

OTDK-DOLGOZAT

Katona Attila Imre

BA

2013

**A BEAVATKOZÁSI HATÁROK MÓDOSÍTÁSA A MÉRÉSI
BIZONYTALANSÁG, VALAMINT A
TERMÉKPARAMÉTEREK MEGVÁLTOZÁSÁNAK
FIGYELEMBE VÉTELÉVEL A STATISZTIKAI
FOLYAMATSZABÁLYOZÁSBAN**

**MODIFICATION OF THE CONTROL LINES CONSIDERING THE
MEASUREMENT UNCEERTAINTY AND THE PRODUCT
CHARACTERISTIC CHANGE IN STATISTIC PROCESS CONTROL**

Katona Attila Imre

Kézirat lezárva: 2012. március 16.

TARTALOM

BEVEZETÉS.....	1
1 A TÉMÁVAL KAPCSOLATOS HAZAI ÉS IDEGEN NYELVŰ SZAKIRODALOM FELDOLGOZÁSA	3
1.1 A minőség és megfeleléség kapcsolata.....	3
1.1.1 A megfeleléség	3
1.1.2 A minőség	3
1.2 A minőségköltségek.....	4
1.2.1 A minőségköltségek strukturálása:	5
1.2.2 A költségek alakulása:	6
1.3 A statisztikai folyamatszabályozás	7
1.3.1 Stabilitás és képesség.....	7
1.3.2 A statisztikai folyamatszabályozás	8
1.4 Az ellenőrző kártyák	10
1.4.1 A méréses és minősítéses kártyák összevetése:	11
1.4.2 A méréses ellenőrzőkártyák alkalmazásának esetei:	11
1.4.3 A minősítéses ellenőrzőkártyák alkalmazásának esetei:	11
1.4.5 Az alkalmazhatóságot befolyásoló tényezők.....	13
1.4.6 Az ellenőrző kártyák használata az egyes alkalmazhatósági feltételek figyelembe vételével	15
1.5 A mérési bizonytalanság	17
1.5.2 Miért fontos a mérési bizonytalanság figyelembevétele?.....	18
1.5.3 A mérési bizonytalanság kezelése	19
1.5.5 Mérés bizonytalanság kezelése mintavétel esetén.....	20
2 A KÁRTYAILLESZTÉS MÓDSZERE A MÉRÉSI BIZONYTALANSÁG FIGYELEMBE VÉTELÉVEL.....	21
2.1 A kártyaillesztés lépései.....	21
3 A TERMÉKPARAMÉTER MEGVÁLTOZÁSÁNAK FIGYELEMBE VÉTELE	23
3.1 Miért fontos a termékparaméter-változás figyelembe vétele?	23
3.2 A beavatkozási határok módosítása a termékparaméter-változás figyelembevételével	25

3.2.1	A szabályozni kívánt jellemző kiválasztása, illetve több jellemző esetén ezek összegyűjtése.....	25
3.2.2	A szabályozni kívánt jellemző (jellemzők) értékére vonatkozó specifikációs, illetve beavatkozási határok meghatározása.....	26
3.2.3	Az adott jellemzőre vonatkoztatott előrejelzés készítése	26
3.2.4	Az előrejelzés és az előállítástól felhasználásig terjedő időtartam ismeretében a paraméter-változás várható értékének meghatározása	27
3.2.5	Az előrejelzés és az előállítástól felhasználásig terjedő időtartam ismeretében a paraméter-változás várható értékének meghatározása	27
3.2.6	A paraméterváltozás várható értékének ismeretében az alkalmazott ellenőrző kártya beavatkozási határainak módosítása.....	28
4	A MÓDSZER ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK BEMUTATÁSA	
	GYAKORLATI PÉLDÁN KERESZTÜL.....	30
4.1	A lehetséges döntésekhez társítható fedezeti értékek meghatározása	30
4.3	A mozgóátlag kártya (MA) esete	35
4.3.1	A szabályozni kívánt jellemző kiválasztása, illetve több jellemző esetén ezek összegyűjtése.....	35
4.3.2	A szabályozni kívánt jellemző (jellemzők) értékére vonatkozó specifikációs, illetve beavatkozási határok meghatározása.....	35
4.3.3	Az adott jellemzőre vonatkozóan előrejelzés készítése.....	37
4.3.4	Az előrejelzés és az előállítástól felhasználásig terjedő időtartam ismeretében a paraméter-változás várható értékének meghatározása	38
4.3.5	A paraméterváltozás várható értékének ismeretében az alkalmazott ellenőrző kártya beavatkozási határainak módosítása.....	38
4.4	Az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya (EWMA) esete:	40
5	A KIDOLGOZOTT MÓDSZER KÁRTYAILLESZTÉSI FOLYAMATBA	
	TÖRTÉNŐ INTEGRÁLÁSA.....	45
5.1	A kidolgozott kártyaillesztési folyamat lépéseinek kibővítése.....	45
5.2	A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság figyelembe vételével	48
6	KONKLÚZIÓ.....	55
	IRODALOMJEGYZÉK	59
	Magyar nyelvű szakirodalom.....	59
	Idegen nyelvű szakirodalom	60
	MELLÉKLETEK.....	63

ÁBRA- ÉS TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. ábra: A minőségköltségek alakulása	6
2. ábra: A mérés eredményét befolyásoló tényezők.....	17
3. ábra: A kártyaillesztési folyamat menete	22
4. ábra: Egy gázpatron egység együttes töltettségének csökkenése az idő függvényében	24
5. ábra: Egy gázpatron átlagos töltettség-csökkenése tíz hónapos időtartamra vonatkoztatva.....	26
6. ábra: Tetszőleges folyamatra tervezett Átlag-kártya.....	28
7. ábra: A vizsgált termékparaméter változása az idő függvényében	37
8. ábra: A tervezett Mozgóátlag-kártya beavatkozási határainak módosítása a termékparaméter-változás figyelembe vételével	39
9. ábra: Az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya beavatkozási határainak módosítása a termékparaméter-változás figyelembevételével.....	42
10. ábra: A termékparaméter-változás figyelembe vételének integrálása a kártyaillesztési folyamatba	47
11. ábra: A tervezett Mozgóátlag-kártya beavatkozási határainak módosítása a mérési bizonytalanság figyelembe vételével.....	50
12. ábra: Az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya beavatkozási határainak módosítása a mérési bizonytalanság figyelembevételével	52
13. ábra: A fedezet alakulása a I_{UCL} és I_{LCL} paraméterek függvényében, Mozgóátlag kártya alkalmazása során, 100000 elemű minta esetén, ha a mért értékek Weibull eloszlást követnek.....	58
1. táblázat: A statisztikai folyamatszabályozás alkalmazásának hatásai	9
2. táblázat: A méréses kártyák összefoglaló táblázata	12
3. táblázat: A minősítéses ellenőrző kártyák összefoglaló táblázata.....	12
4. táblázat: Az ellenőrző kártyák alkalmazhatósági feltételeinek vizsgálata	15
5. táblázat: A megfelelőség értékelésének esetei	18
6. táblázat: A gázpatron átlagos töltettség-csökkenése	38
7. táblázat: A termékparaméter-változás figyelembe vételével nyert eredmények a Mozgóátlag-, és Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártyára vonatkozóan	43

8. táblázat: A mérési bizonytalanság figyelembe vétele során nyert eredmények a Mozgóátlag-, és Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártyára vonatkozóan	53
9. táblázat: A gyakorlati példa vizsgálata során nyert összes eredmény összefoglaló táblázata	56

BEVEZETÉS

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, ha az eloszlás normálistól eltérő. Egy korábbi munkámban olyan ellenőrző kártya-illesztési folyamatot dolgoztam ki, amely újítsásként tartalmazza a mérési bizonytalanság figyelembe vételét, és a vizsgált folyamatra kockázatalapon működő ellenőrző kártyát (kártyákat) illeszt.

Előrejelzéseket sok esetben alkalmaznak a várható kereslet, vagy a raktári szükségletek meghatározására, viszont magára az előállított termék vizsgált jellemzőjére vonatkozóan e terület hiányosságokat vet fel.

A statisztikai folyamatszabályozás segítségével vizsgált termékparaméter (termékparaméterek) sok esetben nem mondható állandónak. Egyes termékek esetében a figyelemmel kísért termékparaméter megváltozik bizonyos idő elteltével. Ez főleg akkor bír nagy jelentőséggel, ha az értékesítési folyamat olyan jellegű, hogy a termék előállítása és a vevői átvétel között huzamosabb idő telik el. Ha ezt figyelmen kívül hagyjuk, és nem módosítjuk az ellenőrző kártya beavatkozási határait ennek megfelelően, akkor azon termékeket, melyek vizsgált paraméterének értéke a kritikus tartományba esik, megfelelőnek fogjuk nyilvánítani, pedig a paraméter-változás következtében a fogyasztó már könnyen a nemmegfelelő termékkel találhatja szemben magát.

