technológiának számít. Számos különböző területen hasznosítják, hozzájárul az ipar 4.0 megvalósulásához és a legkorszerűbb szemléletek kialakulásához. A kutatások közül az alábbiakban szeretnénk néhányat bemutatni.

3.2. Az ipar 4.0 témakörében végzett kutatások ismertetése

Napjaink rohamosan fejlődő iparában létfontosságú az ipar 4.0 széleskörű elterjedése, valamint a vállalatokra való kiterjesztése, majd napról napra történő modernizálása. Nick Gábor et al. kutatásukban bemutatnak egy erre a célra kifejlesztett megoldást. A továbbfejlesztett Company Compass 2.0 (CCMS 2.0) ipar 4.0 érettségi modellt elemzik, amely a cégek ipari digitalizációs felkészültségének mérésére szolgál. A megmértetésre vágyó vállalatok digitális érettségét előre meghatározott kérdésekre adott válaszaik alapján állapítják meg. Az érettségi szintet különböző szempontok szerint, definiált dimenziókban vizsgálják, mint például a stratégia, a technológia és az okos gyár. A dimenziókhoz pedig beavatkozási pontokat rendelnek, amelyek az érettségre kiemelten ható területeket adják meg. Ezt követően a vállalat vezetői lépéseket tehetnek a beavatkozási pontok összehangolt és tudatos fejlesztésére azért, hogy javítsák digitális felkészültségüket. Ennek köszönhetően elérhetővé válik a cég termelékenységének és versenyképességének növekedése. [5]

Simon János 2023-as tanulmánya szerint az ipar átalakulásában fontos helyet foglal el a mesterséges intelligencia, a gépi tanulás, a robotika és a VR technológia is. Ez utóbbi lehetővé teszi a vállalatok számára, hogy alkalmazottaikat valóságú, mégis virtuális környezetben interaktív módon fejlesszék. A felépített digitális gyárban a dolgozók tapasztalatokat szerezhettek a valóságban is előforduló veszélyes szituációk, balesetek kezeléséről anélkül, hogy valós kockázatnak lennének kitéve. Ennek hatására nagyobb eséllyel készülnek fel a váratlan helyzetekre és a felmerülő problémákra is gyorsabban találnak megoldást. Az operátorok képzése is leegyszerűsödik, mivel a virtuális környezetben megismerhetik a gépek működését és begyakorolhatják az összeszerelési folyamatokat. Így az ipar 4.0 és a VR együttese elősegíti a cég termelési folyamatainak optimalizálását, gyártórendszereinek hatékonyságát és a hibák kialakulásának csökkenését. [7]

Kutatási témánkhoz kapcsolódóan Aidan Fuller et al. tanulmánya a digitális ikrek felhasználását mutatja be. A kutatás a gyártástechnológiai alkalmazáson túlmutatva az okos városok és az egészségügy területén való hasznosításra is kitér. Az okos városok fejlesztésével párhuzamosan gyarapodnak a felépített virtuális modellek, amelyek nagy mennyiségű, naprakész adatokkal és gyors elemzésekkel megalapozzák a precíz tervezés lehetőségét. A fenntarthatóságot tükröző technológia segítségével a város infrastruktúrája hatékonyabbá, a városi környezet pedig élhetőbbé válik a lakosok számára.

Ami az egészségügyet illeti, a digitális ikrek alkalmazása még gyerekcipőben jár, azonban használatuk növekvő tendenciát mutat. A valós idejű elemzések és az azokból levont következtetésekből készített előrejelzések alapján a modellek alkalmasak lehetnek különböző gyógyszerek hatásának szimulálására, sebészeti eljárások tervezésére és végrehajtására. Az emberi test digitális ikertestvérét létrehozva a páciensek részére pontosabb diagnózis állítható fel és hatékonyabb kezelési terv készíthető. [1]

3.3. Virtuális gyártás az autóiparban

Napjainkban a digitális gyártás egyik legnagyobb felhasználója az autóipar, ahol a folyamatszimuláció ma már iparági sztenderdnek számít. A BMW Group legfrissebb eredménye, hogy felépítettek egy olyan virtuális gyárat, melynek a valóságos kiépítése, a világon egyedülálló módon csak a modellezés után történik meg. Az NVIDIA Omniverse rendszerében létrehozott pontos, magas színvonalú előkészítés lehetővé teszi a virtuális járműgyártást a tényleges sorozatgyártás beindítása előtt. Előreláthatólag 2025-ben már megkezdődhet a debreceni gyárban a NEUE KLASSE modellek rekordhatékony előállítására.

