

FORGÁCSOLÓ GYÁRTÓRENDSZER SZIMULÁCIÓS VIZSGÁLATA

SIMULATION STUDY OF A METAL-CUTTING MANUFACTURING SYSTEM

Haraszko Csaba*, Németh István**, Schwarzenberger József***

ABSTRACT

The objective of the paper is to create a discrete event simulation model with the Plant Simulation software tool of a metal-cutting manufacturing system which is under design and manufacturing. Furthermore, the aim was to examine, evaluate and create additional layout variations and analyse them according to various criteria. The paper presents the current manufacturing system and its modified alternatives with their physical arrangements and simulation models, and the simulation results. The evaluation criteria were the following: annual volume that can be manufactured, the number of input and output buffers, the number of workpiece carriers (manipulators), the utilisation of production machines, and the expected energy consumption. Moreover, the effects of the programmed speed of the robot and the availability of the machines on some selected characteristics were also examined.

A dolgozat célja egy tervezés és gyártás alatt álló forgácsoló gyártórendszer diszkrét eseményvezérelt folyamatmodelljének létrehozása Plant Simulation szoftver segítségével, annak vizsgálata, kiértékelése, majd további elrendezési variációk létrehozása és elemzése különböző szempontok alapján. Bemutatásra kerül a tervezett gyártósor és annak néhány módosított változata, azok fizikai megoldási alternatívái illetve szimulációs modelljei, és a szimulációs vizsgálatok eredményei. Vizsgálati szempontok a következők voltak: éves gyártható darabszám, be- és kimeneti tárolók száma, munkadarab hordozók (manipulátorok) száma, az egyes gyártóberendezések kihasználtsága és az egyes rendszerek várható energiafogyasztása. További vizsgálódások tárgya volt a robot programozott sebességének és az egyes gépek hozzáférhetőségének hatása a vizsgált jellemzőkre.

1. BEVEZETÉS

A dolgozat célja az Excel-Csepel Szerszámgépgyártó Kft-nél egy tervezés és gyártás alatt álló forgácsoló gyártórendszer diszkrét eseményvezérelt folyamatmo-

* doktorandusz, BME Gyártástudomány és -technológia Tanszék

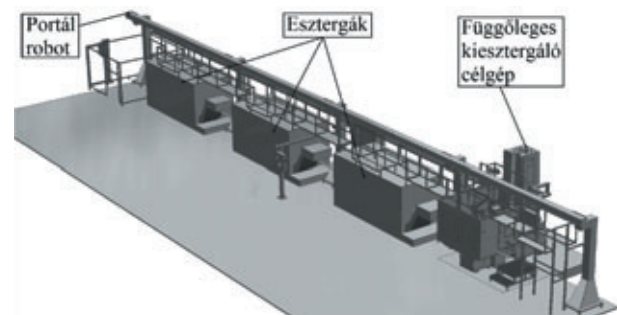
** egyetemi docens, BME Gyártástudomány és -technológia Tanszék

*** főkonstruktor, Excel-Csepel Szerszámgépgyártó Kft.

delljének létrehozása Plant Simulation szoftver segítségével [1], annak vizsgálata, kiértékelése, majd további elrendezési variációk létrehozása és elemzése különböző szempontok alapján. Első lépésben bemutatásra kerül a vizsgált gyártórendszer és a gyártási folyamat, majd a szimulációs modellek. Ezek után pedig az eredmények ismertetésére és a következtetések levonására kerül sor.

2. A VIZSGÁLT GYÁRTÓRENDSZER ÉS GYÁRTÁSI FOLYAMAT FELMÉRÉSE

Részletes adatgyűjtés történt a forgácsoló gyártórendszerrel (1. ábra), a gyártandó termékről, a termelési adatokról, a jelenlegi elrendezésről, a gépekről és berendezésekről, valamint a gyártási folyamatról.



1. ábra. A vizsgált forgácsoló gyártórendszer jelenlegi elrendezése.

A gyártórendszer oroszországi megrendelésre készül, ahol nagyméretű csöveket fognak gyártani rajta atomerőműi alkalmazás részére. A gyártósor éves termelési követelménye 70 000 db. A gyártási folyamat esztergán két felfogásban történő esztergálásból és függőleges főorsójú célgépen egy felfogásban történő kiesztergálásból áll. A munkadarab szállítást és az esztergálások közti átfordítást portál robot végzi.

3. A SZIMULÁCIÓS VIZSGÁLAT

A szimuláció egy rendszer leképezése dinamikus folyamataival együtt egy olyan modellben, amellyel kísérletezni lehet. Célja olyan eredmények szerzése, amelyek a valóságban felhasználhatók [2].

