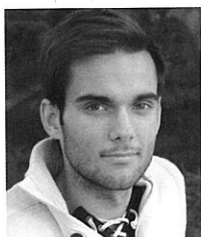


A statisztikai folyamat-szabályozás bevezetése



Katona Attila Imre

A statisztikai folyamatszabályozás széles körben elterjedt eszközei az ellenőrző kártyák (control charts), melyek a legtöbb esetben nem számolnak a várható pénzügyi kockázattal, továbbá alkalmazhatóságuk korlátozódik a normalitás hiányában. Ez esetben az alkalmazott ellenőrző kártya nem alkalmas arra, hogy a fellépő kockázatokat kellő biztonsággal kezelhessük.

Munkám során irodalomkutatást végzek, melynek keretén belül megvizsgálom a témával foglalkozó szakirodalmat, hogy meghatározzam a vizsgált ellenőrző kártyák azon szegmensét, melyben hiányosságok fedezhetőek fel, ezzel együtt új kutatási irányvonalat definiálva. Ez után bemutatom az általam továbbfejlesztett kártyaillesztési módszert, amely újításként tartalmazza a beavatkozási határok számításakor a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek időbeni megváltozásának figyelembe vételét is. Ezen kívül olyan változást javaslok a vizsgált vállalat nyomon követési rendszerében, melynek segítségével nem csak a statisztikai folyamatszabályozás alkalmazhatósága növelhető, de költségcsökkentő hatással is számolhatunk. Végül bemutatom a javasolt módszerek alkalmazásával elérhető eredményeket a Liss Patrongyártó, Töltő és Forgalmazó Kft. által működtetett gázpatron töltési folyamatra vonatkozóan.

A folyamat ismertetése:

A vizsgált technológiai lépés célja, hogy az acéllemezből kialakított patronhüvelybe 8 grammnyi gázt töltsünk. E folyamatot több töltőgép is végzi. Vizsgálataimat egy nyolc töltőfejjel rendelkező berendezésre végeztem. A töltés után a termék egy kódszámot kap, ami hiányosnak mond-

ható, mert nem tartalmaz utalást arra vonatkozóan, hogy a patron melyik töltő gép, illetve töltőfej töltötte. Céлом a folyamat szabályozásának megvalósítása a statisztikai folyamatszabályozás segítségével, valamint a nyomon követési rendszer hibájának kiküszöbölése. A következőkben ezekre a problémákra keresek megoldást. Először azonban vizsgáljuk meg az ellenőrző kártyák kutatási területeinek helyzetét!

Az irodalomkutatás eredménye

A fentiekben említett irodalomkutatás eredményét az 1. táblázat szemlélteti.

A táblázat összeállításakor, azt vizsgáltam, hogy az egyes ellenőrző kártyák tervezésekor mely területekkel foglalkoztak mélyrehatóbban. A napjainkban alkalmazott ellenőrző kártyák szinte mind megbízhatóság alapúak. A táblázat alapján is látható, hogy egyes területek még hiányosak. Célszerű lehet olyan kártya fejlesztése, amely képes kezelni a többváltozós eseteket, emellett alkalmazható normálistól eltérő eloszlás és változó mintaelemszám, illetve mintavételi időköz esetén. Kockázatalapú ellenőrző kártyáról csak az átlag kártya esetében beszélhetünk. Véleményem szerint a jövőben érdemes lehet ezekkel a területekkel mélyrehatóbban foglalkozni, illetve fejleszteni őket.

	Ellenőrző kártyák			
	Megbízhatóság alapú		Kockázatalapú	
	Állandó kártyaparaméterek	Változó kártyaparaméterek	Állandó kártyaparaméterek	Változó kártyaparaméterek
Normalitás teljesül	X-bar, S, R, CUSUM, EWMA, MA	CUSUM, X-bar, S EWMA, MA, T2	X	—
Normalitás nem teljesül	X-bar, R, CUSUM, EWMA, MA	X-bar, CUSUM, EWMA, MA	—	—

1. táblázat
Az alkalmazott ellenőrző kártyák kutatási területeinek helyzete

A kártyaillesztési módszer bemutatása

Munkám során olyan kártyaillesztési módszert dolgoztam ki, amely az eddigiektől eltérően tartalmaz két fontos lépést. Ezek a mérési bizonytalanság, illetve a termék paraméterek időbeni megváltozásának figyelembe vétele. A következőkben vizsgáljuk meg e tényezők fontosságát részletesebben is!