Saját munkám során egy olyan módszert dolgozok ki a termékparaméter-változás figyelembe vételére vonatkozóan, amely újdonságként tartalmazza a vizsgált termékparaméterre készített előrejelzés elemzését és ennek segítségével a folyamat szabályozására használt ellenőrző kártya beavatkozási határait úgy módosítja, hogy az összes vett mintára számított fedezeti értéket maximalizálja.

Dolgozatom első részében bemutatom a témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalmat, majd ismertetem az általam már korábban kidolgozott kártyaillesztési módszer lépéseit. Ez után bemutatom a beavatkozási határok módosításának menetét a termékparaméter-változás figyelembe vételével. Végül a módszer alkalmazhatóságát mutatom be gyakorlati példán keresztül, majd e gyakorlati példán tovább haladva ismertetem az újonnan kidolgozott módszer kártyaillesztési folyamatba történő

integrálásának lehetőségét, illetve a mérési bizonytalanság figyelembe vételével tovább módosítom a beavatkozási határokat, tovább növelve ezzel az összes vett mintára számított fedezeti értéket. Munkám során a Mozgóátlag-, és Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártyára vonatkozóan végzem vizsgálataimat.

Mivel a kártyák tervezésekor a megfelelést vizsgáljuk, lényeges tisztázni mi is a különbség a minőség, illetve a megfelelés között. Ezért a következő fejezet ezzel a témával foglalkozik.

1 A TÉMÁVAL KAPCSOLATOS HAZAI ÉS IDEGEN NYELVŰ SZAKIRODALOM FELDOLGOZÁSA

Az első fejezetben ismertetem a témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalmat. A fejezetben bemutatom a minőség és megfelelés-fogalmak kapcsolatát, a minőségköltségek fajtáit és jelentőségét, továbbá statisztikai folyamatszabályozás módszerét és annak eszközeit: az ellenőrző kártyákat. A fejezet foglalkozik ezen kívül a döntés témakörével, valamint a mérési bizonytalanság fogalmával és figyelembevételének fontosságával.

Végül ismertetem irodalmi kutatómunkám eredményét, mely az ellenőrző kártyák alkalmazhatósági feltételeinek vizsgálatára irányuló munkákat figyelembe véve meghatározza a kártyák azon szegmensét, ahol még hiányosságok fedezhetők fel, ezzel további kutatási irányvonalat definiálva.

1.1 A MINŐSÉG ÉS MEGFELELŐSÉG KAPCSOLATA

A piaci versenyben a fogyasztói igényeknek való megfelelés, a minőség és az ezek eléréséhez szükséges tényezők biztosítása elengedhetetlen egy versenyképességre törekvő vállalat számára. Joggal állíthatjuk, hogy a minőség kulcsszerepet játszik a versenyképesség elérésében és megtartásában. De mit is értünk a megfelelés, illetve minőség fogalmak alatt?

1.1.1 A megfelelés

A megfelelésen azt értjük, hogy meghatározzuk a termék, rendszer, illetve folyamat bizonyos mérhető, megfigyelhető tulajdonságainak értékét, majd a tulajdonságértékre követelményeket írunk elő és megvizsgáljuk, hogy a termék vagy tevékenység kielégíti-e a követelményrendszer által előírt követelményeket. A megfelelés tehát egy megfigyelhető, objektív jellemző. Ezzel szemben a minőség már sokkal inkább egy szubjektív szempont.

1.1.2 A minőség

A minőség általános filozófiai értelmezése szerint adott dolog minősége a dolog azon tulajdonságainak összessége, melyek azzá teszik a dolgot ami.

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

Fogyasztói szemszögből a fogyasztási folyamat minőségét azok a funkciók határozzák meg, amelyek alkalmassá teszik a gyártmányt vagy szolgáltatást a fogyasztás során a fogyasztó által igényelt funkciók kielégítésére.

Termelői szemszögből az igénykielégítési folyamat minősége pedig attól függ, hogy a termelési folyamat és a termék a termelői érdekek szempontjából megfelelő-e. Vagyis a termelés folyamata az érdekeltek számára hasznos-e, gazdaságos-e?

A minőség és megfelelőség ugyanannak az objektumnak a két különféle szempontú értékelése. Míg a minőség szubjektív, általában nehezen mérhető és érték dimenziójú, addig a megfelelőség objektív, könnyen értékelhető és naturális dimenziójú fogalom. A két megközelítés közül az előbbi alapvető, az utóbbi pedig másodlagos jelentőséggel bír. Ahhoz, hogy egy vállalat a megfelelőség, illetve a minőség magas színvonalát érjen el, különböző célok definiálása, és feladatok ellátása szükséges. (Veress, 1999, pp.17-18, 40-42.)

A dolgozat fő témája olyan ellenőrző kártya létrehozása, amely segítségével nagy biztonsággal kezelhetőek a termelési folyamat során fellépő pénzügyi kockázatok is. Kockázati tényezőként a termelésben fontos szerepet játszanak a minőségköltségek is. Az alábbi alfejezetben a minőségköltségek struktúráját, alakulását mutatom be.

1.2 A MINŐSÉ GKÖLTSÉGEK

A minőségmenedzsment célja a lehető legmagasabb színvonalú termékminőség elérése, a lehető legalacsonyabb költségek mellett. A megfelelő termék-, és szolgáltatásminőség együtt jár a megfelelő termék-, és szolgáltatásköltségekkel.

Feigenbaum szerint: „A nem megfelelő minőség egyben nem megfelelő erőforrás felhasználást is jelent. Ez pedig maga után vonja az anyagpazarlást, a munkaerőpazarlást és a berendezésidő pazarlását is és következésképpen magasabb költségekhez vezet. Ezzel szemben a megfelelő minőség megfelelő erőforrás hasznosítást és így alacsonyabb költségeket jelent.” (Feigenbaum, 1991, pp. 118)

1.2.1 A minőségköltségek strukturálása:

Az egyik széles körben elfogadott megkülönböztetés a Feigenbaum által meghatározott PAF- modell. Eszerint a minőségköltségeket a következőképpen csoportosíthatjuk:

- 1) megelőzési költségek
- 2) minősítési költségek
- 3) hibaköltségek

A megelőzési költségek a hibák és a nemmegfelelőségek előfordulásának elkerülésére tett erőfeszítésekből származnak és tartalmazzák azokat a kiadásokat is, amelyek azon termékek előállításának a megelőzéséből fakadnak, amelyek nem teljesítik a minőségkövetelményeket.

A minősítési költségek magukba foglalják mindazon költségeket, amelyek a vállalat minőségszínvonalának megtartásához kapcsolódnak (ellenőrzés, vizsgálat, külső jóváhagyás, minőség-felülvizsgálat).

A hibaköltségek azok a költségek, melyek az egyes minőségi követelmények nem teljesülésekor keletkeznek. A modell megkülönböztet belső és külső hibaköltségeket. A belső hibaköltségek jelentik az üzemben belül jelentkező, nem kielégítő minőség költségeit. Nagyobb kárt okozhatnak azonban a külső hibaköltségek, melyek a vállalaton kívül észlelt nemmegfelelőség hibaköltségei. Ebben az esetben a vevők akár el is pártolhatnak, ami komoly károkat jelenthet a vállalat számára. (Parányi, 1999, 280-284.)

Meg kell említenünk azonban, hogy az egyes felmerülő költségek besorolása sok esetben nehéz feladatnak bizonyulhat, főleg a megelőzési költségek esetében, mert az egyes menedzsmenthez tartozó költségek nem minősülnek megelőzési költségnek.

Egy másik strukturálási mód (Process-Cost Modell) a minőségköltségeket két csoportra bontja, a megfelelés költségeire (cost of conformance: COC) és a nemmegfelelés költségeire (cost of non-conformance: CONC).

