

VALÓS IDEJŰ GYÁRTÁSIRÁNYÍTÁS (MES) FUNKCIÓK FEJLŐDÉSE, MODELLEK ÉS MÓDSZEREK

THE EVOLUTION OF MANUFACTURING EXECUTION SYSTEMS,
FUNCTIONS, MODELLS AND METHODS

Hornyák Olivér, hornyak@ait.iit.uni-miskolc.hu

Erdélyi Ferenc, erdelyi@iit.uni-miskolc.hu

Kulcsár Gyula, kulcsar@iit.uni-miskolc.hu

*Miskolci Egyetem, Informatikai Intézet, Alkalmazott Informatikai Tanszék;
Termelésinformatikai Kutatócsoport*

1. Bevezetés

A modern gyártásirányítás fejlődését a tömeggyártás paradigmájának megjelenésétől számítjuk. A *futószalag koncepciót* elsősorban az autógyártáshoz, illetve *Ford* és *Taylor* nevéhez köthetjük (1920-as évek).

A gyártásirányítás főszereplői kezdetben a művezetők voltak. Minden üzemi szintű irányítási funkciót ők végeztek. Minden döntést ők hoztak. A gyártási folyamatok bonyolultságának és automatizáltság szintjének növekedésével ez a feladat egyre nehezebb lett. A gyártásirányítási grafikus tablókát és táblázatokat érdemben a számítógépes adatfeldolgozás üzemi megjelenése változtatta meg az 1970-es években.

Eleinte az üzemi adatbázisok létrehozása, az aktuális üzemi adatok gyűjtése volt az elsődleges szempont gyártásirányításban. Ilyen rendszerek létrehozásában jelentős szerepet játszottak a német ipar nagy cégei a *Siemens* és a *Bosch* (*Maschinendaten Erfassung, Betriebsdaten Erfassung, MDE/BDE*).

A gyártásautomatizálási területen kezdetben az alacsony szintű logikai feladatokat huzalozott vezérlésekkel oldották meg, míg a szabályzókörök jellegzetesen hidraulikus vagy pneumatikus működtetésűek voltak. A gyártásirányítási dokumentáció papíralapú volt.

Az 50-es években elkezdődött a forgácsoló gépek rugalmas, programozható automatizálása. A robotizálás fejlődését a 70-es évektől kísérhetjük figyelemmel.

A fejlődésre nagy hatással volt a mikroprocesszorok gyors és tömeges elterjedése. A programozható berendezés-vezérlők közé tartoznak:

- a programozható logikai vezérlők (PLC),
- a számjegyes vezérlő (CNC),
- a robotvezérlő (ROC),
- a mérőgép vezérlő (MMC),
- az osztott számítógépes szabályzó (DCS).

A 60-as években megjelent a *csoporttechnológiára* alapozott gyártócella (Group Technology, GT) fogalma, a 70-es években pedig a *rugalmas gyártórendszeré* (Flexible Manufacturing Systems, FMS). Ezek a gyártási rendszerek a gyártásirányítást jelentősen átalakították.

A számítógépes hálózatok fejlődése, illetve az OSI 7 rétegű hálózati architektúrájának szabványosítása megteremtette a lehetőséget az üzemi hálózatok kiépítésére. A *Boing* és a *General Motors* kezdeményezésére megjelent a *Manufacturing Automation Protocol*, a MAP (1982). A szabványosított gyártási üzenetek küldésére kidolgozták a *Manufacturing Messages Specification*-t (MMS, 1986).

A karcsúsított gyártás (*lean production*) előtérbe helyezte a kevésbé automatizált, kézi munkahelyek beillesztését a számítógéppel támogatott gyártás (*Computer Aided Manufacturing*, CAM) környezetbe. Az „éppen időben” gyártás (*Just-in-Time*, JIT) paradigmájának megjelenése Japánból indult, bevezetésének haszna megfelelő informatikai támogatással a minőség, a termelékenység és a hatékonyság növekedésében, a kommunikáció javulásában, valamint a költségek és veszteségek csökkenésében nyilvánul meg.

Az 1980-as évek eredményeként az amerikai DEC számítógépgyártó fejlesztőinek munkája egy új szoftver alkalmazási kategóriát hozott létre, amelyet gyártás végrehajtó rendszernek (*Manufacturing Execution System*, MES) neveztek.

2. Gyártásirányítási funkciók

A MES műhelyszintű számítógépes gyártásirányítási funkciók olyan együttese, melynek feladata a termelési tevékenységek tervezése, irányítása és optimalása, a függő rendelések kezelésétől az eredmények jelentéséig.