A szimulációs vizsgálat célja a következő volt:

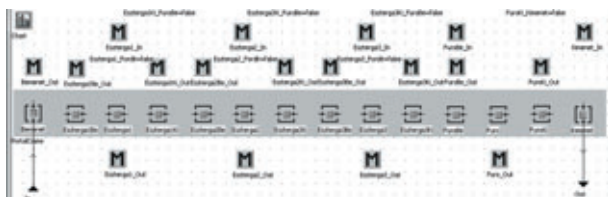
- A be és kimeneti tárolók vizsgálata, azok szükségességének és számának meghatározása.
- A rendszerben használt berendezések számának csökkentése, vagy növelése.
- Vezérlési stratégiától függően a rendszer viselkedésének vizsgálata.

Vizsgálati szempontok a következők voltak:

- Gyártható éves darabszám.
- Egyes gyártóberendezések kihasználtsága.
- Munkadarab hordozók száma.
- Be- és kimeneti tárolók száma és mérete.
- Becsült energiafogyasztás.
- A robot vízszintes sebességének hatása a vizsgált jellemzőkre.
- A gépek hozzáférhetőségének hatása a vizsgált jellemzőkre.

A létrehozott modellek:

- A gyártórendszer jelenlegi elrendezése (2. ábra): 3 db eszterga után 1 db függőleges kiesztergáló célgép; minden gépnek van egy munkadarab fogadására képes ki- és bemeneti tárolója; 1 db 1 manipulátoros portál robot; a fenti elemekből bemutatott gyártósorból kettő van párhuzamosan.



2. ábra. A jelenlegi elrendezés szimulációs modellje.

- Az első kísérleti elrendezésben (3. ábra) növeltük a ki- és bemeneti tárolók számát kettőre.



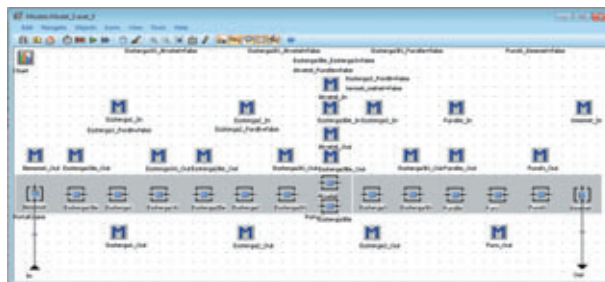
3. ábra. Az első kísérleti elrendezés.

- A második kísérleti elrendezésben (4. ábra) nem voltak tárolók a rendszerben.



4. ábra. A második kísérleti elrendezés.

- A harmadik kísérleti elrendezésben (5. ábra) a gépeknek volt egy ki- és bemeneti tárolója, továbbá két manipulátoros robotot használtunk.



5. ábra. A harmadik kísérleti elrendezés.

- A negyedik kísérleti elrendezésben csökkentettük az esztergák számát eggyel, így a rendszer összesen 5 db esztergából, 2 db függőleges kiesztergáló célgépből áll, továbbá minden gépnek van egy ki- és bemeneti tárolója, és az egy sorban elhelyezett gépeket 1 db 2 manipulátoros robot szolgálja ki.
- Az ötödik kísérleti elrendezésben kombináltuk az első és a harmadik elrendezést úgy, hogy a gépeknek két ki- és bemeneti tárolói vannak, továbbá két manipulátoros robottal rendelkezik a két sor.
- A jelenlegi elrendezést további vizsgálatoknak vetettük alá: kísérlet sorozatokkal változtattuk a robot vízszintes sebességét, majd az egyes gépek hozzáférhetőségi idejét.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

A gépeken a műveleti idők csökkentésével egyértelmű javulást érhetünk el, hiszen a függőleges kiesztergáló célgépek és a robot egyik esetben sincsenek teljes mértékben kihasználva, azaz elbírnák a megnövekedett anyagáramot.

Az éves gyártott darabszám tekintetében:

- Ha növeljük a ki- és bemeneti tárolók számát, akkor 2%-os az éves darabszám növekedés.
- Ha a manipulátorok számát növeljük, akkor a tervezetthez képest 2,5%-os az éves gyártási darabszám növekedés.
- Ha csökkentjük az esztergák számát, akkor nem tartható az éves termelési követelmény.