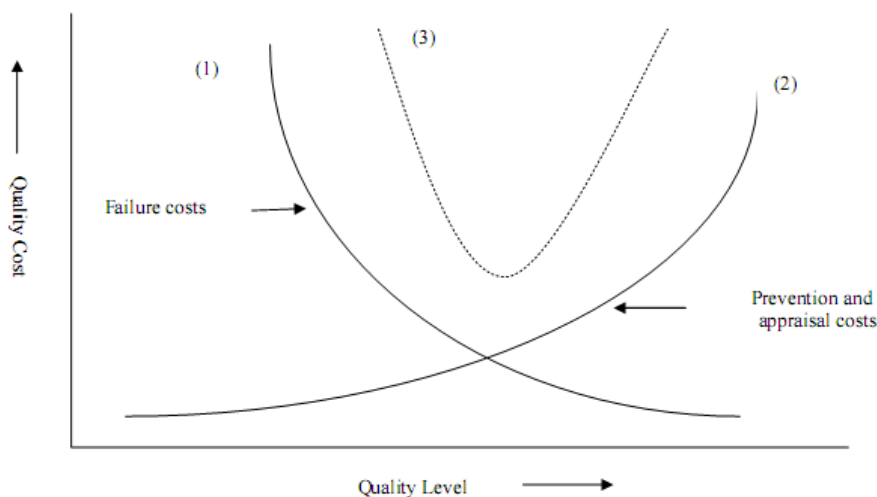
A megfelelés költségei alatt azokat a költségeket értjük, melyek azon folyamatok kapcsán merülnek fel, amelyek biztosítják, hogy az előállított termék eleget tegyen az előírt minőségi követelményeknek. A nemmegfelelés költségei pedig azokkal a hibákkal járó költségek, amelyek miatt a gyártási folyamat nem tud az előírásoknak

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

megfelelően működni. A teljes minőségköltséget e kettő komponens összege adja, vagyis $COQ = COC + CONC$. A gyakorlatban a vállalatok általában a hangsúlyt a nemmegfelelés költségeinek vizsgálatára helyezik.

1.2.2 A költségek alakulása:

Az alábbiakban vizsgáljuk meg, hogy hogyan alakulnak az egyes költségek bizonyos esetekben. Az 1. ábrán látható koordináta rendszerben a megelőzési-, a hiba-, és az összes minőségköltség változása került ábrázolásra, a minőségi színvonal alakulásának függvényében. (Dadi He, 2010)



1. ábra: A minőségköltségek alakulása

Forrás: (Dadi He, 2010)

Tegyük fel, hogy célul tűzzük ki egy adott termék, illetve gyártási folyamat minőségi szintjének növelését. Ez esetben a hibaköltség (egyes számú görbe) nyilván csökkenni fog, hiszen kevesebb selejtes termék fog keletkezni. ezzel szemben a megelőzésre és ellenőrzésre fordított kiadásaink növekedni fognak, melyet a kettes számú görbe reprezentál. Figyeljük meg, hogy a görbék nem lineárisan változnak. Ennek oka, hogy az ellenőrzésbe és megelőzésbe történő beruházás időben nem állandó, hanem csökkenő mértékben redukálja a hibaköltségeket. Így az összes minőségköltség egy bizonyos pontig csökken, majd ez után a pont után a további beruházások már nem fogják csökkenteni az eredő költséget. (Dadi He, 2010, pp.102-104)

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

Ezért döntéseinket is úgy kell meghoznunk, hogy a költségek alakulását is figyelembe vegyük. A döntéshozatal azonban sok más területre is kiterjed, és a sikeresség elérésekor kulcsszerepet játszik.

1.3 A STATISZTIKAI FOLYAMATSZABÁLYOZÁS

A kitűzött minőségcélokat csak olyan folyamatok során lehet elérni, melyek az elvárásoknak megfelelően működnek. Ezért a termelési folyamatokat nem elég létrehozni, de ellenőrizni és szabályozni is kell őket. A következő fejezet a folyamatszabályozás témakörével, azon belül részletesebben pedig a folyamat stabilitásával és képességével, statisztikai folyamatszabályozás módszerének bemutatásával, és a vele kapcsolatos tapasztalatokkal foglalkozik.

1.3.1 Stabilitás és képesség

Képzeljünk el egy gyártási folyamatot, például műanyag alkatrészek fröccsöntéssel történő előállítását. A folyamatból kikerülő termék-példányok nem tökéletesen egyformák. Ezen alkatrészek különböző jellemzőire (pl.: méret, felület, érdessége) számos tényező van hatással, ezért az ingadozás elkerülhetetlen.

A folyamat változásának okai két fő csoportba sorolhatók. Ezek az okok lehetnek rendszeresek (szisztematikusak), vagy véletlenszerűek. Az előző példát tekintve rendszeres ok lehet, ha a gép beállítása nem megfelelő, ezért az előállított alkatrészek paraméterei is megváltoznak a várt paraméterekhez képest. Véletlenszerű ok lehet, ha a hiba emberi figyelmetlenség miatt lép fel. A rendszeres hatásokra jellemző, hogy nehezen számszerűsíthetők, viszont könnyebben kiküszöbölhetők. Ezen okok a vizsgált sokaság heterogenitásából adódnak. Ezzel szemben a véletlenszerű hatások könnyebben számszerűsíthetők, viszont kiküszöbölésük nehezebb.

1.3.1.1 A folyamat stabilitása:

Egy folyamatot akkor nevezünk stabilnak vagy statisztikailag kézben tartottnak (angolul: in statistical control), ha az ingadozás csak véletlenszerű, időben állandó, és nincsenek jól felismerhető okai. Az ilyen véletlenszerű ingadozásnak a határai normál eloszlás esetén a $\pm 3\sigma$ szabállyal adhatók meg, mert a normál eloszlású valószínűségi változó 0,9973 (azaz 99,73%) valószínűséggel a várható értéke körül $\pm 3\sigma$ szélességű intervallumban vesz fel értéket. Ezen határokat nevezzük a természetes ingadozás alsó (LNTL: lower natural tolerance limit) illetve felső (UNTL: upper natural tolerance

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

limit) határának. A stabil folyamat jellemzője, hogy a kimenet eltérései előre meghatározhatók. Ez azt jelenti, hogy bármely stabil folyamat esetén a folyamat kimenetének átlagértékét és szórását előre meghatározhatjuk. (Grøn, Hansen, Magnusson, Nordbotten, Krysell, Jebjerg, Lund, 2007, pp. 7-8)

1.3.1.2 A folyamat képessége:

Tegyük fel, hogy az általunk vizsgált fröccsöntő folyamat stabil, vagyis statisztikailag kézben tartottnak tekinthető. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a legyártott alkatrészek megfelelnek a minőségi követelményeknek vagyis, hogy a minőségi mutatók az előírt tűrésmezőn belül helyezkednének el. A tűréshatárok megnevezésére az LSL (alsó specifikációs határ, angolul: lower specification limit), illetve az USL (felső specifikációs határ, angolul: upper specification limit) jelölések alkalmazandóak. Előfordulhat az is, hogy a folyamatunk stabil, mert csak véletlenszerű ingadozás lép fel, de ez olyan mértékű, hogy az ingadozás centruma olyannyira eltér az előírt értékektől, hogy a termékek nagy hányada selejtes lesz. Ekkor a folyamat stabil ugyan, de nem mondható képesnek.

Roszbabb esetben olyan helyzet is felmerülhet, hogy egy későbbiekben azonosítható ok nagyobb mértékű véletlenszerű változást idéz elő (pl.: a fröccsöntő gép beállítása megváltozik). Ilyenkor a folyamatot instabillnak, statisztikailag nem kézben tartottnak nevezzük (angolul: out of statistical control).

Ahhoz, hogy ezeket a hatásokat kiküszöbölhessük, és biztosíthassuk a folyamat stabilitását, a folyamat vizsgálatára van szükségünk. (Kemény, Papp, Deák, 1998, pp. 81-82)

1.3.2 A statisztikai folyamatszabályozás

A statisztikai folyamatszabályozás (Statistical Process Control) a minőségirányítás területén tömeggyártás esetében alkalmazott statisztikai módszerek egyik legelterjedtebb alkalmazása. Célja a megnövekedett minőségi szint biztosítása. A statisztikai folyamatszabályozás során a folyamat jellemzésére alkalmas statisztikai módszerek segítségével elemezzük a folyamat paramétereit és beállításait úgy, hogy ellenőrzőkártyák segítségével, illetve a beavatkozási határok figyelembe vételével elemezzük a folyamatot és ha szükséges, beavatkozunk. Mindez legtöbbször a termékek mintavételes ellenőrzési eredményei alapján gazdaságos. (Balogh, 2010, pp. 5-15) (Koczor, 1999, pp. 299-300)

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

Statisztikai következtetésre csak a véletlen minta alkalmas. Ez azt jelenti, hogy véges sokaság bármelyik eleme egyenlő eséllyel rendelkezik arra, hogy kiválasszuk. A mért paraméterek eloszlásának ismeretében képet alkothatunk a folyamat eredményeiről (pl.: a selejtarányról). A teljes sokaságra jellemző eloszlás paramétereire a matematikai statisztika módszereivel, a sokaságból vett minta statisztikai jellemzőiből következtethetünk. A következtetéseknek két fő módja van, a pontbecslés és a hipotézis vizsgálat. A statisztikai próbáknál kétféle hibát követhetünk el. Az egyik az, hogy elvetjük a nullhipotézist, pedig igaz, a másik esetben pedig elfogadjuk, holott nem igaz. Az előbbi esetben első-, az utóbbiban másodfajú hibáról beszélünk. (Kemény, Papp, Deák, 1998, pp. 37-38)

A statisztikai folyamatszabályozás alkalmazásának konkrét hatásai 3 csoportba oszthatóak a témával kapcsolatban végzett kutatások alapján, melyek eredményét a 2. táblázat reprezentálja. (Rungtusanatham, 2000)

1. táblázat: A statisztikai folyamatszabályozás alkalmazásának hatásai

A módszer alkalmazásának hatásai		
A folyamat minősége	A termék minősége	Egyéb hatások
Termelékenység nő	Selejtmennyiség csökken	Szervezeti munkavégzés minősége javul
Költségek csökkennek	Kevesebb vásárlói panasz	Piaci részesedés növekedhet
Pontosság javul	Hiba ráta csökken	Munkahelyi megelégedettség nő
Folyamat ideje nő	Külső hiba költsége csökken	Javul a kapcsolat a fogyasztókkal
Stabilitás nő		
Folyamat képessége javul		

Forrás: (Rungtusanatham, 2000)

1993-ban Benneyan és Chute az Egyesült Államokbeli Digital Equipment Corporation-nél végzett kutatásaik alapján a rakományok selejtaránya 27%-ról 21%-ra csökkent.

