

Palánkai Emese, Sarvajcz Kornél

Virtuális gyártás alkalmazása ipari gyártóegységek optimalizálására

Napjainkban a modern technológiai újítások bevezetése a cégek gyártási folyamataiba elengedhetetlen. Ennek egyik módja a virtuális kommissiózás, amelyet kutatási témának választottunk. Munkánk célja egy valóságos gyártórendszer lépéseinek virtuális környezetbe ültetése a Tecnomatix Plant Simulation 3D szimulációs program felhasználásával. Ez a virtuális megoldás lehetővé teszi az adott gyártóegység egyszerű optimalizálását, a gyártás hatékonyabb és időtakarékosabb megvalósítását. A cikk ismerteti a virtuális modellezés fogalmát és alkalmazását, valamint bemutatja a szimulációs program működését és az abban elért eredményeket.

Kulcsszavak: virtuális kommissiózás, virtuális gyártás, Tecnomatix Plant Simulation, digitális iker, optimalizálás

1. Bevezetés

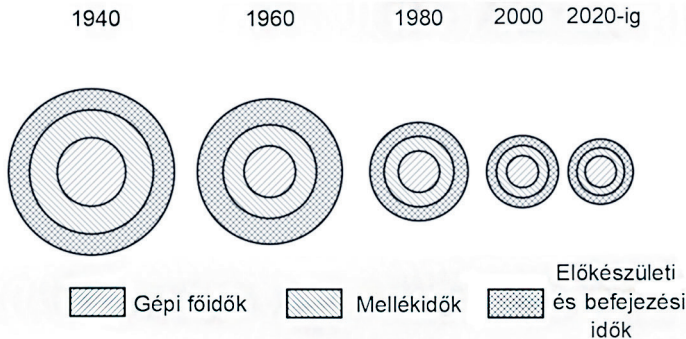
A kutatásban gyártórendszerek virtuális modellezését vizsgáljuk, amelyet az iparban több, a piacon már régóta ismert cég használ saját gyártási folyamatainak optimalizálására. Célunk a virtuális kommissiózás témakörének feldolgozása, majd konkrét példákon szemléltetve bemutatni a digitális gyártás tulajdonságait, hatásait és az ehhez felhasznált programok sokszínűségét. Részletesen ismertetjük egy 3D szimulációs program, a Tecnomatix Plant Simulation működését egy valóságos gyártósor virtuális környezetbe ültetésén keresztül. Elemezzük a szimulációs programban rejlő lehetőségeket, az eddig elért eredményeket, majd kitűzzük a továbbiakban elérni kívánt célokat.

2. Virtuális kommissiózás

A virtuális kommissiózás az a folyamat, amelynek során a gyártást virtuális környezetben szimulálják számítógépes program segítségével a valóságos rendszer telepítése előtt. Egy gyártóegység felépítéskor 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, amelyek korrigálása számtalan munkaóra mellett hatalmas költségeket emészt fel. Ezért a virtuális gyártás alkalmazásának legfőbb funkciója a tervezési és összeszerelési hibák korai észlelése, kijavítása és a gyártási folyamat megvalósítása előtti módosítása [5].

2.1. Előzmények

A 20. században a gyártástechnológia jelentős fejlődésen ment keresztül, amelynek eredményeképp magasabb termelékenységi értékeket, jobb minőségű termékeket kaphattak a szakemberek.



1. ábra

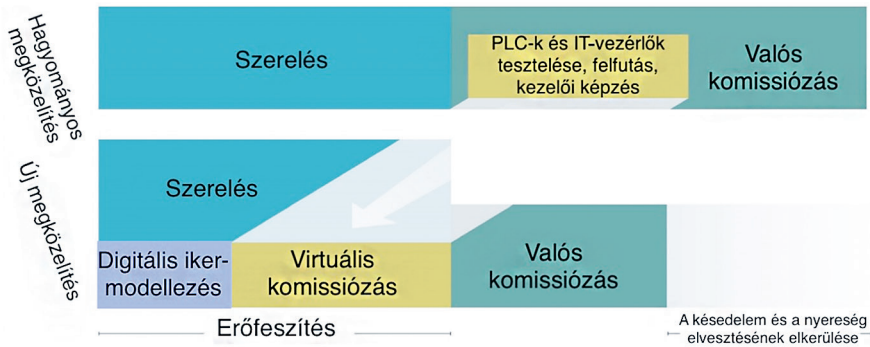
Egy alkatrész előállítására fordítandó időtartomány átalakulása [2]