A mérési bizonytalanság

A gyakorlatban nem mindig valósul meg az egyes mérések állandósága egy adott termékre vonatkoztatva, mert a mérésre számos tényező van hatással. Ezért azt mondhatjuk, hogy az általunk mért érték a ténylegesen mért értéknek és a mérési hibának az összege, mely képlettel az alábbi módon fejezhető ki:

$$y_i(t) = x_i(t) + m_i(t)$$

Ahol $x_i(t)$ a vizsgált jellemző t időpontban mért értéke a termék gyártásának i -edik fázisában, $m_i(t)$ a t időponthoz tartozó mérési hiba, $y_i(t)$ pedig az általunk t időpontban mért érték. A Pannon Egyetem munkatársai a mérési pontokat mérési intervallumokkal helyettesítették, így az adott intervallum hosszát úgy kapták meg, hogy a mérőműszer szórását szorozták egy k konstanssal, melynek értéke szimulációs módszerek segítségével meghatározható. Így, a következő relációk állíthatók fel a beavatkozási határookra vonatkozóan:

Megfelelő termék esetén:

$$[y(t) - k_{LSL} \cdot u] > LSL \text{ és } [y(t) + k_{USL} \cdot u] < USL \quad k_{LSL}, k_{USL} \in R$$

Nemmegfelelő termék esetén:

$$[y(t) - k_{LSL} \cdot u] \leq LSL \text{ vagy } [y(t) + k_{USL} \cdot u] \geq USL \quad k_{LSL}, k_{USL} \in R$$

A mérési bizonytalanság figyelembe vétele fontos szerepet játszik a megfeleléség értékelésekor. A kártyaillesztési modell ezért is került kibővítésre e tényező figyelembe vételével. A következőkben lássuk, hogy milyen hatással jár a termékparaméterek időbeni megváltozása a megfeleléség értékelésénél (Kosztyán, Csizmadia, Hegedűs, 2008).

A termékparaméter változás figyelembe vétele

Sok esetben számolnunk kell azzal, hogy a vizsgált terméken az előállítástól a felhasználásig eltelt időtartam alatt olyan változások mennek végbe, melyek befolyásolják a termék felhasználhatóságát. A gyógyszeriparban használt hajtógázzal működő fecskendők esetében például

nagyon fontos tényező a gázpatron töltetmérete, hiszen nem mindegy, hogy milyen nyomáson fecskendezi be a szerkezet az adott anyagot a szervezetbe. Ha a raktározást, kiszállítást is figyelembe véve hosszabb időtartam telik el a tényleges felhasználásig, akkor a szivárgás hatására a gáz töltetmérete már nem fog megegyezni azzal a mennyiséggel, melyet az előállítás után mérhetünk. Így a kártyatervezéskor célszerű figyelembe vennünk a termékparaméterek időbeni megváltozását is figyelembe vennünk, és adott esetben a kártyaszabályokat ennek megfelelően szigorítanunk.

Ismertetve e két fontos tényezőt, melyek kulcsszerepet játszanak a kártyaillesztési módszer tovább fejlesztésében, bemutatom a folyamat menetét.