Chaudhry és Higbie 1989-ben a Norplex-Oak – nál végzett megfigyelései alapján a termelés hatékonysága, a termékminőség és a fogyasztói megítélés is javult.

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

Sower 1990-ben végzett kutatásai során arra az eredményre jutott, hogy a statisztikai folyamatszabályozás alkalmazása pozitív hatással van a termelékenységre, a termékminőségre, és használatával csökkent a fogyasztók által beérkezett panaszok száma. (Rungtusanatham, 2000, pp. 243- 264)

Az előbbiekben szó esett a statisztikai folyamatszabályozás alkalmazásáról, hatásairól, előnyeiről. A következőkben ismertetném a módszer stabilitásának vizsgálatára szolgáló eszközöket, az ellenőrző kártyákat.

1.4 AZ ELLENŐRZŐ KÁRTYÁK

A statisztikai folyamatszabályozás eszközei a folyamatok elemzésére az ellenőrző kártyák (angolul: control charts). Az ellenőrző kártyák használatának célja a folyamat stabilitásának vizsgálata. Segítségükkel azt vizsgáljuk, hogy az ingadozások csak a véletlennek tulajdoníthatóak-e (stabil folyamat), vagy pedig olyan rendszeres hatások lépnek fel, amelyek a folyamat jellegét megváltoztatják, és kiküszöbölésük beavatkozást igényel (instabil folyamat). Ekkor pontosabban azt elemezzük, hogy az eloszlás nem változott-e meg, illetve, hogy a paraméterei változatlanok-e?

A statisztikai döntéshez a stabil folyamat véletlen ingadozására fennálló paraméterek (pl.: normális eloszlás esetén m várható értéke és s^2 varianciája) ismerete szükséges. Ezeket a paramétereket a vett mintából becsülhetjük.

Az ellenőrző kártyára berajzoljuk az $x_0=\mu_0$ középvonalat (CL), és az alsó (LCL) illetve felső (UCL) beavatkozási határokat. Itt azonban meg kell jegyeznünk, hogy a beavatkozási határokat nem a tűrésmező szabja meg, hanem az eloszlás terjedelme. A kártya megrajzolásakor nem azt vizsgáljuk, hogy a gyártott termékek eleget tesznek-e az előírásoknak, hanem azt, hogy milyen a vizsgált minőségi jellemzőjük ingadozása.

Aszerint, hogy a vizsgált minőségi jellemzőt milyen skálán mérjük, megkülönböztetünk méréses (pl.: méret, tömeg, hatóanyag tartalom stb.) és minősítéses (pl.: selejtarány, fajlagos hibaszám stb.) ellenőrző kártyákat. A méréses ellenőrző kártyák jellemzőit a következő táblázat foglalja össze. (Kemény, Papp, Deák, 1998, pp. 87-88)

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

1.4.1 A méréses és minősítéses kártyák összevetése:

Az alapvető különbség a méréses és a minősítéses kártyák között az, hogy, míg a méréses ellenőrző kártyák folytonos valószínűségi változóval dolgoznak, addig a minősítéses ellenőrző kártyák diszkrét valószínűségi változóval. További különbség a két kártyatípus között, hogy a méréses ellenőrzőkártyák több információt adnak, érzékenyebbek, és mivel méréses kártya alkalmazása esetén a növekvő eltolódás kimutatásához annak nem kell elérnie a tűréshatárt, nagyobb selejtarány megjelenése előtt jelzi a veszélyesebb hibákat. A méréses kártyák nem igényelnek akkora minta elemszámot, mint a minősítéses kártyák, azonban figyelembe kell vennünk azt is, hogy a mérés sok esetben költségesebb, mint a minősítés.

1.4.2 A méréses ellenőrzőkártyák alkalmazásának esetei:

- új folyamat esetén
- ismert a folyamat, de új terméket vezetünk be
- ha a minősítéshez sok mintára van szükség
- szigorú tűréshatárok esetén
- ha a termék minőségi előírásai megváltoznak
- abban az esetben, ha a folyamat stabilitását és képességét állandóan bizonyítani kell (pl.: gyógyszeriparban)

1.4.3 A minősítéses ellenőrzőkártyák alkalmazásának esetei:

- bonyolult folyamat esetén
- ha a termék minőségét csak a hibák számával tudjuk jellemezni
- ha nincs mérésre lehetőség
- ha a folyamat működésének nyilvántartása szükségeltetik (a nyilvántartás a minősítéses ellenőrző kártya alkalmazása esetén kevésbé költséges). (Kemény, Papp, Deák, 1998, pp. 205-206)

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

Az 2-es, illetve 3-as számú táblázatok a méréses, illetve minősítéses ellenőrző kártyák paramétereit foglalják össze. (Kemény, Papp, Deák, 1998)

2. táblázat: A méréses kártyák összefoglaló táblázata

A méréses kártyák összefoglaló táblázata		
$\bar{x}$ -R	$\bar{x}$ -s	$\bar{x}$ -s ²
$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}}$	$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}}$	$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}}$
$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + \frac{3\bar{R}}{d_2 - \sqrt{n}}$ $= \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$	$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + 3\frac{\bar{s}}{c_4\sqrt{n}}$ $= \bar{\bar{x}} + A_3\bar{s}$	$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + 3\frac{\sqrt{s^2}}{\sqrt{n}}$
$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - \frac{3\bar{R}}{d_2 - \sqrt{n}}$ $= \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$	$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - 3\frac{\bar{s}}{c_4\sqrt{n}} = \bar{\bar{x}} - A_3\bar{s}$	$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - 3\frac{\sqrt{s^2}}{\sqrt{n}}$
$CL_R = \bar{R}$	$CL_s = \bar{s}$	$CL_{s^2} = \bar{s}^2$
$UCL_R = \bar{R} + 3\frac{d_3\bar{R}}{d_2} = D_4\bar{R}$	$UCL_s = \bar{s} + 3\frac{\bar{s}}{c_4}\sqrt{1 - c_4^2}$ $= B_4\bar{s}$	$UCL_{s^2} = \frac{\bar{s}^2\chi_{fels\acute{o}}^2}{v}$
$LCL_R = \bar{R} - 3\frac{d_3\bar{R}}{d_2} = D_3\bar{R}$	$LCL_s = \bar{s} - 3\frac{\bar{s}}{c_4}\sqrt{1 - c_4^2}$ $= B_3\bar{s}$	$UCL_{s^2} = \frac{\bar{s}^2\chi_{als\acute{o}}^2}{v}$

Forrás: (Kemény, Papp, Deák, 1998)

3. táblázat: A minősítéses ellenőrző kártyák összefoglaló táblázata

np	p	c	u
$CL_{np} = n\bar{p}$	$CL_p = \bar{p}$	$CL_c = \bar{c}$	$CL_u = \bar{u}$
$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$	$UCL_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$	$UCL_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$	$UCL_u = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}}$
$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$	$LCL_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$	$LCL_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$	$LCL_u = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}}$
$\bar{p} = \frac{\sum_i \hat{p}_i}{m} = \frac{\sum_i D_i}{mn}$	$\bar{p} = \frac{\sum_i \hat{p}_i}{m} = \frac{\sum_i D_i}{mn}$	$\bar{c} = \frac{\sum_i c_i}{m}$	$u_i = \frac{c_i}{n_i}$ $\bar{u} = \frac{\sum_i c_i}{\sum_i n_i}$

Forrás: (Kemény, Papp, Deák, 1998)

Azok a feltételek, melyek mellett alkalmazhatjuk az egyes kártyákat, nem mindig adottak. Vizsgáljuk meg, hogy az egyes feltételek hiányában milyen módon járhatunk el.

1.4.5 Az alkalmazhatóságot befolyásoló tényezők

A gyakorlatban sokszor kell számolnunk olyan tényezőkkel, melyek az ellenőrző kártyák alkalmazhatóságát befolyásolják.

