

## Korszerűsítés a műanyag-feldolgozó üzemben

*Tárgyszavak: tervezés; célok kitűzése; együttműködés; automatizálás; robotok; anyagellátó rendszer; tekercskezelés; szerszámhűtés; villamos hajtású fröccsöntő gép.*

*A mai kiélezett versenyhelyzetben egy vállalkozás csak akkor maradhat meg a piacon, ha lépést tart a technikai fejlődéssel, és vezetői időről időre megvizsgálják, hogy mit kell tenni a vállalat korszerűsítése érdekében. Ehhez már nem elég a tulajdonos vagy a vállalat menedzsmentjének elhatározása, a sikeres döntéshez és kivitelezéshez szakértő(ke)t kell igénybe venni. Fokozottan érvényes ez abban az esetben, ha a vállalkozás – történetében először – automatizálni akarja termelését vagy annak egy részét. A közös gondolkodás és a tennivalók széles körű megvitatása akkor is eredményeket hoz, ha csak egy hibát kell elhárítani, vagy ha egy korszerű új feldolgozógép beszerzése a cél.*

### Alapfeltételek

*Új technológiák telepítésekor az adott vállalat egészére kiterjedő beruházás és a járulékos költségeket fedező anyagi forrásokkal való ésszerű gazdálkodás egyaránt fontos szerepet játszik. Új tervek beindításakor a pénzügyi javak hatékony befektetésének kulcsa az objektív helyzetfelismerés és részletes kép kialakítása a megvalósítandó célokról. A fejlesztés kivitelezéséhez mindenképp tervezés szükséges, amelynek fázisait elsősorban a fejlesztés tárgya és a ráfordítás mértéke határozza meg. Előnyös lehet külső szakértőkkel együttműködni, így a kezdeti nehézségeken hamarabb túljutva kiderül, hogy miképp lehet a legtöbbet kihozni a befektetésből.*

Az automatizálás térhódítása vitathatatlan, hiszen alkalmazásával javulnak az eredményességi mutatók: növekszik a versenyképesség, csökkennek a bérköltségek, jobb minőségű termékek állíthatók elő. Mindezek mellett számos alapvető kérdés is fölmerül. Hogy található meg egy feldolgozó az általa folytatott tevékenységen belül azt a területet, amelyet automatizálással fejleszteni tud? Milyen paramétereknek kell megfelelnie az adott gépsornak? És egyáltalán milyen korlátokat kell figyelembe venni?

## A célok meghatározása

*Egy cégnek mindenekelőtt fel kell vázolnia a gépesítésre vonatkozó elképzeléseit. Minthogy utasítások vagy megfelelő képzettség nélkül nem lehet senkit egy gyártósor mellé állítani, úgy értelmetlen minden cél nélkül automatizálásra költeni. A gépesítés tipikus esetei közismertek. Az egyik legfontosabb ok, amiért robotokat, kiegészítő berendezéseket alkalmaznak, hogy ezáltal csökkenjen az emberi erőforrások iránti igény, egyenletesebbek legyenek a feldolgozás körülményei és nem utolsó sorban kisebb legyen a kész darabok sérülésének veszélye és a selejtarány. A kívánalmak megvalósításában segítséget nyújthat a gépgyártó, de harmadik fél bevonása is hasznos lehet. Ezek után már csak azt kell világosan látni, hogy mi az, amit pontosan el szeretnének érni, és milyen szinten akarják azt megvalósítani.*

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a vásárlók jelentős része a kisebb cégek közül kerül ki, amelyek első alkalommal szándékoznak robotokat igénybe venni. A gépek kiválasztásában többnyire a gyártók szakértelmére támaszkodnak, esetenként harmadik fél bevonásával történik a rendszerelemzés. Az automatizálás folyamatának vizsgálata fontos, mert ennek függvényében tudják kiválasztani a termelési profilba legjobban illeszkedő eszközöket, továbbá jó közelítéssel becsülhetik meg az emberi erőforrás szükségletét. Ezek után a feldolgozónak el kell dönteni, hogy mely feladatok ellátását szeretné gépi úton megoldani, majd ennek alapján ki lehet számítani a beruházás megtérülési idejét. Szakértők szerint *az automatizálásra szánt összegek átlagban egy-két éven belül térülnek meg.*

## Robotok beállítása

A műanyagiparon belül *a robotokat gyakran egyszerű megfogásra és helyváltoztatásra használják*, amiből látható, hogy jelentős fejlesztési lehetőségek vannak az ágazatban. Ezért érthető, hogy *a gépgyártók többsége a teljes feldolgozási folyamatra kiterjedő szemléletmód mellett érvel*, ahol az automatizálás a granulálástól a késztermék kiszállításáig bezárólag bárhol megvalósítható. Egyes robotok kialakításukból adódóan az alaptevékenységek mellett több funkciót képesek ellátni, azonban olyan összetett feladatok megoldására, mint a csomagolás, a hűtés vagy alkatrészek összeszerelése, szervorobotokra van szükség.