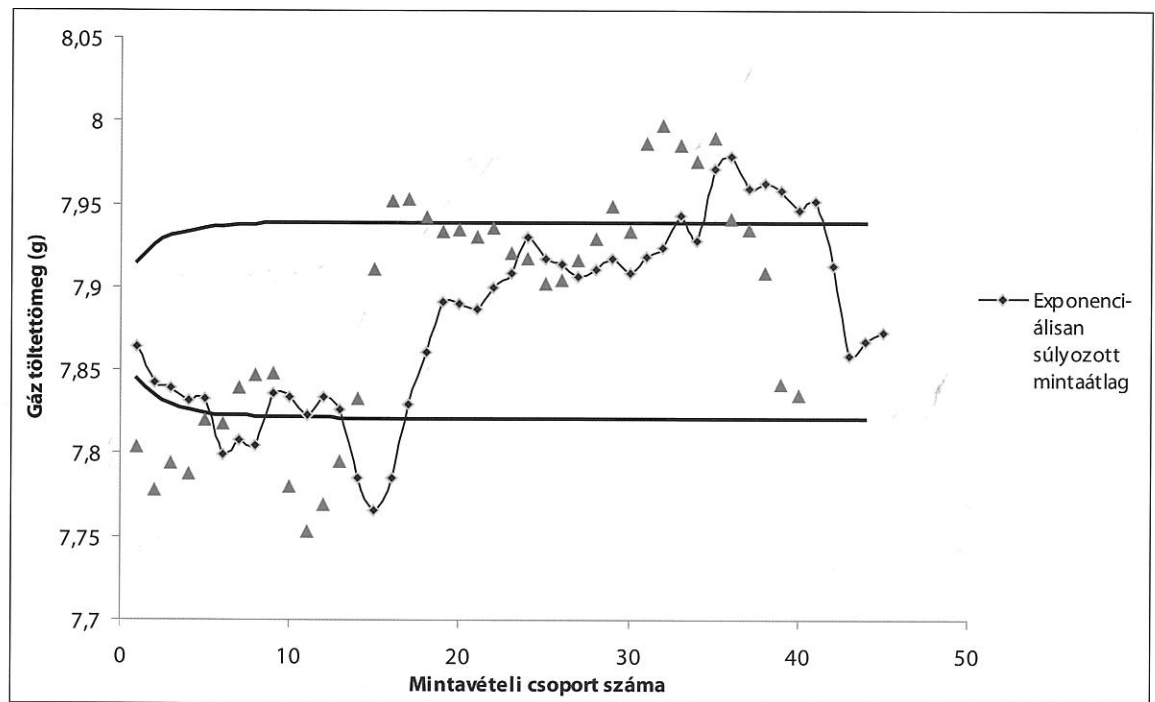
A kártyaillesztési folyamat menete

A szabályozni kívánt folyamatra az alábbi lépéseken keresztül juthatunk el a kockázatalapon működő ellenőrző kártya illesztéséhez:

1. A technológiai folyamat és az ellenőrzés tulajdonságainak összegyűjtése
2. mérési vagy minősítési ellenőrző kártyák közötti döntés
3. bemenő paraméterek és korlátozó tényezők meghatározása az egyes kártyák esetében
4. az eddigi információk figyelembe vételével a feltételeknek eleget tevő kártya (kártyák) kiválasztása
5. az állandó és változó paraméterek kiválasztása
6. a döntéshez társítható költség-, bevétel, és fedezeti értékek meghatározása
7. a beavatkozási határok módosítása a termékparaméter-változás figyelembe vételével
8. beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság figyelembe vételével.

A fentiekben bemutatott módszer alapján generált ellenőrző kártya akkor alkalmazható kellő hatékonysággal, ha a nyomon követési rendszer is kellően fejlett. Ha az azonosító kódszámot újabb karakterekkel látjuk el, melyek utalnak a töltő berendezésre és annak töltőfajára, a fellépő hiba gyorsabban, és hatékonyabban kiküszöbölhető. Ehhez azonban szükséges, hogy a patronokat töltőfajenként külön tároljuk. Ezért az eredmények bemutatásánál nem csak a statisztikai folyamatszabályozás alkalmazásából származó megtakarítást ismertetem, hanem a nyomon követési rendszer fejlesztésére vonatkozó javaslatom hatásait is.

1. ábra
A folyamatra
tervezett
exponenciálisan
súlyozott
mozgóátlag
kártya



Eredmények

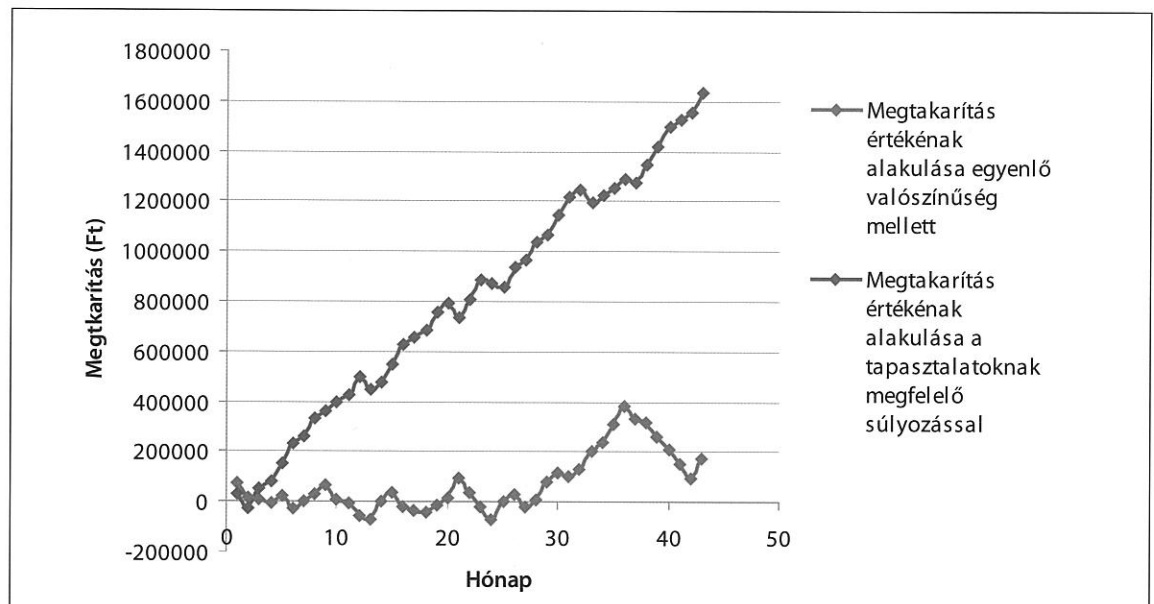
A kártyaillesztés eredményeképpen kapott ellenőrző kártyát az 1. ábra szemlélteti.