Sok esetben előfordul, hogy a minőséget egyszerre több megkülönböztethető jellemző határozza meg. Ilyenkor célunk a több minőségjellemző egyidejű nyomon követése. Ha a jellemzők függetlenek, akkor lehet több ellenőrző kártyát alkalmazni az egyes jellemzőkre, de ez megnövelné a téves riasztások számát. Ha mindegyik jellemzőre a $\pm 3\sigma$ határt alkalmazunk, akkor minden esetben 0,003-et engedünk meg a téves riasztásnak, és az együttes ellenőrzésnél túl nagy lesz ennek valószínűsége. Ilyen esetekben nyújt segítséget a T^2 kártya, amelyen a megjelenített érték a változók átlagtól vagy előírástól való eltérését egyetlen számmal jellemzi adott elemre vagy mintára vonatkozóan. Kétdimenziós esetben kontrolellipszisek is alkalmazhatóak. Az ellipszis középpontjának (tengelyei metszéspontjának) koordinátáit a minőségjellemzők középértékei adják, és az ellipszisen kívül eső pontok váltanak ki riasztást. (Ittész, 1999, pp. 226-231)

Az eddig ismertetett ellenőrző kártyákra igaz, hogy használatuk akkor indokolt, ha a mért x változó ingadozása normális eloszlást követ. Ha a feltétel nem teljesül, akkor ez a kártya paramétereit befolyásolja. A kérdéssel 2004-ben H. Chen és Y. Cheng foglalkozott. A kutatás során Johnson eloszlást feltételeztek, mivel ezzel a normális eloszlás több változata is közelíthető.

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

Az egyes paraméterek értékének változását elsősorban α_3 (az eloszlásgörbe ferdeségét kifejező paraméter) és α_4 (az eloszlásgörbe csúcsosságát kifejező paraméter) változásának függvényében vizsgálták. A megfigyelések alapján azt mondhatjuk, hogy α_3 értékének növekedése általában k (a középvonaltól (CL) számított szórás) növekedését, illetve n (minta elemszám) és h (a mintavételek közt eltelt idő) csökkenését vonja maga után. α_4 értékváltozásának hatásait vizsgálva a következőket állapíthatjuk meg:

1. Alacsony α_3 esetén α és β értéke nő, ha α_4 értéke is növekszik.
2. Ha α_3 értéke alacsony, és $p_1=p_2=.01$, akkor α_4 értékének növekedésével együtt n' és k' értéke monoton nő. ennek oka, hogy a gazdasági statisztikai tervezésnél alacsony p_1 és p_2 értékek esetén az első- és másodfajú hibák elkövetésének valószínűségei hatással vannak n' -re és k' -re nézve. Ha azonban a torzulás mértéke magas, akkor ez a növekedés fenn áll ugyan, de nem monoton.
3. A költségek tekintetében azt mondhatjuk, hogy α_4 növekedésével az óránkénti szabályozási költség is szintén növekszik. (Chen, Cheng, 2007, pp. 986–998)

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

A fent említett alkalmazhatóságot korlátozó tényezők nagy fontossággal bírnak a használandó ellenőrző kártya típusának kiválasztásakor. Az ellenőrző kártyákkal foglalkozó szakirodalom feldolgozása során az egyes kártyák használhatóságát vizsgáltam, a témával kapcsolatosan megjelent publikációk alapján. Vizsgálataim eredményét az 1.4.6-os alfejezet ismerteti.

1.4.6 Az ellenőrző kártyák használata az egyes alkalmazhatósági feltételek figyelembe vételével¹

A témával kapcsolatos vizsgálataim eredményét a 4. táblázatban foglaltam össze.

4. táblázat: Az ellenőrző kártyák alkalmazhatósági feltételeinek vizsgálata

		Ellenőrző kártyák			
		Megbízhatóság alapú		Kockázatalapú	
		Azonos mintaelemszám, azonos mintavételi időköz	Különböző mintaelemszám/különböző mintavételi időköz	Azonos mintaelemszám, azonos mintavételi időköz	Különböző mintaelemszám/különböző mintavételi időköz
Egydimenzió	Normáloszlás	p, np, x, s, r, CUSUM, EWMA, u, c, MA	CUSUM, x, EWMA, T ² , MA, p, np, s	x,	
	Normálistól eltérő eloszlástípus	x, CUSUM, R, EWMA, MA	x, CUSUM, EWMA, MA		
Többdimenzió	Normáloszlás	T ² , kontrollellipszis (2 változónál), CUSUM, EWMA	T ² , CUSUM, EWMA		
	Normálistól eltérő eloszlástípus	CUSUM, EWMA			

A táblázat összeállításakor, azt vizsgáltam, hogy az egyes ellenőrző kártyák tervezésekor mely területekkel foglalkoztak mélyrehatóbban. A szempontok az eloszlás fajtája (normális, vagy attól eltérő eloszlás), a megfigyelt a változók száma (egy változó, több változó) és a mintaelemszám, illetve a mintavételi időköz jellemzője

¹ Alexander S, (1995), Chen Y. S., (2002), Chen Y. S., Yang Y. M., (2002), Chen, Y. K, (2006), Chou C.-Y., (2006), Epprecht E. K, (2010), Haridy Abdellatif M: A., (1996), He David, (2005), Kao S.-C., (2007), Luo Z., (2009), Maravelakis P. E., (2005), Serel D. A., (2008), Wang, H.,(2007), Yu F.-J., (2004), Zhou W., Lian Z., (2011). Hegedűs Cs., Dr. Kosztyán Zs., (2008)

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

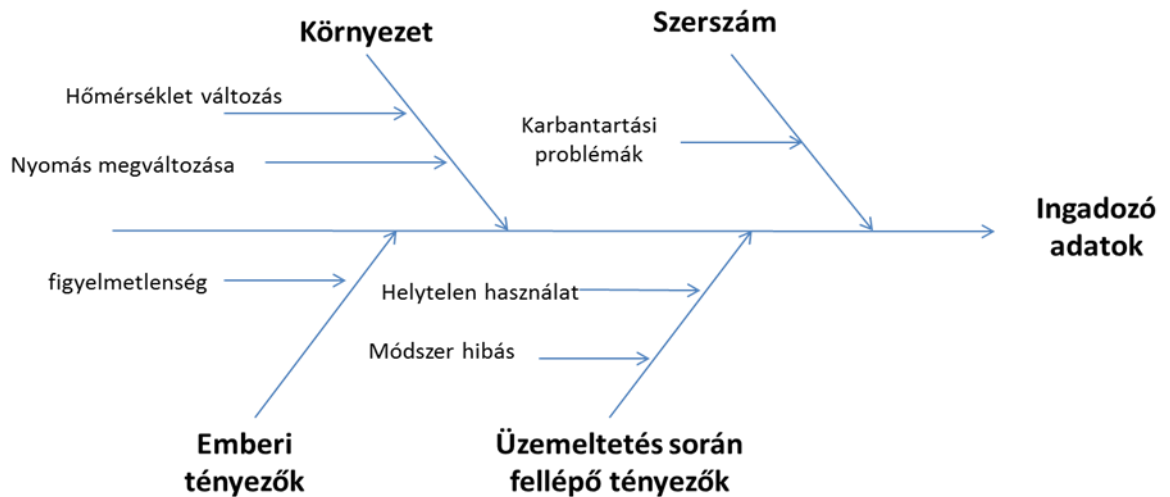
(állandó, illetve változó). A napjainkban alkalmazott ellenőrző kártyák szinte mind megbízhatóság alapúak. A táblázat alapján is látható, hogy egyes területek még hiányosak. Célszerű lehet olyan kártya fejlesztése, amely képes kezelni a többváltozós eseteket, emellett alkalmazható normálistól eltérő eloszlás és változó mintaelemszám, illetve mintavételi időköz esetén. A Taguchi féle veszteségfüggvény figyelembevételével történő kártyatervezés az átlag, szórás, EWMA, illetve CUSUM kártyák esetében történt. Kockázatalapú ellenőrző kártyáról csak az átlag kártya esetében beszélhetünk. Véleményem szerint a jövőben érdemes lehet ezekkel a területekkel mélyrehatóbban foglalkozni, illetve fejleszteni őket.

Egy folyamat elemzésekor, az általunk mért adatokat azonban nem adhatjuk meg teljes megbízhatósággal a különböző zavaró hatások megléte miatt. A következő fejezet a mérési bizonytalanság témakörével foglalkozik.

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

1.5 A MÉRÉSI BIZONYTALANSÁG

A folyamat szabályozása során a minta elemein bizonyos méréseket kell elvégeznünk. Elméletileg a mérések eredménye ugyanarra az objektumra nézve többszöri mérés után is megegyezne. Ez a gyakorlatban azonban nem valósul meg, mert számos tényező van hatással a mérések eredményére. Ezen hatások reprezentálására szintetizáltam a 2. ábrán látható Ishikawa diagramot (Kegel T., 2001 alapján).