A robotokat alapvetően két csoportba sorolják. A kis szabadsági fokkal rendelkező robotok mozgása korlátozott, a szűkös bővítési lehetőségek miatt viszonylag egyszerű tevékenységek elvégzésére alkalmasak. A robotok következő kategóriájába tartoznak a precíz mozgásra képes, programozható, flexibilis robotok. Csomagolás, összeszerelés, hegesztés, illetve osztályozás elvégzésén kívül a felmerülő igényektől függően számos más feladat ellátására alkalmasak. A műanyagok feldolgozásának jellegéből adódóan sokszor van

szükség változtatásra, ezért a robotok kiválasztásakor gazdaságossági szempontból érdemes megfontolni a standard, jobb kompatibilitással rendelkező típusok megvételét.

A robotok működés módjuk (és áruk) alapján lehetnek

- minden irányban pneumatikusan működtetett,
- függőlegesen és vízszintesen irányban pneumatikusan, átlós irányban szervomotorral működtetett,
- valamennyi irányban szervomotorral működtetett robotok.

*A robotok ára a típustól és az alkalmazási területtől függően nagyon eltérő, néhány ezertől több százezer USD-ig terjedhet, amely tartalmazza magát a berendezést, valamint az oktatás és a beszerelés költségeit.* Míg az egyszerű jelzőberendezés automatizálása viszonylag olcsón megoldható, és néhány hónap alatt az ára is megtérül, addig egy teljes automatarendszer kiépítése, amely egyszerre több munkahelyet kiszolgál, elérheti a 250 E USD-t.

A **Natech Plastics** cég kilenc fröccsöntő gépet működtet, amelyek közül nyolc automatizált. A jelenlegi robotokat 1998-ban vásárolták, de az elhasználódás jelei már észlelhetők, kevésbé pontosak és dinamikusak, ezért jelentős karbantartást igényelnek. A cég 2003 szeptemberében egészítette ki gépparkját egy 110 tonnás elektromos meghajtású Toshiba fröccsgéppel, ezzel az ebben a tartományban meglévő hiányt pótolta. Több gépen kétkarú robotok emelik ki a terméket a szerszámból, a főkar a fröccsdarabokat, a mellékar a csatornamaradékot távolítja el. A robotot a gyártóval közösen választották ki.

## **Automatikus anyagellátó rendszer**

A vállalkozások szinte kivétel nélkül fontosnak tartják a versenyképesség megőrzését, illetve annak javítását. Kevés azonban az olyan feldolgozó, aki belátja az alapanyag kezelésének jelentőségét a termelési láncban. *Egy jól kiépített központosított anyagellátó rendszerrel nagymértékben javítható a feldolgozás hatékonysága, nő az alapanyag-megtakarítás, kisebb az energiafogyasztás és csökken a helyszükséglet.* Könnyebben megoldható a gépek folyamatos működése, ezáltal javul a termelékenység. Mindezek ellenére az anyagkezelés fázisait egyelőre nem veszik komolyan, a granulátum gépbe juttatásánál kevesen gondolkodnak tovább.

Egy új anyagellátó rendszer kiépítésekor az első és legnyilvánvalóbb lépés a rendelkezésre álló eszközök, illetve lehetőségek felmérése és a hosszú távú kívánalmak megfogalmazása. Már a kezdetekkor meg kell határozni, hogy csupán egy „A” pontból „B” pontba akarják az anyagot automatikusan szállítani, vagy egy átfogó anyagellátó rendszert akarnak kialakítani.

Szabályozni kell a cég termelési jellemzőit, ami kiterjed a gépek üzemi sebességére és a felhasznált anyagmennyiségre, de ugyanilyen fontos a műanyagok adott helyen való tartózkodási és szállítási idejének meghatározása. Egy rendszer tervezésekor figyelembe kell venni, hogy nagymértékben változ-

hat a gyártóegység térbeli elhelyezkedése, ezért fokozatos kivitelezést érdemes választani.