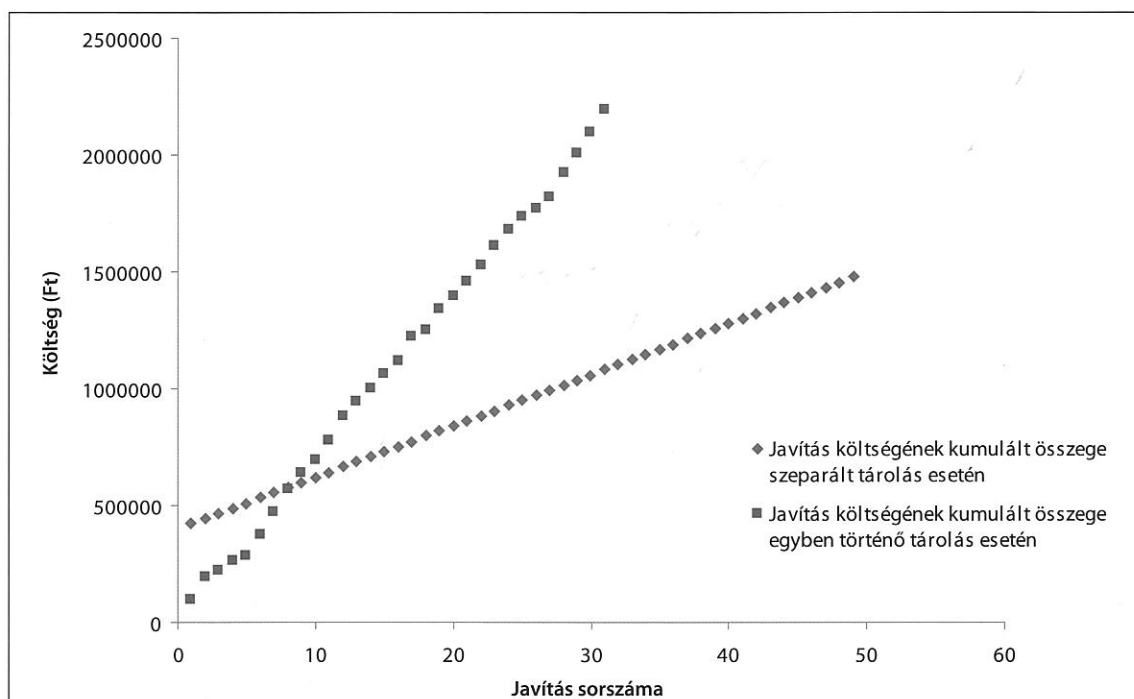
Az eredmények kalkulációnál azt vizsgáltam, hogy milyen megtakarításokkal élhetünk abban az esetben, ha alkalmazzuk a statisztikai folyamatszabályozást, illetve az általam javasolt módszert. A szimulációk során kétféle megközelítéssel is éltem. Egyik esetben feltételezzük, hogy a vizsgált időperiódusban a hibás termékek egyenletes eloszlásban jelennek meg, míg második esetben a megjelenés megközelítőleg egy időpontra koncentrálódik. Erre azért van szükség, mert a megfigyelések alapján mindkét

eset előfordul, viszont a megtakarítás mértéke nem ugyanaz a két esetben, mivel a folyamat szabályozása során a második esetben egy beavatkozással több hibát is kiküszöbölhetünk. Így az alábbi ábra szemlélteti a módszer alkalmazásából eredő megtakarítás alakulását.