2. ábra: A mérés eredményét befolyásoló tényezők

A kapott eredményt nagymértékben befolyásolhatja a mérőműszer állapota, ugyanis ha a karbantartás nem megfelelő, akkor az pontatlansághoz vezethet. ezen kívül számolnunk kell az üzemeltetés során fellépő befolyásoló tényezőkkel, (mint például a helytelen használat vagy az alkalmazási módszer), a környezeti hatásokkal és az emberi tényezőkkel. (Kegel, 2001)

1.5.2 Miért fontos a mérési bizonytalanság figyelembevétele?

A mérési bizonytalanság fontos szerepet játszik a termékek ellenőrzésekor. Ha az általunk mért értékek szórása nagy, akkor a folyamatról rosszabb képet kapunk, mint amilyen az valójában. Egy termék vizsgálatakor a döntésünk helyességét (selejtnek minősül-e a termék vagy sem?) az határozza meg, hogy a tényleges és a mért megfeleléség valójában megegyezik-e. A döntés klasszikus modelljét mutatja be a 5. táblázat. (Kovács, Kosztyán, Csizmadia, Hegedűs, 2010)

5. táblázat: A megfeleléség értékelésének esetei

		Tényleges	
		Megfelelő	Nem megfelelő
Mért	Megfelelő	Helyes elfogadás	Helytelen elfogadás
	Nem megfelelő	Helytelen visszautasítás	Helyes visszautasítás

Forrás: (Kovács, Kosztyán, Csizmadia, Hegedűs, 2010)

A megfeleléség értelmezésekor helyesen döntünk abban az esetben, ha a termék ténylegesen is megfelel és a mérés alapján is megfelelőnek minősítjük. Döntésünk ellenkező esetben is helyes, ha a tényleges nem megfeleléség áll fenn és a mérések alapján sem nyilvánítjuk megfelelőnek a terméket. A fennmaradó másik két esetben első-, illetve másodfajú hibát követünk el. Elsőfajú hibát akkor, ha visszautasítjuk a megfelelő terméket, másodfajú pedig akkor, ha tovább engedjük azt, holott valójában nem megfelelő.

A már korábban elvégzett kísérletek alapján a döntésre hatással van::

- a mérési bizonytalanság megváltozása
- a folyamat szórásának módosulása
- az elfogadási határok módosítása
- a leolvasási pontosság határa
- a kerekítés mérési hibával, illetve mérési hiba nélkül.

A kísérletekből származó következtetések megállapítják, hogy a jelentős bizonytalanságot tartalmazó mérés meghamisíthatja a termék megfeleléségéről hozott döntést. Első-, és másodfajú hiba egyaránt léphet fel az átadás-átvételi, gyártásközi,

1. A témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása

illetve statisztikai folyamatszabályozásnál, melyek természetesen költségekkel járnak együtt. A mérési bizonytalanság figyelembe vételével az első-, és másodfajú hibák száma és ezzel a velük járó költségek is csökkenthetőek. (Kovács, Kosztyán, Csizmadia, Hegedűs, 2010, pp. 87-93). A következőkben bemutatásra kerül a mérési bizonytalanság kezelésének egy módszere.

1.5.3 A mérési bizonytalanság kezelése

Minél pontosabb méréseket tudunk elvégezni az általunk vizsgált folyamattal kapcsolatban, nyilvánvaló, hogy annál precízebb képet alkothatunk magáról a folyamatról.

Tegyük fel, hogy adott egy olyan mérőműszer, melynek jellemezni tudjuk a mérési bizonytalanságát. Korábbi kutatások során a mérési eredményeket nem pontokra, hanem mérési intervallumokra vonatkoztatták. Így a következő szabályt állították fel: megfelelő a termék $[y(t) - k_{LSL} \cdot u] > LSL$ és $[y(t) + k_{USL} \cdot u] < USL$ $k_{LSL}, k_{USL} \in \mathbb{R}$ esetén, és nemmegfelelőnek nyilvánul, ha $[y(t) - k_{LSL} \cdot u] \leq LSL$ vagy $[y(t) + k_{USL} \cdot u] \geq USL$ reláció áll fenn. Ez esetben a kérdés pedig az, hogy mekkora legyen $k_{LSL}, k_{USL} \in \mathbb{R}$ értéke.

A k konstans tényezők meghatározására szimulációs módszerek alkalmasak. Ezek alkalmazhatóak különböző eloszlások és költségparaméterek esetén is. Korábbi kutatásokban megállapították normális eloszlás feltételezése mellett, hogy a k értékek szimmetrikusan viselkednek abban az esetben, ha a folyamat és a mérési bizonytalanság eloszlása is szimmetrikus, valamint a folyamat várható értéke a tűrésmező közepén helyezkedik el. Továbbá arra a következtetésre jutottak, hogy a mérési bizonytalanság növekedéséhez képest megközelítőleg lineárisan csökken a profit. Fordított esetben pedig k értékének csökkentésével növelhető az összes haszon (ha az általunk vizsgált termék olyan, hogy kis hiba esetén csökkentett áron értékesíthető vagy olcsón javítható a később detektált nemmegfelelőség).

1.5.5 Mérési bizonytalanság kezelése mintavétel esetén

Sok esetben nem végezhető el a mindendarabos ellenőrzés, egyrészt mert az túlságosan költséges lenne, másrészt pedig olyan termékek esetén ahol az ellenőrzés csak a termék roncsolódásával mehetne végbe (pl.: szakítószilárdság vizsgálata). Egy mintavételes mérés költsége a $c_M = c_{fr} + c_m \cdot m$ képlettel számítható, ahol c_m egy mintadarab lemérésének költsége, c_{fr} az egy minta kiválasztására és mérésre való előkészítésére vonatkozó költség, m pedig a minta elemszám. m_{fr} jelöli a mintavételezés gyakoriságát. Így Egy mintavételes mérés költsége minden m_{fr} -edik termék legyártása után jelentkezik. A következtetések alapján az összes mérési költség a mintaelemszám szerint lineáris (vagyis minden újabb minta esetén egységnyivel nő), m_{fr} függvényében pedig hiperbolikus (tehát ha a gyakoriság értéke a felére csökken, akkor ugyanabból a sokaságból kétszer gyakrabban veszünk mintát). Ha a profitot a gyakoriság és a minta elemszám függvényében vizsgáljuk, mégpedig úgy, hogy a mérési bizonytalanságot is figyelembe vesszük, akkor megállapítható szimulációs módszerek segítségével, hogy pontosabb mérőeszköz használatakor nem tapasztalható nagy különbség. Ellenben nagyobb szórással mérő műszerek esetében a bizonytalanság figyelembevételével növelhető a profit. (Kosztján, Csizmadia, Hegedűs, 2008)

A következő fejezetben ismertetem az általam kidolgozott módszert, amely segítségével a vizsgált folyamathoz kiválasztjuk a megfelelő ellenőrző kártyát, majd a döntéshez társított fedezeti értékek meghatározása után a kiválasztott ellenőrző kártya határait módosítjuk a mérési bizonytalanság figyelembe vételével.

2 A KÁRTYAILLESZTÉS MÓDSZERE A MÉRÉSI BIZONYTALANSÁG FIGYELEMBE VÉTELÉVEL

Az eddig alkalmazott ellenőrző kártyák nagy része megbízhatóság alapú. Ezt láthatjuk az általam készített „Az ellenőrző kártyák alkalmazhatósági feltételeinek vizsgálata”-című táblázatból is. Ezért a kockázatalapú ellenőrző kártyák fejlesztése további kutatási lehetőségeket jelent.

Előző munkámban már kidolgoztam egy olyan kártyaillesztési folyamatot, amely magába foglalja az ellenőrző kártya kiválasztását és a beavatkozási határainak módosítását a mérési bizonytalanság figyelembe vételével. A méréses és minősítéses kártyák közötti döntési mód megjelenik a Shah, Gobil és Shridar által kidolgozott folyamatban is. Az általam kidolgozott módszer annyiban jelent újítást, hogy nemcsak a mért jellemzők kategorizálásával indul, hanem figyelembe veszi a technológiai folyamat jellemzőit, az ellenőrzés mélyebben elemzi, továbbá megjelenik benne a bemenő paraméterek vizsgálata, és lehetőséget nyújt a változó paraméterek kiválasztására is, továbbá ami a legfontosabb, hogy kiegészül a mérési bizonytalanság figyelembe vételével és így a folyamatra kockázatalapon működő ellenőrző kártyát illeszt.

A továbbiakban röviden összefoglalom e módszer lépéseit, illetve menetét, majd meghatározom a további kutatási útvonalat.