Napjainkban a piac változásai és a vevők igényeinek gyorsabb változásai miatt a MES funkciók egyre fontosabbá válnak. A MES alkalmazás legfontosabb motivációja a lokális lehetőségek és a globális üzleti célok összehangolása. A MES funkciókat megvalósító szoftvereket olyan intelligens felülettel látják el, amelyeken keresztül az üzemi adatok elérhetők a felhasználók számára a műszakvezető mérnöktől a szakmunkásokig.

A következőkben a MES rendszerek főbb funkcionális moduljai kerülnek ismertetésre.

2.1. Erőforrások allokálása

Ez a funkció irányítja, menedzseli az erőforrások – gépek, eszközök, emberi munkaerő, egyéb berendezések – felhasználását. Dokumentálja az erőforrás felhasználás időbeli lefolyását, és annak valós idejű állapotát lekérdezhetővé teszi. Az erőforrások allokálása alatt az erőforrások lefoglalását és diszpécser funkciók végrehajtását értjük.

2.2. Finomprogramozás

Ütemezi a beszerzést és a gyártási műveleteket. A folyamatok ütemezésének fő célja, hogy az adott művelet gördülékenyen kezdődjön el; ha elkezdődött, akadálymentesen folytatódjon tovább; majd hiba nélkül fejeződjön is be. Figyelembe véve a feladatok prioritásait, jellemzőit, attribútumait a finomprogramozás egy ütemtervet állít elő.

Bemenete az adott megmunkálendő nyersanyagok és az azokat megmunkáló eszközök listája. Az ütemezés eredményeképpen előáll egy lista, melyben a nyersanyagokon elvégzendő műveletek, folyamatok sorozata található, amelyek a gyártás során ebben a sorrendben fognak végrehajtódni.

2.3. Termelési egységek irányítása

A gyártás során előállított termékek telephelyen belüli, továbbá telephelyen kívül eső helyre történő szállítását, és a termékek nyomon követését végzi. Két, a gyártás szempontjából igen fontos „célszemélynek” biztosít adatokat. Az egyik a vevő, akinek arról ad információt, hogy az adott termék mikor kerül legyártásra, mikor készül el. A másik a gyártó gépsor, aminek arról biztosít adatokat, hogy a termék mikor kerül az éppen aktuális munkahelyre gyártásra, honnan érkezik – másik gyártócellából, másik megmunkálási helyről, raktárból, vagy esetlegesen külső helytől, szállítótól –, továbbá arról, hogy az adott termék a megmunkálás után, előreláthatólag mikor hagyja el a megmunkálási területet, és onnan hová kerül.

2.4. Specifikációk kezelése

A gyártási egységekkel összerendelt információkat irányítja, menedzseli, felügyeli. Ezek lehetnek jelentések, űrlapok, rajzok, alkatrészprogramok, adatbázis rekordok, munkafolyamat leírások, szabványos műveleti eljárások.. Támogatja az előidejű tervezést, karbantartja a specifikációk verziószámát. A Specifikációk tartalmazhatják a környezetvédelmi előírásokat, biztonsági és egészségügyi szabályokat, és a hibaelhárítási eljárásokra vonatkozó információkat.

2.5. Üzemi adatbázis kezelés, adatgyűjtés

Feladata, hogy beszerezzen, gyűjtsön és karbantartson minden olyan információt, ami a legyártandó termék és környezete nyomon követésével, karbantartásával, gyártási múltjával, továbbá más gyártási menedzsment funkciókkal kapcsolatosak. Adatszerzés céljából szkennerek, rádiófrekvenciás érzékelők és bemeneti terminálok kombinációját, szoftver interfészeket, illetve különálló szoftvereket használhat. Az adatok a gyártási szinten származhatnak automatikus és manuális forrásból. Az összegyűjtött adatokat percre készen rendelkezésre bocsátja.

2.6. Munkaerő menedzsment

Egy adott pillanatban megadja a személyzeti állomány éppen aktuális státuszát. Munkaidő illetve munkahely látogatottsági jelentéseket készít. Ez a funkció együttműködhet az erőforrás allokációval annak érdekében, hogy meghatározható legyen az optimális hozzárendelés.

2.7. Minőségmenedzsment

Méri a gyártási folyamatokat és elemzi a keletkező adatokat. Magába foglalhat mind folyamatokon belüli kiértékeléseket, mind általános termék és folyamat nyomon követést és hibaaazonosítást. Hibák esetén javaslatot adhat a lehetséges hibaokok felderítésére, illetve a hiba kiküszöbölésére, vagy a hiba okozta káros hatások csökkentésére. A minőségmenedzsment szerepe, hogy áthelyezi a hangsúlyt a termékek meghibásodásának kijavításáról, a hibák megelőzésére, továbbá a fokozatos minőségjavításra.