Egy 15 fröccsöntő géppel dolgozó üzem központosított anyagellátó rendszerének a kiépítése 2–3 héten belül megoldható, ebben a struktúrában a gépek holtideje 15 percnél kevesebb. Azok számára, akik bizalmatlanok a hasonló beruházásokkal szemben, biztató lehet néhány adat. Ha egy héten 20 alkalommal kell anyagot cserélni, minden egyes alkalommal ki kell üríteni, ki kell tisztítani és után kell tölteni a garatot. Ezután az anyagot újra kell szárítani, ami összesen legalább 4 órát vesz igénybe. Mindezt továbbgondolva látható, hogy hetente 80 óra holtidővel lehet számolni olyan gépek esetén, amelyek termelési értéke hozzávetőleg 75 USD/h, vagyis hetente több mint 6000 USD (~1,5 M Ft).

## Automatikus tekercskezelés a fóliagyártó üzemben

*A fúvott és öntött fóliák gyártói régóta kísérleteznek teljesen automatizált tekercskezelő rendszerek alkalmazásával, de ezek mindeddig nem terjedtek el szélesebb körben. Ennek fő oka, hogy egy hasonló rendszer telepítése nagy anyagi befektetéssel jár, emellett nehezen állapítható meg a megtérülés ideje. Legnagyobb mennyiségben félautomata típusokra van igény, amelyek többnyire kielégítik a feldolgozók elvárásait, és továbbra is jellemző, hogy az anyagmozgatást hagyományos módon, raklapokon, áruszállító kocsikkal oldják meg. Mindezek ellenére figyelemre méltó, hogy a növekvő minőségi követelmények hatására egyre több fejlesztés valósul meg, hiszen nyilvánvaló, hogy egy automatikus rendszer megbízhatóbb és kedvezőbb a hagyományos megoldásnál. Kézi rakodásnál sokkal nagyobb a veszélye annak, hogy a feltekercselt fóliák szélei megsérülnek, ezért a megrendelő által előírt méret már nem teljesíthető.*

Egy automatikus rendszer általában tartalmaz egy központi tengelyt, tehermentesítő orsót, továbbító mechanizmust, tekercselőt, ellenőrző berendezést és egy ún. fejelő készüléket, amely az éleket kartonpapír védelemmel látja el. Az ilyen sor egy a tekercsek tömegét mérő, jelenleg még kipróbálás alatt álló egységgel fog bővülni.

A **Kiefel Extrusion** cég közvetlen emberi beavatkozást nem igénylő rendszert épített, amely a kisebb költségvetésű feldolgozók számára is hozzáférhető, mivel ára jóval kedvezőbb, mint egy teljes automatizált rendszer.

Az elmúlt öt évben jelentős előrehaladás történt és a jól ismert fóliagyártók, mint a **Trioplast Industries** (Smalandsstenar, Svédország), az **Orbita-Film** (Weibandt-Golzau, Németország), a **Manuli** (Schkopau, Németország), a **BPI** (Greenock, Skócia) gépi módon oldják meg a tekercsek helyválttatását, aminek köszönhetően kevesebb kétékezi munkaerőre van szükség.

A fél-, illetve teljesen automata működésű kezelőrendszerek alkalmazása egyaránt növekszik. Olyan teljesen automatikus kivitel ára, amely 800 mm átmérőjű tekercsek teljes körű mozgatását elvégzi, 180 E EUR-nál kezdődik és

elérheti a 300 E EUR-t, ezért ezek a típusok főleg a nagy műanyag-feldolgozó cégek körében népszerűek.

A magas átlagjövedelemmel rendelkező országok automatizálási költségei rövidebb idő alatt térülnek meg. Egy olyan országban, mint Svédország, ahol egy gépkezelő átlagjövedelme kb. 50 E EUR/év (~12 M Ft/év), *a feldolgozók azzal számolhatnak, hogy a beruházás 2–3 éven belül megtérül*, a többletjövdelemből pedig a dolgozók továbbképzését lehet biztosítani.

