A termelés és a logisztika optimálása szimulációval

A háztartási készülékek iránti kereslet állandóan növekszik, és ez az iparág vállalatait piaci helyzetük megtartása érdekében arra készteti, hogy gyártmányaik teljesítményét, minőségét, árát a piaci igényeknek megfelelően alakítsák. A Vorwerk Elektrowerke takarítóberendezések gyártásával foglalkozik. A vállalatot konzervatív termékstratégia jellemzi és csak kis kockázatú termékváltoztatásokat hajt végre. A szervezeti felépítés merev, a termelési struktúra gyenge hatékonyságú, a gyártási folyamat „mély" volt. A szervezet eljárások szerint tagozódott, pl. központi műanyag fröccsöntő műhely volt, amely minden gyáregységet ellátott műanyag elemekkel. Ennek hátrányos következménye a nagy alkatrészkészletek és sok belső anyagmozgatási ráfordítás volt.

Új szervezeti forma bevezetése

Ebben a helyzetben határozták el a vállalat radikális átszervezését, a termékstruktúra átalakítását, innovatív termékek bevezetését. A szervezeti felépítést autonóm termelő egységek létesítésével átszervezték. A wuppertali telephelyen porszívók gyártására szakosított gyárat kialakítottak ki, amely a következő egységekből áll:

- motorműhely, amely a porszívókba beépítendő villamos motorokat gyártja;
- kiegészítő elemeket gyártó üzem, amely a porszívóhoz illeszthető elemeket (pl. szőnyegkefét) és az alkatrészeket készíti;
- egy porszívógyárat, a végterméket előállító szerelő üzemet.

Ezzel a wuppertali telep porszívók teljes körű előállítására specializált gyárrá vált, integrálva a végtermék előállításához szükséges minden folyamatot és alkatrészgyártást, lehetővé téve a nagyfokú automatizálást és a logisztikai funkciók összekapcsolását.

A kis műanyag alkatrészek előállítását a kiegészítő készülékeket gyártó üzembe telepítették. A nagy alkatrészek gyártását közvetlenül a szerelési folyamattal integrálták. A fröccsöntő gépekből egy robot emeli ki az elemeket és ráhelyezi egy szállítószalagra, amely még melegen a megfelelő szerelő munkahelyre viszi azokat.

A drága alkatrészgyártó gépek három műszakban működnek, míg a szerelőszalag csak kettőben. A harmadik műszakban gyártott elemeket ezért tárolni kell. A logisztikai folyamatok nagy részét automatizálták és az új magasraktár a kiegészítő elemek készletezési igényeinek teljes mértékben megfelel.

A szerelésben bizonyos rugalmasságot azzal értek el, hogy a szerelési folyamatot négy előszerelési és egy végszerelési rendszerre osztották fel.

- Az 1. előszerelés a motort és hajtóművet állítja össze. A napi teljesítmény 2800 egység. A folyamat utolsó állomása a motorok átvétele a végszerelő szalag számára.
- A 2. előszerelés az alaplemezt készíti el. Ez a részleg négy-négy munkahelyből álló két munkacsoportot foglal magába. A kész részegységek egy puffertárolóba jutnak, ahonnan a végszerelő szalag megfelelő munkatársa veszi át azokat.
- A „alagút" részegységet a 3. előszerelés készíti kézi munkával. Ebben a részlegben nyolc munkatárs dolgozik.
- A 4. előszerelő egység többfunkciós gépekkel a keféket készíti el, amelyeket kötegekben kézben visznek a végszerelő szalag megfelelő helyére.

A végszerelő rendszerben vegyesen vannak kézi és automatizált munkahelyek. Az összeszerelési folyamat az alaplemeznek a szerelőszalagra helyezésével kezdődik. Ehhez kapcsolják hozzá az előszerelt részegységeket (a motort és hajtóművet) és az „alagutat". A 100%-os minőségellenőrzést teljes egészében a végszereléssel vonták össze. Részegységek közbenső tárolására ilyen szinkronizált rendszerben nincs szükség. A végszerelés és az előszerelő egységek közötti puffertárolás a folyamat mindössze 30 perces megszakítását engedi meg.

Az automatizált szerelőállomások mellett manuális pótmunkahelyeket is létesítettek. Ha az automatikában hiba lép fel, a munkadarabot a pótmunkahelyre irányítják, ahol kézzel végzik el a szükséges műveleteket, amíg az automatika hibáját el nem hárítják.