Kezdetben a manuális kezelésű gépek működtetéséhez megfelelő szakértelemre volt szükség, így tetemes előkészületi és befejezési idővel, valamint alacsony termékmennyiséggel kellett számolni. 1952-ben készült az első szimuláció, amelyet a repülés közben adódó technikai hibák kimutatására használtak. Az évtizedek során egyre korszerűbb megoldások kerültek a piacra, általánossá vált a számítógépek alkalmazása az iparban. Az 1980-as évekre az előkészületi és a 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 folyamat virtuális környezetbe van integrálva. Napjainkra céliránnyá vált a gyártási technológiák javítása, a folyamatok optimalizálása, a termelékenység növelése, valamint a kieső idő és pénz megtakarítása (1. ábra) [2].

2.2. A virtuális kommissiózás szerepe, előnyei

A virtuális gyártáshoz használt, a valós rendszert pontosan reprezentáló 3D-modellek elemei könnyen módosíthatók, tulajdonságai gyorsan változtathatók. A digitális iker segítségével a hibák kialakulásának kockázata a fejlesztési folyamat korábbi szakaszára tolódik, így a rendszer utólagos áttervezései elkerülhetők. 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 redukálódnak 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 (2. ábra) [3].



2. ábra
Gyártás virtuális kommissiózással és anélkül [6]

3. Alkalmazási területek

A virtuális gyártás az iparban egyre hangsúlyosabb szerepet betöltő modern technológia, számos különböző területen hasznosítják. Legnagyobb felhasználója az autóipar, ahol a folyamatszimuláció ma már iparági sztenderdnek számít.

3.1. BMW

A BMW a világ vezető autó- és motorkerékpár-gyártója, csaknem 140 országban rendelkezik globális értékesítési hálózattal. Megújulásának motorja a legkorszerűbb technológiai megoldások kifejlesztése. A BMW Group legfrissebb eredménye, hogy olyan virtuális gyárat épített fel, amelynek a valóságos kiépítése a világon egyedülálló módon csak a modellezés után történik Magyarországon, Debrecenben. Több mint két évvel a tényleges sorozatgyártás beindítása előtt az NVIDIA Omniverse rendszerének köszönhetően már folyik a járműgyártás a virtuális környezetben. Az új létesítményben a NEUE KLASSE modelleket, azaz a BMW következő generációs, tisztán elektromos meghajtású modellgenerációját fogják előállítani.

Az NVIDIA Omniverse Enterprise segítségével a gyártás minden egyes fázisától kezdve a gépek mozgásán át a munkatársak tevékenységéig minden mozzanatot szimulációs modell-térbe ültettek. A pontos, magas színvonalú előkészítés lehetővé teszi a későbbiekben a működési hibák pillanatok alatti lokalizálását és csökkenti a hosszabb termelési leállásokat, ezért rekordhatékony gyártás érhető el. A digitalizáció hatására rugalmasabbá válik az üzem átalakítása, ezáltal a termelés villámgyorsan alkalmazkodhat a piaci igények megváltozásához. A BMW további céljai közé tartozik az NVIDIA Omniverse rendszerének kiterjesztése teljes globális gyártóhálózatára. Az üzemek összekapcsolása megkönnyíti a telephelyek közötti együttműködést, így a Föld bármely pontjáról hozzáférhetnek a szakemberek a BMW digitális tervezési világához, és valós időben dolgozhatnak együtt a folyamatok fejlesztésén.

3.2. graphIT Kft.

A graphIT Kft. 1992 óta van jelen a hazai CAD/CAM/PLM-piacon. Magyarországon a Siemens PLM nemzetközi szoftverfejlesztő céget képviseli. Szolgáltatásai között megtalálható a világszerte népszerű Solid Edge, a Teamcenter és a digitális gyártási megoldásokat tartalmazó Tecnomatix termékcsalád is.