A nagyméretű – közel négy méter széles – fóliákat gyártó cégek, 12–14 E t/év műanyag feldolgozásával vezető helyen állnak az automata tekercskezelő rendszerek alkalmazásában. Gyakorlatilag 600 m/min kapacitással rendelkező gyártósorral, illetve ez felett az automatizálás az egyetlen lehetőség, mivel a tekercs méretüknél fogva kézi erővel nem mozgathatók. A fejlett ipari térségekben mégsem a termelékenység a meghatározó tényező, a szigorú munkavédelmi előírások következtében gyakran a gépesítés az egyetlen lehetséges megoldás. Annak, hogy sok cég mégsem tud élni az automatizálás előnyeivel, prózai oka van: nem áll rendelkezésére a szükséges helytöbblet, amely gyártósoronként megközelíti az 50 m<sup>2</sup>-t.

## **Optimális szerszámhűtéssel jelentős megtakarítás érhető el**

*A szerszámhűtés fontos szerepet játszik a feldolgozási folyamatban és hatással van a gyártott termék minőségére, emellett a gazdaságos üzemmód egyik alapeleme, a feldolgozók gyakran mégis ezen akarnak „spórolni”. Helyes kialakításával azért is érdemes foglalkozni, mert minden hűtőrendszer hatásfoka javítható kategóriától függetlenül. A hűtésből eredő hibák legtöbbször elkerülhetők a szerszám belsejében végzett hőmérsékletméréssel.*

Legtöbbször minden szükséges eszköz rendelkezésre áll, csak nem a megfelelő módon működtetik őket, és sok esetben a legegyszerűbb hibaelhárítást sem végzik el. Ide sorolható egy egyszerű dugulás, amely a hűtőközeg elégtelen áramlását is előidézhetheti. Meglepő, de igaz: nem mindenki számára nyilvánvaló, hogy a hűtési idő pénz. Példaként egy cég a következő esettanulmányokat adta közzé:

- Műszaki műanyagtermékek 2,5 M db/év megrendelésekor a végfelhasználó 5% árkedvezményre tartott igényt. A gyártónál elvégzett költségelemzés kimutatta hogy további árengedményre nincs lehetőség, azonban az üzlet túl fontos hogy elveszítsék. Van-e kiút?

A jelenlegi gyártási feltételek között a ciklusidő 25 s. A hőtani számítások és a hűtőcsatorna megtervezését követően megállapították, hogy a szükséges hűtési idő mindössze 12 s. A számított értéknek megfelelő hűtési intenzitás eléréséhez a szerszámot át kell alakítani, ennek költsége 25 E EUR. Az átalakított szerszámmal a potenciális megtakarítás 18%, ami évente 70 E EUR-nak

felel meg. Ezek alapján a cég elvégezte a szükséges változtatást, és megadta a megrendelőnek a kért kedvezményt.

- Nagyméretű darabok gyártásához 400 ezerről 520 ezer db/évre kellett növelni a kapacitást annak ellenére, hogy a meglévő gépek és szerszámok a jelenlegi darabszám mellett is maximális teljesítménnyel üzemeltek. Egy következő gyártósor telepítése – 27 kN záróerejű gép, tartozékok és szerszám – hozzávetőleg 1,8 M EUR volna. Ezt a kiadást azonban nem fedezné a megnövelt darabszám legyártásából származó bevétel. Vissza kell-e utasítani a megrendelést?

A szerszám hőviszonyainak megállapításánál kiderült, hogy 35%-os ciklusidő-csökkenés érhető el kizárólag azáltal, hogy javítanak a hőszabályozó rendszer teljesítményén. Ennek költsége durván 80 E EUR, ami elhanyagolható az 1,8 M EUR-hoz képest.

- Egy 20 gépet üzemeltető, műszaki műanyag alkatrészeket gyártó egység dolgozói észlelték, hogy gond van a hűtővíz minőségével. Kiderült, hogy a csőrendszerbe mészkövek rakódtak le. Ez negatívan befolyásolta a szerszám hőátadását, aminek következtében megnőtt a ciklusidő és minőségbeli problémák is előfordultak.

A rendszer tisztítása után megállapították, hogy a lerakódás 60%-kal növelte a ciklusidőt, és a selejt is négyszer annyi volt, mint korábban. A hűtés hatékonyságának csökkenése egy éves időszakra számítva több mint 50 E EUR veszteséget okozott.