A kiegészítő elemek gyártási rendszerének tervezése és kialakítása bonyolult feladat volt. A termékeket és a termelési folyamatokat az „egyidejű tervezés" (simultaneous engineering) módszerével lehetett létrehozni. Hatékonynak bizonyult ebben a munkában az interdiszciplináris team és a szigorú projektmenedzsment működése.

A szerelési rendszer szimulációja

A rendszerterv ellenőrzésére és a rendszer optimálására szimulációt alkalmaztak, amely a következő lépésekből állt:

- a folyamat leírása és adatainak rögzítése;
- a folyamat modellezése, a modell ellenőrzése;

- szimuláció megtervezése és végrehajtása;
- az eredmények értékelése;
- a szimuláció eredményei alapján javaslatok a modell módosítására;
- szimuláció a módosított modellel.

Az utolsó négy lépést többször megismétlik mindaddig, amíg a rendszer kielégítő működését el nem érik.

A szimuláció eredményei nagy mértékben függenek a folyamat leírásának pontosságától és az adatok helyességétől A szimulációt számítógépen szimulátorprogram segítségével végzik. Ilyen programok nagy választékban kaphatók, többek között olyanok is, amelyek személyi számítógépen Windows alatt futtathatók. A modell és az adatok módosításával kell törekedni jobb rendszerműködés elérésére.

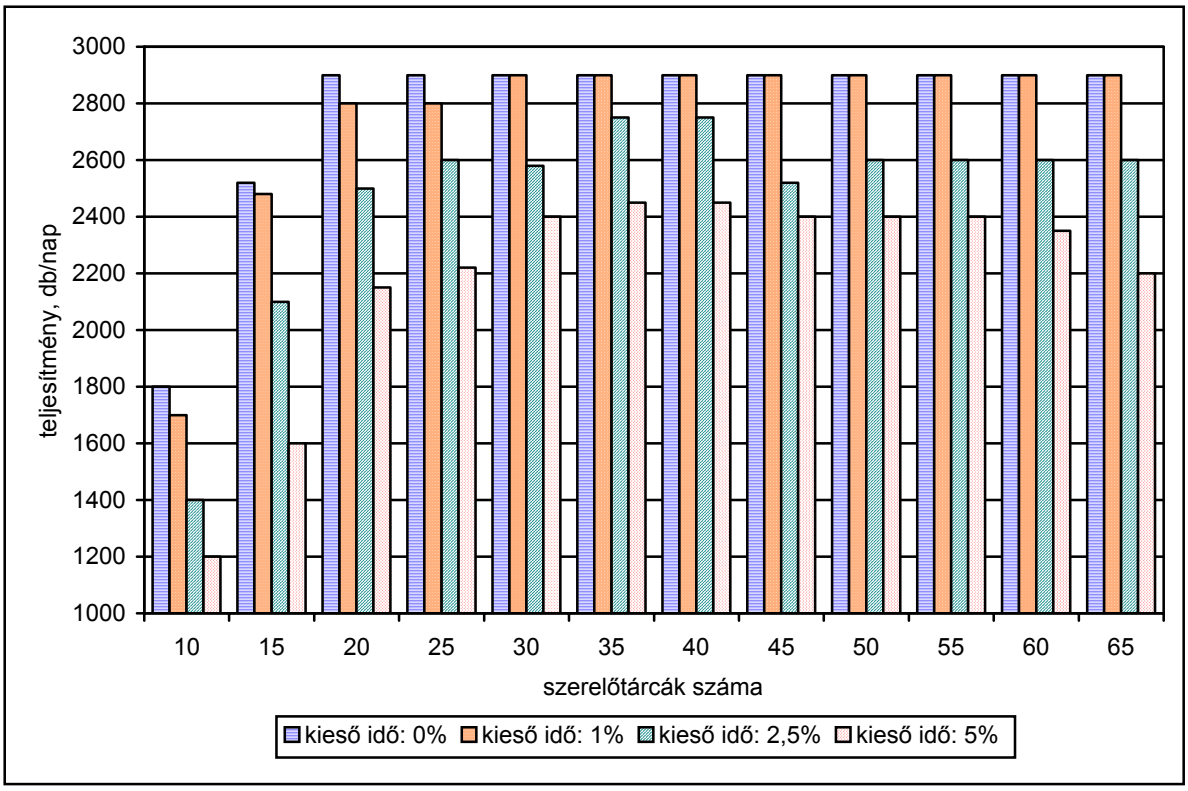
Az adott esetben a Dosimis-3 szimulációs programot használták, amelylyel a gyártási és logisztikai folyamatelemeket lehet összehangolni. A program egyes elemei között megtalálhatók gépi és manuális elemek, szállítási, közbenső tárolási és elosztási elemek is. A szimulációs modellt a program sokféle építőeleméből viszonylag gyorsan össze lehet állítani. A folyamatot helyi irányítással lehet szabályozni, de komplex folyamatok esetében döntési táblázatok segítenek a szimuláció programozásában.