A 2. ábrán az SPC alkalmazásából származó megtakarítás alakulását láthatjuk. A kék pontok jelölik azokat a megtakarítás értékeket, amelyeket a két feltételezett hiba eloszlás egyenlő valószínűségű megjelenése mellett kapnánk, a piros pontok pedig az értékek alakulását a tapasztalatoknak megfelelő gyakoriság szimulálásával mutatják. A módszer azonban akkor alkalmazható megfelelő hatékonysággal, ha a nyomon követési rendszer is kellőképpen fejlett.

2. ábra
Az SPC
alkalmazásából
eredő megtaka-
rítás alakulása





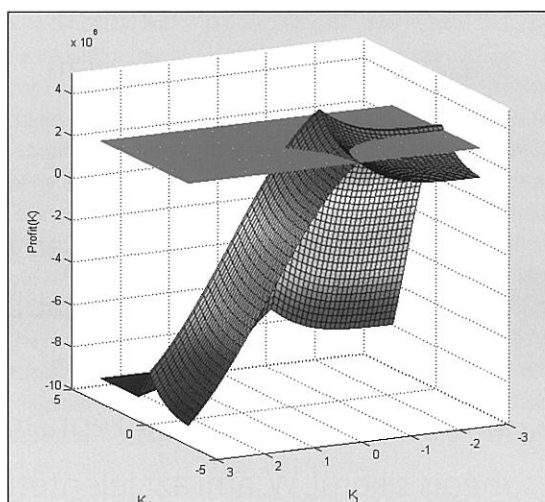
3. ábra
A javítás költségeinek alakulása szeparált, illetve egyben történő tárolás esetén

A beruházás a patronok szeparált tárolására már a 7. átvizsgálás és javítás után megtérül, ahogy azt a szimuláció eredménye mutatja. A megtakarítás abból származik, hogy a hiba gyorsabban fellelhető, így kisebb a termelés kiesés, valamint a javítás költsége is csökkenek.

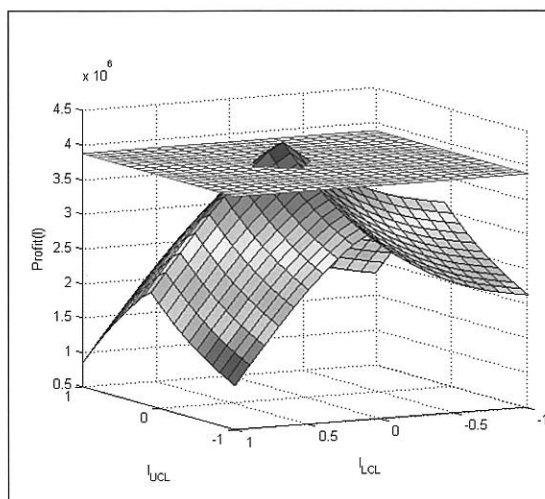
Konklúzió

Az eddig bemutatott a szimulációk csak negyvenötszöri mintavételt szimuláltak. MATLAB program segítségével hosszú távú szimulációkat készítettem, hogy bemutassam a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméter változás figyelembe vételének fedezet növelő hatását. Az alábbi ábrák szemléltetik az elért eredményeket.

Mindkét módszer esetében a vízszintes sík jelöli az alkalmazás nélkül elérhető összfedezeti értéket, az alatta, illetve optimális esetben felette elhelyezkedő sík pedig a beavatkozási határok kalkulációjakor k , illetve l paraméterek optimális megválasztásával elérhető értéket jelöli. A szimulációt úgy végeztem el, hogy a mintavételek számát 100000-re állítottam, továbbá a mért értékek eloszlástípusának Weibull eloszlást választottam. Így beláthatjuk, hogy az alkalmazott módszerek akkor is hatékonyak, ha a normalitás feltétele nem teljesül. ■



4. ábra
A mérési bizonytalanság figyelembe vételének hatása az összes vizsgált mintából számított fedezeti értékre vonatkozóan



5. ábra
A termékparaméter változás figyelembe vételének hatása az összes vizsgált mintából számított fedezeti értékre vonatkozóan

Katona Attila Imre diplomamunkáját a Pannon Egyetemen írta. Az MLBKT 2012 Diplomamunka pályázatán BSc kategóriában 2. helyezést ért el. Témavezetője Dr. Kosztyán Zsolt Tibor egyetemi docens.