

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

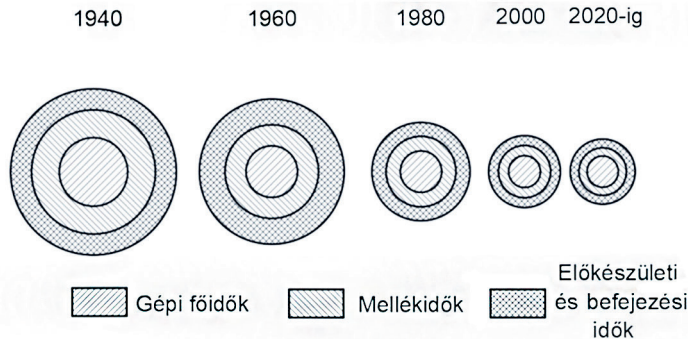
A kutatásban gyártórendszerek virtuális modellezését vizsgáljuk, amelyet az iparban több, a piacon már régóta ismert cég használ saját gyártási folyamatainak optimalizálására. Célunk a virtuális kommissiózás témakörének feldolgozása, majd konkrét példákon szemléltetve bemutatni a digitális gyártás tulajdonságait, 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

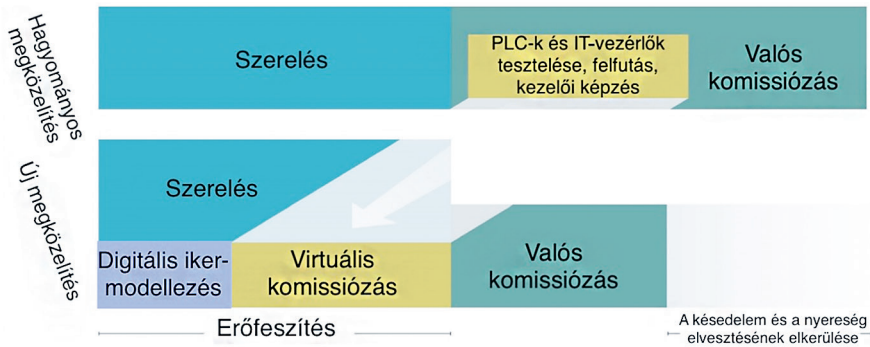
*Egy alkatrész előállítására fordítandó időtartomány átalakulása [2]*

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 toódik, 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 legrávehetőbb 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.

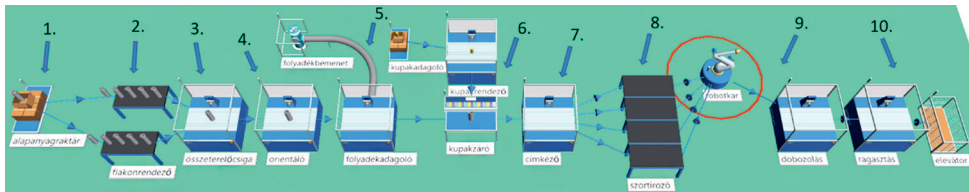
#### 4.1. A Tecnomatix Plant Simulation működése

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](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 <a href="mailto:palankaiemese02@gmail.com">palankaiemese02@gmail.com</a> <a href="https://orcid.org/0009-0005-0647-7306">orcid.org/0009-0005-0647-7306</a>	Emese Palánkai Student University of Debrecen Faculty of Engineering Department of Mechanical Engineering <a href="mailto:palankaiemese02@gmail.com">palankaiemese02@gmail.com</a> <a href="https://orcid.org/0009-0005-0647-7306">orcid.org/0009-0005-0647-7306</a>
Sarvajcz Kornél tanársegéd Debreceni Egyetem Műszaki Kar Mechatronikai Tanszék <a href="mailto:sarvajcz@eng.unideb.hu">sarvajcz@eng.unideb.hu</a> <a href="https://orcid.org/0000-0002-8076-6748">orcid.org/0000-0002-8076-6748</a>	Kornél Sarvajcz Assistant Lecturer University of Debrecen Faculty of Engineering Department of Mechatronics <a href="mailto:sarvajcz@eng.unideb.hu">sarvajcz@eng.unideb.hu</a> <a href="https://orcid.org/0000-0002-8076-6748">orcid.org/0000-0002-8076-6748</a>

---