A folyamat szimulációjával a következő kérdésekre keresik a választ:

- A szerelési részfolyamatok biztosítják-e a szükséges teljesítményt?
- Esteleges üzemzavarok hogyan hatnak a komplex rendszer működésére?
- Hány munkadarabtálcát kell a szerelőszalag körforgalmához biztosítani?
- Mennyi idő alatt kell a hibákat kijavítani, hogy a teljesítmény ne csökkenjen a megadott mértéknél jobban?

A szimuláció eredményét a munkadarab-szerelőtálca darabszámának megtervezésének példáján lehet bemutatni. Az első lépésben automatikus munkaállomások meghibásodását nem feltételezték. Megállapították, hogy ilyen körülmények között 20 szerelőtálcával a kívánt 2800 db/nap teljesítmény elérhető. Ezután automatikus állomásonként a hiba miatti állásidőt 1%-ban, 2,5%-ban, ill. 5%-ban feltételezték a leállások időtartama és a leállások közötti idő normális valószínűségi eloszlása mellett.

A szimulációs modell azt mutatta, hogy 1%-os és 2,5%-os hibaidő mellett a rendszerben esetenként, 5%-os hibaidő mellett minden esetben a rendszer teljesítménye csökken. A 0% kieső időnek nincs realitása, hiszen ez azt jelentené, hogy minden automatikus szerelőállomás mellett egy karbantartónak készen kellene állnia a hiba elhárítására, így 20 szerelőtálca esetében jelentős teljesítménycsökkenésre kell számítani. 45 szerelőtálca azonban optimálisnak látszik, mivel így csak a legrosszabb esetben kell teljesítménycsökkenésre számítani *(1. ábra).*



1. ábra A végszerelő szalag teljesítménye
a szerelőtárcák számának függvényében az automatikus szerelőállomások
különböző arányú kieső ideje esetében

A továbbiakban azt a helyzetet modellezték, amikor az automatikus szerelőállomások mellett – meghibásodás esetére – kézi munkahely is készenlétben áll. A szerelési egységállományába tartozik egy „beugró” kétkezi munkás és egy karbantartó. A hiba fellépése után a beugró és a karbantartó helyszínre érkezésének idejét 15 másodpercben, majd fokozatosan nagyobb időre vették fel. A szimuláció azt mutatta, hogy 1% kieső idő esetében nagyobb problémák nem adódnak, de 2,5% kieső idő feltételezése esetében a beugrónak és a karbantartónak 30 másodpercen belül a helyszínre kell érkeznie és a karbantartónak a hibát 120 másodperc alatt el kell hárítania ahhoz, hogy lényeges teljesítménycsökkenés ne álljon elő.

A szimulált szerelési folyamat lineáris volt, így a szerelőtálcák irányításával kapcsolatban csak akkor adódtak problémák, amikor a szerelési egységeket több vonal között megosztva vitték a tesztelő állomásra. A mennyiségi megosztást a vonalak egyenlő terhelését szem előtt tartva végezték, míg a vonalak egyesítésénél a „first-in, first-out” (FiFo) elvet követték.

A végszereléshez hasonlóan modellezték a motor- és hajtóműszerelő üzem működését. Megállapították, hogy szerelőállomásonként 1% kieső idő mellett 70–80 szerelőtálca elegendő, 2,5% kieső idő mellett 100–110 szerelő-

tálcára van szükség a tervezett teljesítmény eléréséhez. 5% kieső idő mellett a tervezett mintegy 4900 darabos teljesítmény semmiképpen nem érhető el.