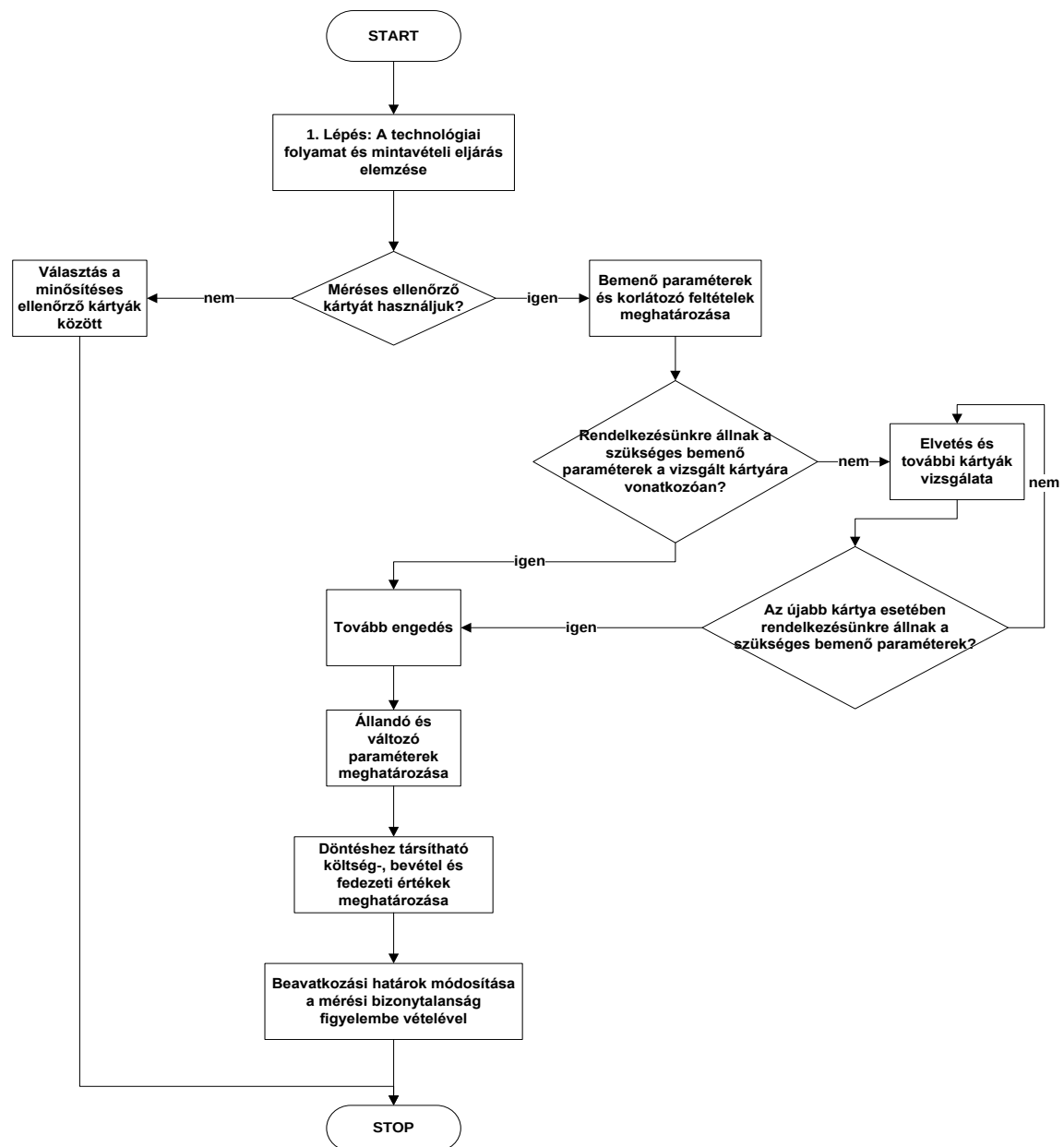
2.1 A KÁRTYAILLESZTÉS LÉPÉSEI

A módszer alapján a megfelelő ellenőrző kártya kiválasztásához az alábbi 7 lépésben juthatunk el:

1. A technológiai folyamat és az ellenőrzés tulajdonságainak összegyűjtése
2. méréses vagy minősítéses 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. beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság figyelembe vételével.

2. A kártyaillesztés módszere a mérési bizonytalanság figyelembe vételével

A kártyaillesztés folyamatát mutatja be a 3. ábra:



3. ábra: A kártyaillesztési folyamat menete

Az általam korábban tovább fejlesztett kártyaillesztési módszer alkalmas arra, hogy kockázatalapon működő ellenőrző kártyát illesszen a szabályozni kívánt folyamatra. Arra viszont nem képes, hogy kezelni tudja a termékparaméterek időbeli változásából eredő következményeket. Dolgozatomban célom a már korábban kidolgozott módszer tovább fejlesztése oly módon, hogy kiegészítem a termékparaméter-változás figyelembevételével is.

A módszer elméleti kidolgozását mutatja be a következő fejezet.

3 A TERMÉKPARAMÉTER MEGVÁLTOZÁSÁNAK FIGYELEMBE VÉTELE

A statisztikai folyamatszabályozás során célunk az, hogy egy adott termék vizsgált paramétere (paraméterei), megadott specifikációs határokon belül vegyen (vegyenek) fel értéket. A terméket akkor tekintjük selejtesnek, ha a vizsgált paraméter értéke e határokon kívülre esik.

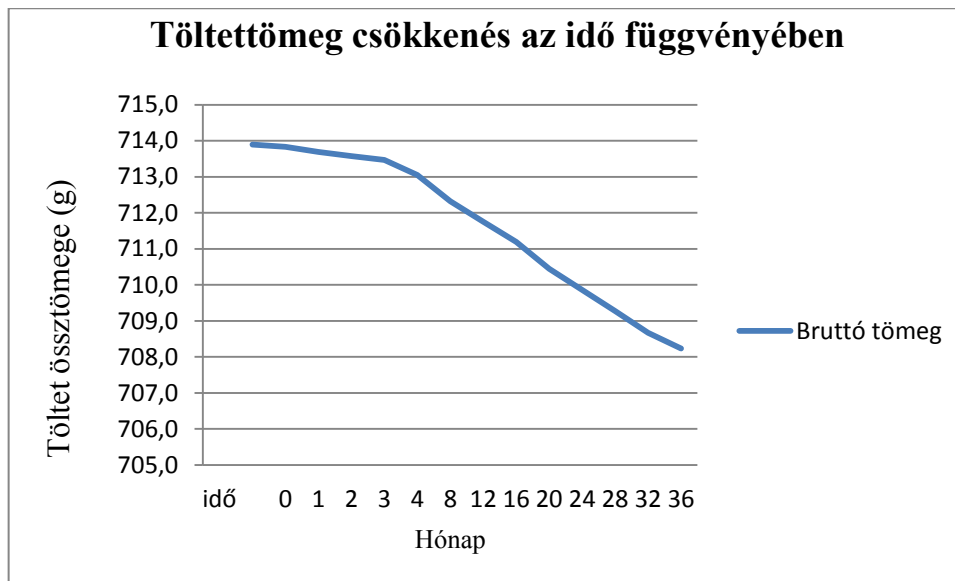
Azt ellenőrző kártyák azonban sok esetben nem számolnak azzal, hogy e paraméterek sokszor az idő függvényében változóak (Pl. élelmiszerek, gáznyomás hatására működő termékek, gyógyszerek). A következőkben megvizsgálom, hogy miért is fontos ezt figyelembe vennünk!

3.1 MIÉRT FONTOS A TERMÉKPARAMÉTER-VÁLTOZÁS FIGYELEMBE VÉTELE?

Egy adott vállalat által előállított termékek legtöbb esetben nem kerülnek azonnali felhasználásra. Abban az esetben, ha az előállított termék olyan jellemzőkkel bír, hogy ezeknek rövidtávú megváltozása csekély mértékű, illetve a paraméter-változás nem jár komoly következményekkel a felhasználás során, akkor valóban elhanyagolható ennek figyelembe vétele. Sok esetben viszont számolnunk kell azzal is, 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 töltetössége, 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 töltetössége már nem fog megegyezni azzal a mennyiséggel, melyet az előállítás után mérhetünk. Így a kártyatervezéskor célszerű figyelembe vennünk a termékparaméterek időbeli megváltozását is figyelembe vennünk, és adott esetben a kártyaszabályokat ennek megfelelően szigorítanunk.

3. A termékparaméter megváltozásának figyelembe vétele

Az 4. ábra egy 8 g töltetű N_2O gáztöltetű patronra vonatkozóan mutatja be a gáz töltetösszegének csökkenését az idő függvényében.



4. ábra: Egy gázipatron egység együttes töltetösszegének csökkenése az idő függvényében

A 4. ábrán is láthatjuk, hogy ez esetben sem hanyagolható el a vizsgált termékparaméterek megváltozásának mértéke, hiszen raktározás, illetve időben elhúzódó kiszállítás esetén a fogyasztó a megváltozott paraméterekkel rendelkező termékkel találja szemben magát.