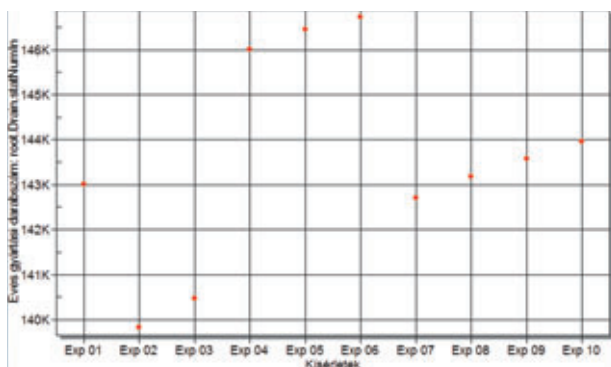
Energiafelhasználás tekintetében: A becsült energiafogyasztás a portál robot áthelyezési utasításainak száma és a gépek kihasználtsága alapján lett meghatározva. Az átrakásokhoz szükséges gyorsítások és lassítások száma arányos a várható energiafelhasználással, vagyis azonos gyártandó darab esetén minél több az átrakás, várhatóan annál nagyobb lesz a portál robot energiafogyasztása.

- Ha növeljük a ki- és bemeneti tárolók számát, akkor kb. 150 órával hamarabb fejeződik be a gyártás és csak kismértékű a többlet energiafogyasztás, tehát ez egy ésszerű módosítás lehet.

- Ha a manipulátorok számát növeljük, akkor ugyan 179 órával fejeződik be hamarabb a gyártás, viszont jóval több lesz az energiafogyasztása a rendszernek, mint a két pufferes esetben, mindemellett ez egy drágább megoldás a két manipulátor miatt, tehát e tekintetében ez a megoldás nem javasolt.
- Ha nem lennének a rendszerben tárolók, akkor ugyan megnövekedne a gyártási idő kb. 250 órával, viszont a robot általi áthelyezések száma a jelenlegi egy tárolós elrendezéshez képest nagyjából a felére csökken, ami mellett a gépek is kevesebbet fogyasztanak az alacsonyabb kihasználtság révén, tehát energiafelhasználás szempontjából ez egy kedvező megoldás lehetne.

Egyéb szempontok alapján:

- Ha a darabszám tekintetében a két legjobb eredményt biztosító megoldást keresztjezzük egymással, azaz dupla tárolós és dupla manipulátoros a modell, akkor sem kapunk jobb megoldást, tehát ez a kombináció nem javasolt.
- Általános javaslatként érdemes vizsgálni a robot beállított sebességének hatását a végeredményre, ugyanis is lehet egy olyan optimális sebességtartomány, ami mellett kedvezőbb eredményeket kaphatunk a vizsgált elrendezés esetében. A következő ábrán (6. ábra) példaként látható egy ilyen optimális sebesség tartomány, ahol a vízszintes tengelyen a kísérletek, azaz a vizsgált robotsebesség értékek, függőlegesen pedig a gyártott darabszám látható.



6. ábra. Példa optimális sebesség tartományra.

Megállapítható, hogy ennél az elrendezésnél (ami a rendszer jelenlegi elrendezése), az Exp04-05-06 kísérletekben beállított sebességek esetén maximális a gyártott darabszám.

- A gépek hozzáférhetőségét érdemes maximalizálni, ugyanis ha csak a hosszabb megmunkálási idejű terméket gyártaná a sor, akkor a jelenlegi elrendezés esetében nem lehetne biztosítani az éves termelési követelményt.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az éves gyártási darabszám tekintetében a szimulációs eredmények alapján két változat jobb eredményt mutatott, mint az eredeti kialakítás. Majd egy másik aspektusból, az energiafogyasztás szempontjából vizsgálva a modelleket a végkövetkeztetés tovább finomodott. Az is megfigyelhető, hogy adott elrendezés és programozási struktúra esetén van egy olyan robot sebesség tartomány, ami mellett az éves gyártott darabszám és a gépek kihasználtsága optimális, tehát érdemes ilyesféle vizsgálatokat is elvégezni. Az eredmények alapján javaslatként történt az ajánlott módosításokra, fejlesztési és megvalósítási lehetőségekre. Fontos megjegyezni, hogy ez a gyártósor már egy majdnem kész rendszer, tehát valamilyen szempontok alapján már megtervezték, éppen ezért a feladatunk ennek a továbbfejlesztése, optimalítása volt, azaz próbáltunk egy jobb alternatívát javasolni.

SUMMARY

The simulation results showed that there are two variants where the annual production volume is better than that of the original design. The analysis of the power consumption consolidated this conclusion as well. The experiments showed that at a given layout and programming structure there is a speed range of the robot where the annual production volume and the utilization of machines are optimal. Therefore, it is worth performing such kind of simulation studies. Based on the results some design and implementation ideas have been proposed. It is important to note that the examined production system was almost ready before the simulation study, so the system had been designed and optimised according to some criteria. Therefore, the aim of this study was to improve and optimise the system and try to propose a better alternative.

IRODALOM

- [1] Siemens Tecnomatix Plant Simulation 9.0
- [2] S.BANGSOW: *Manufacturing Simulation with Plant Simulation and Simtalk*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, 19. oldal