Tapasztalatok

A szimulációval elemezni és értékelni lehetett a tervváltozatokat. A szimuláció lehetőséget adott bizonyos kérdések megválaszolására, pl. mennyi időn belül kell hiba esetében a karbantartónak a helyszínre érkeznie. Más módszerekkel ilyen bonyolult rendszerek teljesítménye a hibák miatt kieső termelési idő, a hibák fellépése közötti idő és egyidejűség egyáltalán nem volna meghatározható.

Hogy a szimuláció megbízható eredményeket adjon, nagyszámú próbát kell végezni, ami időbe és pénzbe kerül. Hogy a vizsgálatokat milyen mélységig célszerű végezni, azt gazdaságossági számítással esetenként kell eldönteni.

(Dr. Garai Tamás)

Burkhardt, M.; Essmann, V.: Simulation von Produktion und Logistik unterstützt Strukturoptimierung. = Maschinenmarkt, 13. sz. 2001. márc. 26. p. 28–34.

EGYÉB IRODALOM

Banaszak, Z. A.; Tang, X. Q.: Logistics models in flexible manufacturing (Logisztikai modellek a rugalmas gyártásban.) = Computers in Industry, 43. k. 3. sz. 2000. dec. p. 237–248.

Bertrand, J. W. M.; Sridharan, V.: A study of simple rules for subcontracting in make-to-order manufacturing (Tanulmány az alvállalkozások alapszabályairól a megrendelésre gyártásban.) = European Journal of Operational Research, 128. k. 3. sz. 2001. febr. p. 509–531.

Camarinha-Matos, L. M.: Execution system for distributed business processes in a virtual enterprise (Végrehajtási rendszer elosztott gazdasági folyamatokhoz egy virtuális vállalatnál.) = Future Generation Computer Systems, 17. k. 8. sz. 2001. jún. p. 1009–1021.

Frederix, F.: An extended enterprise planning methodology for the discrete manufacturing industry (Egy bővített vállalattervezési módszer a szétválasztott gyártásban.) = European Journal of Operational Research, 129. k. 2. sz. 2001. márc. p. 317–325.

Hameri, A.-P.; Lehtonen, J.-M.: Production and supply management strategies in Nordic paper mills (Termelés és ellátási lánc irányítás a skandináv papírmalmokban.) = Scandinavian Journal of Management, 17. k. 3. sz. 2001. szept. p. 379–396.

Jayaraman, V.; Pirkul, H.: Planning and coodination of production and distribution facilities for multiple commodities (A gyártás és az elosztás lehetőségeink tervezése és irányítása összetett árucikkekre.) = European Journal of Operational Research, 133. k. 2. sz. 2001. jan. p. 394–408.

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

OMIKK

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem **Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár** Műszaki Információ sorozatában jelenik meg a

HULLADÉKOK ÉS MÁSODNYERSANYAGOK HASZNOSÍTÁSA

című kiadvány.

A vezető külföldi szaklapokból válogatott cikkek tömörített fordításai az alábbi témakörökkel foglalkoznak:

1. A hulladékhasznosítás, általános kérdések

2. Vas- és acélhulladékok

3. Nemvasfémek, nemes- és ritkafémek hulladékai

4. Papírhulladékok

5. Műanyag- és gumihulladékok

6. Egyéb hulladékok

7. Környezetre ártalmas hulladékok és melléktermékek

8. Hulladékok energetikai és biológiai hasznosítása

A folyóirat havonta jelenik meg, éves előfizetési díja 2002-ben:
nyomtatott –18 000,– Ft + ÁFA
CD – 16 200,– Ft + ÁFA
nyomtatott + CD – 26 000,– Ft + ÁFA

Bővebb információ, megrendelés:
BME–OMIKK
Műszaki–Gazdasági Kiadványok Osztálya
1011 Budapest, Gyorskocsi u. 5-7.
Tel.: 457-5322 Tel./Fax: 457-5323 E-mail: mgksz@omk.omikk.hu

MEGRENDELÉS

Megrendeljük az OMIKK kiadásában megjelenő Műszaki Információ **Hulladékok és másodnyersanyagok hasznosítása** című kiadványt. Megrendelt pld. szám: .....

Megrendelő neve: ..... Tel./Fax:.....

Címe: .....

A megrendelő pénzforgalmi jelzőszáma: .....

A megrendelés száma: ..... Ügyintézője: .....

Kelt: .....

(cégszerű aláírás, bélyegző)

Szállítási feltételek: legkésőbb a tárgyhót követő hó vége