3.4. Az ipar 5.0 bevezetése

Az ipar 5.0 az ipar 4.0 továbbfejlesztését jelenti, melynek vezérgondolata az emberek és a robotok közötti szorosabb és hatékonyabb együttműködés megvalósítása. A fogyasztói társadalom elvárásainak, valamint a piac folyamatosan változó igényeinek kielégítése az emberi munkaerő és a gépek közti intelligens munkamegosztáson alapul. Az egyre inkább egyedi termékek gyártására specializálódott iparban a robotok általi tömeggyártás és az emberek képzelőereje remekül kiegészítik egymást. Az ipar 5.0 további céljai közé tartozik a termelési folyamatok fenntarthatóságának növelése és az energiatakarékosság elérése. [6]

4. TECNOMATIX PLANT SIMULATION

A virtuális gyártás három fontos elemet egyesít: egy digitális modellt, a mozgást irányító és az érzékelő visszajelzéseire reagáló vezérlő szoftvert, valamint egy fejlesztői környezetet, amely ennek a kettőnek az egységesítéséért felel. A digitális modell létrehozásához szükség van egy modellalkotó környezetre, ahol a valóságos gyártóegység virtuális másolata készül 3D-s modellek formájában.

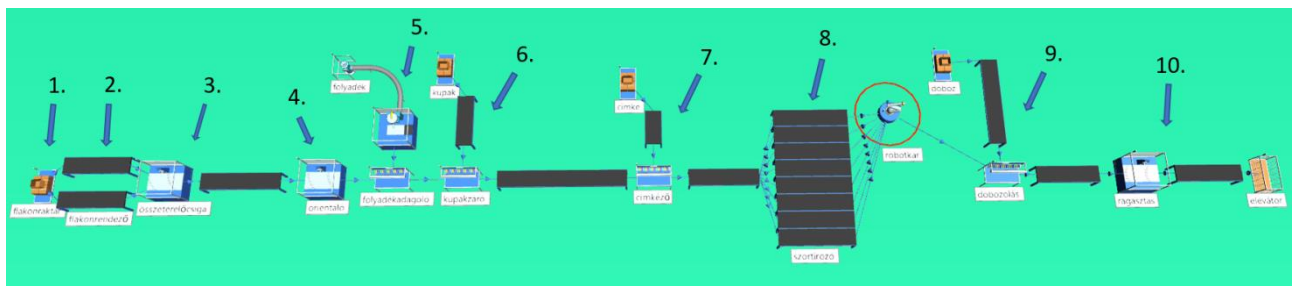
Kutatómunkánk során sikerült kapcsolatba lépni és együttműködni egy folyékony tisztítószer gyártásával és csomagolásával foglalkozó céggel. Több helyszíni bejárás után egy általunk választott termékük gyártásának egyik részfolyamata került modellezésre. A digitális iker felépítéséhez a Tecnomatix Plant Simulation szimulációs programot használtuk.

4.1. Működése

A Plant Simulation a Siemens Tecnomatix termékcsalád tagjaként egy diszkrét, esemény-vezérelt folyamatszimulációs eszköz, melyben a gyártási és logisztikai folyamatok digitális ikertestvére gyorsan összeállítható és vizsgálható. Választásunk erre a szoftverre esett, mert a tanulóbarát Siemens termékeket egyetemünk is előszeretettel alkalmazza képzéseiben.

A program lehetővé teszi gyártórendszerek tervezését, modellezését és optimalizálását virtuális környezetben. A 3D-s modellek megalkotásához nagyszámú kész alapelem biztosít, azonban saját komponensek is készíthetők, melyek könnyedén beemelhetők a szimulációba. A felület valóságghű megjelenítést kínál a felhasználók számára, ezzel elősegíti az egyszerű tájékozódást és az áttekinthetőséget a virtuális objektumok között. Számptalan elemzőeszköz, statisztika és grafikon járul hozzá az anyagáramlás optimalizálásához, valamint a gyártóegységek és az erőforrások maximális kihasználásához. Ezen kitűnő funkciók hatására a gyártási folyamatok felgyorsulnak, a termékfejlesztés hatékonyabbá válik. A könnyen kezelhető Plant Simulation alkalmazásának köszönhetően egy cég termelékenysége javítható, mivel mind a technológiai fejlesztések kialakítása, mind a megfelelő beruházási döntések meghatározása gyorsabbá és egyszerűbbé válik. [2]

5. EREDMÉNYEK



3. ábra. Kutatómunka során felépített szimuláció

A munkánk során létrehozott szimuláció a kiválasztott tisztítószer gyártásának azon részfolyamatát tartalmazza, melyben az üres műanyag flakonok elindulnak egy futószalagon, majd különböző állomásokon keresztül eljutnak a piacképes állapotig és megkezdődik a termékek dobozolása. Az egyes részegységek az alábbiakban kerülnek bemutatásra:

1. Az üres flakonok ömlesztve érkeznek az első emeletről. Ez előnyös megoldás, mivel a mozgatásukhoz nincs szükség külső erő kifejtésére.
2. A szétszóró palackok két futószalagon sorakoznak és indulnak az első állomásra.
3. Az összeterelő csiga egyetlen futószalagon továbbítja azokat, minimalizálódik a köztük lévő távolság.
4. Az orientáló a megtöltés előkészítését szolgálja, azonos irányba fordítja a flakonokat.
5. Ezután a folyadékadagoló állomás következik, amelyet a modellben összeszerelésként értelmeztünk. Itt a tartályból számos kivezetésen keresztül egyforma mennyiségű adagok töltődnek a flakonokba.
6. A kupakzáró állomáson a feltekerő egységbe folyamatosan töltődnek a kupakok, így a gép forgás közben egyszerre több flakonra képes rácsavarni azokat.
7. A palackok biztonságos lezárása után rájuk kerül a külső borítás. A címkék felveszik a palackok geometriai alakját.
8. A flakonok két négyutas részegységen rendeződnek, majd megkezdődik a palettázásuk.
9. Egy robotkar pneumatikus megfogóval egyszerre két dobozt képes feltölteni, amelyekbe egyenként 20-20 flakont jut. Ezt a részfolyamatot is összeszereléssel szemléltettük.
10. Utolsó lépésként megtörténik a dobozok biztonságos lezárása, majd elevátorral indulnak tovább a csomagoló üzembe.

A termék áramlása szépen követhető, a folyamatok logikusan, a LEAN elve szerint vannak felépítve. A rendszer teljesen automatizált, a folyamat során végig szenzorok ellenőrzik a félkész termékeket. Mivel nincs szükség emberi erőforrásra, a hibák kialakulásának lehetősége kicsi és csökken az üzemi balesetek száma is. A bemutatott részegységen folyamatos gyártás zajlik, azonban a gyártósor életkorából adódóan vannak leállások, amelyeket a virtuális gyártással ki lehet küszöbölni, illetve a folyamatot optimalizálni.

6. ÖSSZEGZÉS

A cikkben bemutatott Tecnomatix szimuláció nagymértékben hozzájárul a kutatási projekt előrehaladásához. Mindent egybevetve elmondható, hogy sikerült a gyártási folyamatok felépítésének megértése és a szimulációs szoftver megismerése. Jelenleg a digitális modell finomhangolása történik. További célunk a virtuális folyamat tökéletesítése, majd összegyűjtött adatok alapján annak optimalizálása. Törekszünk arra, hogy munkánk eredményeképp a kiválasztott cég hasonló elven működő gyártósorainak termelése a jövőben gyorsabb legyen az általunk létrehozott szimuláció alkalmazásával.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Aidan Fuller, Zhong Fan, Charles Day, Chris Barlow, *Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research*, IEEE Xplore, 2020, Volume: 8, pp: 108952- 108971
- [2] GraphIT, Tecnomatix, *Gyár, gyártósor és folyamat szimuláció és optimalizáció*, Online: <https://graphit.hu/tecnomatix/gyartasilogisztikai-folyamat-szimulacio-optimalizacio/plant-simulation> (Utolsó letöltés: 2023.08.12.)
- [3] Dr. Gyurika I. G., Márton Z., Dr. Fodor D., *Digitális gyártás és kommunikációs protokollok*, Online: https://moodle2.mk.uni-pannon.hu/pluginfile.php/35980/mod_resource/content/0/Digit%C3%A1lis%20gy%C3%A1rt%C3%A1s%20tananyag.pdf (Utolsó letöltés: 2023.08.07.)
- [4] Iman Morshedzadeh, Amos H.C. Ng, Manfred Jeusfeld, Jan Oscarsson, *Managing virtual factory artifacts in the extended PLM context*, Journal of Industrial Information Integration, Volume 28, 2022, 100369
- [5] Nick Gábor, Kovács Tibor, Kő Andrea, *A company compass 2.0 : Ipar 4.0 érettségi modell és alkalmazásának tapasztalatai*, 2023, Budapest Management Review, 54 (1). pp. 52-65.
- [6] Dr. habil Oláh Judit, Prof. Dr. Popp József, Erdei Edina, *Az Ipar 5.0 megjelenése: ember és robot együttműködése*, Logisztikai trendek és gyakorlatok, 2019, V. évfolyam, 12-19.
- [7] Simon János, *Ipari digitalizáció – Ipar 4.0 és virtuális valóság (VR) a gyártásban*, Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok, 2023, XVIII. évfolyam, Különszám, pp. 431–443.
- [8] Tobias Lechler, Eva Fischer, Maximilian Metzner, Andreas Mayr, Jörg Franke, *Virtual Commissioning – Scientific review and exploratory use cases in advanced production systems*, Procedia CIRP, Volume: 81, 2019, Pages 1125-1130
- [9] Xcelgo by Schneider Electric, *What is virtual commissioning?*, Online: <https://xcelgo.com/virtual-commissioning> (Utolsó letöltés: 2023.08.22.)