A Siemens az ipari automatizálás vezetője. Tevékenységei között jelentős helyet foglal el a virtuális gyárral kapcsolatos koncepciók és megoldások fejlesztése. A világ egyik leginnovatívabb vállalatoként hatalmas gyártókapacitással rendelkezik szinte minden földrészen, számos iparágban találkozhatunk a termékeivel. A piacon betöltött vezető szerepe abból származik, hogy a kifejlesztett technológiáit önmaga is kipróbálja és alkalmazza saját gyárában, ezzel közvetlen tapasztalatot szerezve egy-egy megoldás hatékonyságáról. Ezek alapján olyan igényeket tud megfogalmazni az újításaival kapcsolatban, amelyek még kezelhetőbbé teszik a termékeit, így tökéletesíthetők azok. A Siemens technológiáiról, sok esetben még a kutatás-fejlesztés fázisában lévő ötleteiről a londoni Crystal Hallban álló Siemens Urban Sustainability Centre nevű bemutatóteremben nyerhetünk információt.

3.3. Aalborgi Egyetem

Bár a virtuális kommissiózás számos potenciál tárháza, még mindig nem terjedt el teljesen az iparban. Ennek egyik oka lehet a használatához szükséges tapasztalatok hiánya. Dániában az Aalborgi Egyetem 2016-ban tanuló gyárat fejlesztett ki, a Smart Production Lab nevű laboratóriumot, amely megfelelő képzési platformot biztosít a kompetenciák elsajátításához.

A legmodernebb eszközökkel felszerelt laboratórium lehetőséget nyújt az egyetem hallgatóinak és kutatóinak az innovatív gyártási technológiák megismerésére. Valódi gyártási rendszerben kísérletezhetnek, tesztelhetik megoldásaikat, tervezhetnek gyártó- és összeszerelő sorokat. Nagy előnyt jelent számukra, hogy nemcsak egymással dolgozhatnak, hanem a dán iparágakkal is. A köz- és magánszektorral való szoros együttműködésnek köszönhetően a kutatási eredményeket valós ipari környezetben is próbára tehetik. Ez is bizonyítja, hogy az egyetem ténylegesen valós problémákkal és küldetésekkel foglalkozik fenntartható megoldások elérése érdekében. A kutatási projektek eredményeit mindig beépíti oktatási tevékenységébe, így képes az intézmény világszínvonalú fejlesztéseket szolgáltatni, valóságközelű képzési programokat és jövőorientált oktatást kínálni [4].

4. Tecnomatix Plant Simulation

Digitális modell létrehozásához szükség van modellalkotó környezetre, ahol a valóságos gyártóegység virtuális másolata készül 3D-modellek formájában. Kutatómunkánk során sikerült kapcsolatba lépni és együttműködni egy folyékony tisztítószerek gyártásával és csomagolásával foglalkozó céggel. Több helyszíni bejárás után egy általunk választott termékük gyártásának egyik részfolyamatát modelleztük. A digitális iker felépítéséhez a Tecnomatix Plant Simulation szimulációs programot használtuk.

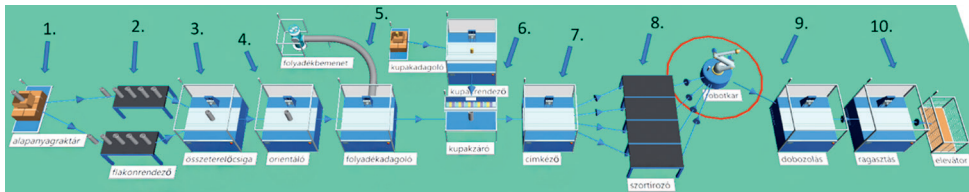
4.1. A Tecnomatix Plant Simulation működése

A Plant Simulation a Siemens Tecnomatix termékcsalád tagjaként diszkrét, eseményvezérelt folyamatszimulációs eszköz, amelyben 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-modellek megalkotásához nagyszámú kész alapelemet biztosít, azonban saját komponensek is készíthetők, amelyek könnyedén beemelhetők a szimulációba. A felület valóság-hű megjelenítést kínál a felhasználók számára, ezzel elősegíti az egyszerű tájékozódást és az áttekinthetőséget a virtuális objektumok között. Számtalan 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 [1].