2.8. Folyamat menedzsment

Megfigyeli és/vagy automatikusan korrigálja a gyártási folyamatokat. Támogatja az operátorok döntéshozatalát, hogy korrigálják a fellépő hibákat és javítsák a folyamatokon belüli tevékenységek színvonalát. Kritikus esetben riaszthatja a menedzsmentet, a gyártásban résztvevő alkalmazottakat, a folyamatoknak az elfogadható értéken kívül eső változásairól, vészhelyzetekről.

2.9. Karbantartás menedzsment

Nyomon követi és vezérli a berendezések és eszközök karbantartási tevékenységeit, hogy biztosítsa azok rendelkezésre állását a gyártási műveletek elvégzésére. Menedzseli az ismétlődő, vagy megelőző karbantartás ütemezését, és választ, riasztást ad a sürgős hibákra. Karbantartja az események, és hibák előfordulásának történeti listáját, hogy segítse a hiba vagy az adott esemény meghatározását, diagnosztizálását.

2.10. Termékkövetés

Biztosítja, hogy minden időpillanatban látható legyen, hogy hol folyik munka, továbbá megfigyelhetővé teszi a munkahelyen lévő folyamatok, eszközök, emberi munkaerő rendelkezésre állását. Az állapot információk magukban foglalhatják, hogy kik dolgoznak az adott helyen, a nyersanyag komponenseket szállítók szerinti bontásban, sorozatszámokat, aktuális gyártási állapotokat, továbbá bármilyen riasztást, hibajavítást vagy más kivételes esemény kezelését, amelyek a termék előállításával kapcsolatosak. Az online naplózási funkció karbantartja az események historikus listáját. Ez a napló teszi lehetővé a felhasznált komponensek, illetve előállított végtermékek gyártási folyamatának utólagos nyomon követését.

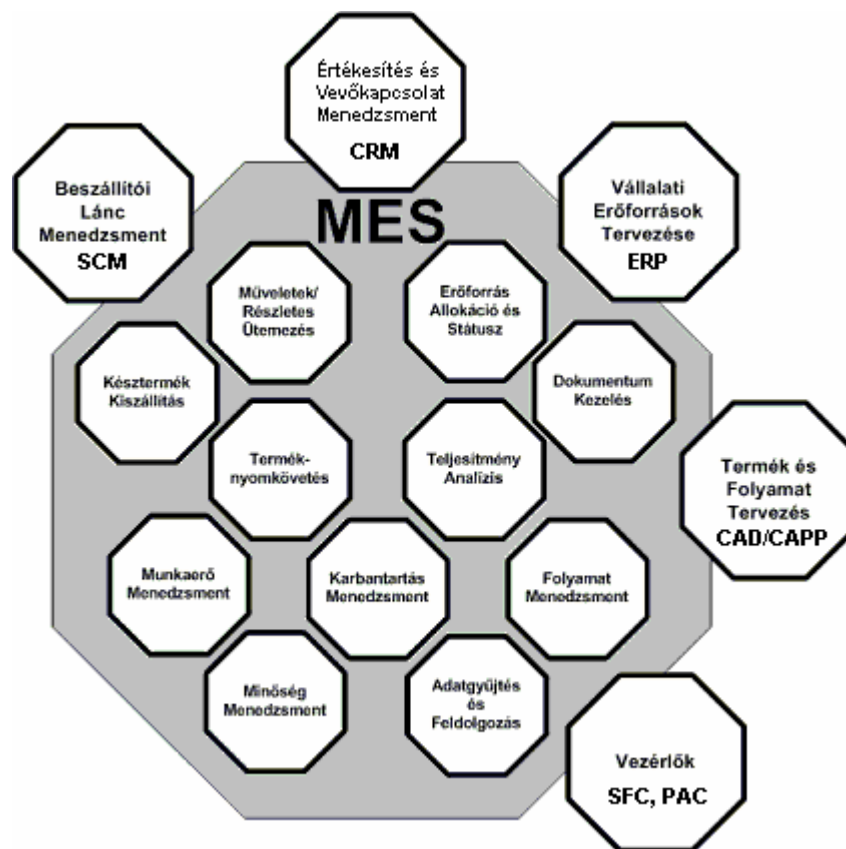
2.11. Teljesítmény-analízis

A gyártási tevékenységek eredményeinek aktuális jelentését biztosítja percre készen. Ezeket összehasonlíthatják a korábbi eredményekkel, illetve az adott területen megfogalmazott követelményekkel, elvárásokkal. A teljesítményadatok olyan összetevőket foglalnak magukba, mint az erőforrás vagy tartalékok kihasználtságára vonatkozó mérések, készlet, eszközök rendelkezésre állásának adatai, elkészült termék ciklusideje, továbbá, hogy milyen mértékben alkalmazkodott az ütemezéshez és mennyire felelt meg a szabványoknak. Több megjelenési formája lehet, így például riportok, diagrammok, online adatok, stb.