## **Elektromos és hibrid hajtású fröccsöntő gépek**

A korszerű műanyag-feldolgozó gépek közé tartoznak a *csak villamos energiával vagy a villamos energiával és olajjal működtetett (hibrid) fröccsöntő gépek*. Az érdeklődő ezekről is tájékozódhatott a harmadik alkalommal *Osakában (Japán) megrendezett Platex kiállításon*, amelyen számos Japán gépgyártó képviseltette magát, és bemutatta legújabb fejlesztésű teljesen elektromos hajtású és hibrid fröccsgépeit. *A kiállított modelleken demonstrálták a szerszámzáró egységek legújabb változatait, a fröccsgépeket érintő újdonságok mellett főszerepet kaptak a szabályozás modern eszközei is.*

A **Nissei Plastics Industrial** cég az *Elject NEX* gépcsalád tagjaként állította ki az elektromos fröccsgépeket érintő fejlesztéseit. Ezek között vannak kisméretű berendezések, új szerszámvédelmi megoldások és egy önkenő erőátviteli rendszer.

A gépcsalád 16,5 tonnás *NEX 150* modelljét precíziós mikrofröccsöntött termékek gyártására szánják, amelyben a beállítható fröccsadag 0,1–5 g, és elsősorban PPS, valamint PA alkatrészek gyártására ajánlják. A modell kétféle hajtórendszerrel rendelhető meg. A *NEX 150* fröccsöntő gépet infravörös szerszámkontrollal kombinált ultraérzékeny szerszámvédelemmel szerelték fel. A Nissei cég a nagyon pontos szabályozást igénylő mikrofröccsöntésnél

jelentősen csökkentette a szenzorok érzékelési idejét, ugyanakkor bővítette a tárolható paraméterek mennyiségét, ennek köszönhetően 300 program tárolására nyílt lehetőség.

Nagyobb teljesítményű gépekben a Nissei zárt olajkeringtető rendszert alkalmaz, amely biztosítja a fröccsdugattyú mozgását végző orsó megfelelő kenését, ennek következtében nő az erőátviteli mechanizmus élettartama, rövid ciklusidejű gyártásnál precíz mozgatás valósítható meg. A golyós orsó áttervezésével annak élettartama 2,5-szeresével nőtt. A kenéshez szükséges olajmennyiséget, csőrendszeren keresztül egy olajpumpa juttatja az orsó felső részére, ahonnan a felület kenését követően a felesleges mennyiség gyűjtőedénybe kerül. Innen az olaj a visszafolyó ágon, szűrőn keresztül a tartályba jut. A módszer állítólag jobb hatásfokkal működik, mint a hagyományos eljárások. Zsírok használatánál fennáll a megszilárdulás veszélye, így a kenés nem lesz egyenletes, károsodhatnak a súrlódó mechanikus részek, és szennyezés is gyakran előfordul.

Rövid ciklusidejű precíziós darabok fröccsöntéséhez egyenletesebb záróerőt és kisebb deformációra hajlamos szerszámzáró mechanizmust mutattak be, ahol a mozgó elemeket nagyobb szilárdságra és kopásállóságra méretezték.

A **Toyo Machinery & Metal Co.** cég a legújabb generációs, teljesen elektromos hajtású gépekkel mutatkozott be a kiállításon. Az *SI-III* típus 11 különböző méretben a 33–750 tonnás tartományban áll rendelkezésre, a gépsor várhatóan bővülni fog egy 850 tonnás fröccsgéppel. A gépcsalád PLCS 11 szervohálózattal van ellátva, vékony falú termékek gyártására egyaránt van lehetőség. A fröccsdugattyú gyorsulása nulláról a maximális értékre 32 milliszekundum, a lassítás 27 milliszekundumot vesz igénybe. A továbbfejlesztett hőmérséklet-szabályozó egység 20–50%-kal pontosabb beállítást tesz lehetővé, a csiga mentén megengedett hőmérséklet-gradiens  $\pm 2$  °C. SRC II technológiát alkalmazva egyenletesebb ömledéksűrűséget értek el azáltal, hogy az adagolást követően még a fröccsöntési fázis előtt a csigadugattyú tömöríti a megömlött műanyagot.

A hibrid modellek területéről a **Meiki Co.** cég a *Nadem* elektromos/hidraulikus szerszámzáró egységgel működő változatait népszerűsítette.

**Huszár Zoltán**

Mapleston, P.; Colvin, B.; stb.: Technology integration. = Modern Plastics International (online), 2004. júl. 1. [www.modplas.com](http://www.modplas.com)

Knights, M.: All-electric & hybrid presses hum at Osaka plastics show. = Plastics Technology, 50. k. 60.sz. 2004. p. 31–32.