5. Eredmények

A munkánk során létrehozott szimuláció a kiválasztott tisztítószer gyártásának azon részfolyamatát tartalmazza, amelyben az üres műanyag flakonok elindulnak egy futószalagon, majd különböző állomásokon keresztül eljutnak a piacképes állapotig, és megkezdődik a termékek dobozolása (3. ábra).



3. ábra

Kutatómunka során felépített szimuláció [a szerzők]

Az egyes részegységeket az alábbiakban mutatjuk be:

1. az üres flakonok az első emeletről ömlesztve érkeznek, gravitációs elven működik;
2. a szétszórt palackok két sorba rendeződnek;
3. egyetlen futószalagon egymás mögött állnak, minimalizálódik a köztük lévő távolság;
4. ez orientáló a megtöltés előkészítését szolgálja, azonos irányba fordulnak a flakonok;
5. a tartályból számos kivezetésen keresztül egyforma mennyiségű adagokkal feltöltődnek;
6. a feltekerő egység folyamatosan töltve van kupakkal, így a gép forgás közben egyszerre több flakonra képes rácsavarni a kupakot;

7. a palackokra kerül a külső borítás, amely felveszi azok geometriai alakját;
8. egy négyutas részegységen rendeződnek, majd megkezdődik a palettázásuk;
9. egy robotkar pneumatikus megfogóval egyszerre 12 flakont helyez egy dobozba;
10. a dobozok biztonságos lezárásuk után 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. 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.

Felhasznált irodalom

- [1] GraphIT, Tecnomatix, Gyár, gyártósor és folyamat szimuláció és optimalizáció. Online: <https://graphit.hu/tecnomatix/gyartasilogisztikai-folyamat-szimulacio-optimalizacio/plant-simulation/>
- [2] Gyurika I. G., Márton Z., 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
- [3] I. Morshedzadeh et al., „Managing Virtual Factory Artifacts in the Extended PLM Context,” *Journal of Industrial Information Integration*, 28. évf. 100369 p. 2022. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2022.100369>
- [4] S. Tram Mortensen, O. Madsen, „A Virtual Commissioning Learning Platform,” *Procedia Manufacturing*, 23. évf. pp. 93–98. 2018. Online: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.167>
- [5] T. Lechler et al., „Virtual Commissioning – Scientific Scientific Review and Exploratory use Cases in Advanced Production Systems,” *Procedia CIRP*, 81. évf. pp. 1125–1130. 2019. Online: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.278>
- [6] Xcelgo by Schneider Electric: What is Virtual Commissioning? Online: <https://xcelgo.com/virtual-commissioning/>

Application of Virtual Production to Optimize Industrial Production Units

Nowadays, the introduction of modern technological innovations into the production processes of companies is essential. One way to do this is virtual commissioning, which we chose as a topic of our research project. The purpose of our research is implementing the steps of a real production system in a virtual environment using the Tecnomatix Plant Simulation, which is a 3D simulation program. This virtual solution enables simple optimization of the given production unit by implementing a more efficient and time-saving production. The article describes the concept and application of virtual modelling, as well as the operation of the simulation program and the results achieved in it.

Keywords: *virtual order picking, virtual production, Tecnomatix Plant Simulation, digital twin, optimization*

Palánkai Emese hallgató Debreceni Egyetem Műszaki Kar Gépészmérnöki Tanszék palankaiemese02@gmail.com orcid.org/0009-0005-0647-7306	Emese Palánkai Student University of Debrecen Faculty of Engineering Department of Mechanical Engineering palankaiemese02@gmail.com orcid.org/0009-0005-0647-7306
Sarvajcz Kornél tanársegéd Debreceni Egyetem Műszaki Kar Mechatronikai Tanszék sarvajcz@eng.unideb.hu orcid.org/0000-0002-8076-6748	Kornél Sarvajcz Assistant Lecturer University of Debrecen Faculty of Engineering Department of Mechatronics sarvajcz@eng.unideb.hu orcid.org/0000-0002-8076-6748