2.12. Anyag-, és eszköz menedzsment

Menedzseli az árukészletek, alkatrészek és eszközök mozgását, azok átmeneti és végleges tárolását (*Tool Management*).

A MES funkciók elvi sémáját a 1. ábra szemlélteti [1] alapján. Az ábrán a MES komponensei mellett a csatlakozó, számítógéppel támogatott rendszerek is láthatók.



1. ábra

A MES funkcionális modellje

3. Termelés-ütemezés és felügyeleti problémák

A MES funkciók között kiemelkedően fontos szerepet foglal el a rövid távú termelés-ütemezés és felügyelet. A feladatok modellezésére és megoldására sokféle elvet modellt és módszert használnak. Ennek okai a termelési folyamatok irányításának erős modellfüggésében keresendők. Jellemző problémák:

- A termelési folyamatok igény (megrendelés) függése (*Make-to-Stock*, MTS illetve *Make-to-Order*, MTO gyártás).
- Az ütemezési és allokációs feladatok komplexitása, modellfüggése.
- A diszkrét optimalizációs feladatok komplexitása (NP hard feladatok).
- Változó termelési politikák és termelési célok.
- Sokféle megoldási módszer (leszámlálás, heurisztika, operációkutatás, keresési algoritmusok, korlátozás programozás).
- Technológiai, gép, emberi erőforrás és anyag alternatívák kezelése, stb.

A folyamatok modellezésére diszkrét esemény (DES) szimulátorok állnak rendelkezésre, mint például az eM-Plant.

A magyar ipari gyakorlatban számos érdekes MES alkalmazási probléma megoldásában az Miskolci Egyetem Alkalmazott Informatikai Tanszék kutatói is részt vettek. Az elmúlt

években a „Digitális Vállaltok” című, kutatási-fejlesztési projekt zárult sikeresen, amelyben a SZTAKI, a General Electric illetve a BME, valamint a Miskolci Egyetem vett részt [3][4][5].

Jelenleg a „VITAL” című kutatási-fejlesztési projektben folyik kapcsolódó kutatómunka.

A Vital projekt három un. cluster-t ölel fel. Ezek közül a Cluster 1 feladata a MES szintű, rövid távú termelés ütemezés modellezése igény szerinti tömeggyártás esetén, illetve a szerelő-csomagoló-minőségellenőrző folyamatok modellezése.

Ezek ütemezésében jelentős szerepe van az alternatív technológiai sorrendeknek, alternatív gépeknek, alternatív anyagoknak, sorozat egyesítésnek és szétbontásnak, valamint a set-up-oknak..

Megvizsgálandó a MES ütemező és termelésirányító döntéstámogató funkciói. Tervezés illetve kidolgozás alatt van egy új, automatikus és interaktív ütemező, amely támogatja a különböző termelési politikákat, illetve termelési célokat. A döntéstámogatás HMI (Human Machine Interface) felülete, illetve maga az ütemező a legmodernebb szoftverfejlesztő eszközökkel kerül magvalósításra [6].

4. Köszönetnyilvánítás

Az ismertetett eredményeket, illetve terveket a Termelésinformatikai Kutatócsoport az MTA támogatásával hajtotta végre, amiért a szerzők köszönetüket nyilvánítják. A megszerzett tapasztalatok a termelésinformatika oktatásában is hasznosíthatók.

Irodalomjegyzék

- [1] MESA International: *MES Explained: A High Level Vision*. White Paper, Number 6., 1997 szeptember., <http://www.mesa.org/whitepapers/>
- [2] Stephanie Neil: *MES Meets the Supply Chain Managing*. Automation Online, 1997.
- [3] http://wwwnew.sztaki.hu/proj_publ/projects/digital_factory/index.en.html
- [4] Kis, T., Erdős, G., Márkus, A., Váncza, J.: *A Project-Oriented Decision Support System for Production Planning in Make-to-Order Manufacturing*. ERCIM News No. 58, July 2004.
- [5] Tóth, T., Erdélyi, F.: *Research AND Development (R&D) Requirements for up-to-date Production Planning & Scheduling (PPS) Systems*, The Eleventh International Conference on Machine Design and Production., 13 - 15 October 2004, Antalya, Turkey.
- [6] Hornyák, O., Erdélyi, F.: *Development of MES Functionalities for Supporting Management Decisions*, MicroCAD 2005 International Scientific Conference, Miskolc, 2005, pp. 91-97