3. A termékparaméter megváltozásának figyelembe vétele

A következőkben ismertetem a termékparaméter-változás figyelembe vételének, illetve a beavatkozási határok e szerinti módosításának részletes menetét.

3.2 A BEAVATKOZÁSI HATÁROK MÓDOSÍTÁSA A TERMÉKPARAMÉTER-VÁLTOZÁS FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

A fent említett módszer alkalmazása során a következő lépések elvégzésére van szükség:

1. A szabályozni kívánt jellemző kiválasztása, illetve több jellemző esetén ezek összegyűjtése
2. a szabályozni kívánt jellemző (jellemzők) értékére vonatkozó specifikációs, illetve beavatkozási határok meghatározása
3. az adott jellemzőre vonatkozóan előrejelzés készítése
4. az előrejelzés és az előállítástól felhasználásig terjedő időtartam ismeretében a paraméter-változás várható értékének meghatározása
5. a paraméterváltozás várható értékének ismeretében az alkalmazott ellenőrző kártya beavatkozási határainak módosítása.

Az eddig alkalmazott kártyaillesztési folyamatokban is megjelenik az első két lépés. A harmadik lépéstől viszont már újítként jelenik meg, hogy az előrejelzést a szabályozni kívánt termékparaméterre vonatkozóan végzem, valamint, hogy olyan ellenőrzőkártyát illesztsek a folyamatra, amely figyelembe veszi e paramétereinek megváltozását az idő függvényében. Saját munkám során ezekkel a lépésekkel kibővítem az eddig alkalmazott módszereket.

Dolgozatom további részében e lépéseket részletesen is bemutatom.

3.2.1 A szabályozni kívánt jellemző kiválasztása, illetve több jellemző esetén ezek összegyűjtése

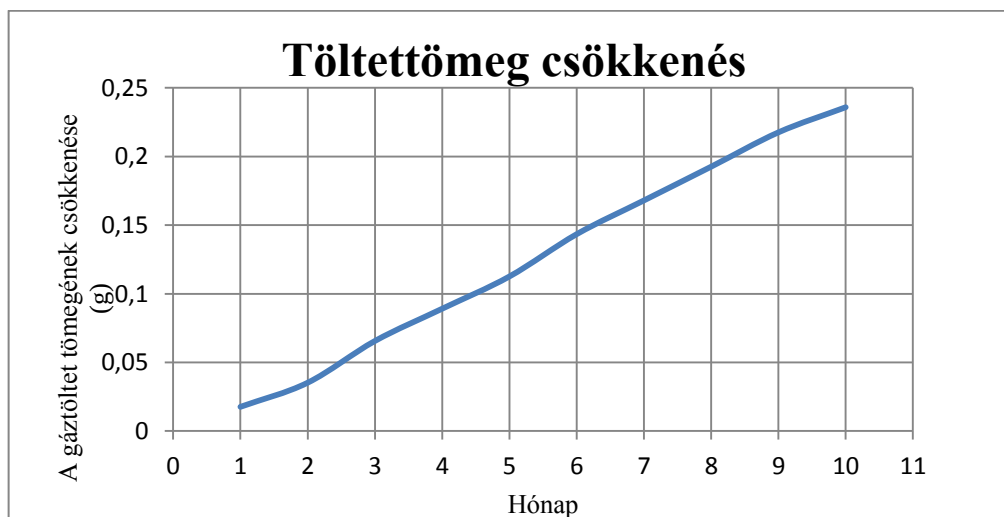
Ahhoz, hogy a módszert alkalmazhassuk, alapvetően azt kell meghatároznunk, hogy mely vagy melyek azok a termékparaméterek, amelyeket szabályozni kívánunk. Ha több paraméterre vonatkozóan szeretnénk vizsgálatainkat végezni, az megoldható egy ellenőrző kártya alkalmazásával is. Erre használható például T^2 kártya, amely esetében a beavatkozási határok helyett kontroll ellipsziseket alkalmazunk. Dolgozatomban a módszer alkalmazhatóságát egy vizsgált paraméter esetében MA, illetve EWMA kártyák alkalmazásával fogom ismertetni.

3.2.2 A szabályozni kívánt jellemző (jellemzők) értékére vonatkozó specifikációs, illetve beavatkozási határok meghatározása

Miután kiválasztottuk azon paramétereket, melyeknek értékét szabályozni kívánjuk meg kell határoznunk, azt a tűrést vizsgált termékparaméterre vonatkozóan, amelyen belül a terméket megfelelőnek minősítjük. Itt természetesen alkalmazható egy illetve kéthatáros eset mind a specifikációs, mind a beavatkozási határookra vonatkozóan.

3.2.3 Az adott jellemzőre vonatkoztatott előrejelzés készítése

Itt meg kell vizsgálnunk a rendelkezésre álló adatok alapján, hogy adott időpillanatban várhatóan milyen értéket fog felvenni, az általunk szabályozni kívánt paraméter. Ez megfigyelések alapján is kivitelezhető. Ha az adott terméktípus néhány egyedét elkülönítjük, majd megfigyelésnek vetjük alá és meghatározott időközönként feljegyezzük külön-külön az egyes termékegyedeken mért értékeket, akkor kellő adat áll rendelkezésünkre ahhoz, hogy képet alkothassunk a termékparaméter időbeli változásáról. A kapott értékeket átlagolva kiszámíthatjuk, hogy a termékparaméter átlagos változását. A kiszámított érték természetesen annál pontosabb, minél nagyobb elemszámú az a minta, amit elkülönítünk, és megfigyelésnek vetünk alá. Az 5. ábra mutatja be, hogy egy gázpatron esetében mennyi az adott időpontban elszívárgott gáz tömege. Az ábrázolt értékek a fentiekben említett módon kerültek kiszámításra.



5. ábra: Egy gázpatron átlagos töltöttömeg-csökkenése tíz hónapos időtartamra vonatkoztatva

Látható, hogy négy és fél hónap alatt már több mint 0,1 g az elszívárgott gáz tömege. Ez már jelentős töltöttömeg-változásnak mondható.

3.2.4 Az előrejelzés és az előállítástól felhasználásig terjedő időtartam ismeretében a paraméter-változás várható értékének meghatározása

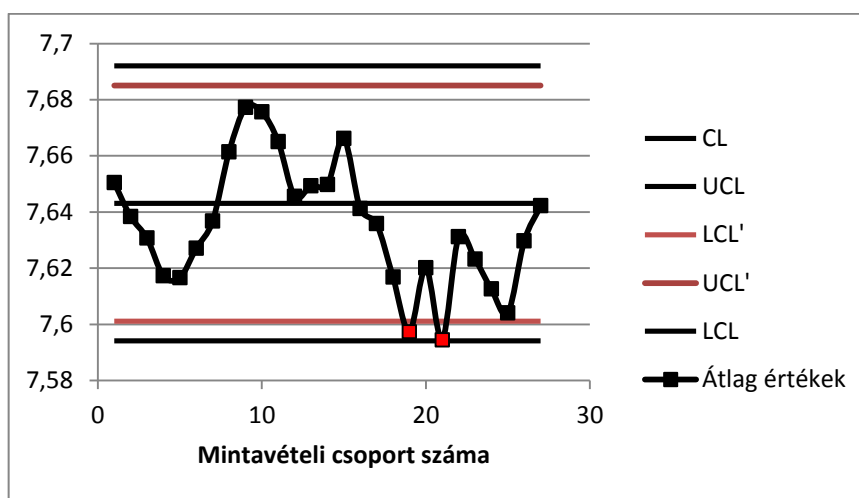
Ennél a lépésnél nincs más dolgunk, mint meghatározni azt az időtartamot, ami várhatóan az előállítástól a tényleges felhasználásig eltelik. Ezt az időtartamot több tényező is befolyásolhatja, pl.: a gyártó és fogyasztó földrajzi távolsága, szállítmányozás során adódó nehézségek, stb.

3.2.5 Az előrejelzés és az előállítástól felhasználásig terjedő időtartam ismeretében a paraméter-változás várható értékének meghatározása

Az előrejelzés felhasználásával megadjuk, hogy a felhasználásig terjedő időtartam alatt mennyivel fog megváltozni az általunk szabályozni kívánt termékparaméter értéke. Itt megjegyezném, hogy az általam kiterjesztett módszer statikusnak mondható, ugyanis egy esetleges technológiai változással együtt a termékparaméter-változás mértéke is eltérő lesz. Ekkor az előrejelzésben a technológia változásából eredő eltéréseket nem tudjuk a korábbi eredmények felhasználásával meghatározni. Ahhoz, hogy megállapításaink továbbra is helytállóak legyenek, az előrejelzés újbóli elvégzése szükséges.

3.2.6 A paraméterváltozás várható értékének ismeretében az alkalmazott ellenőrző kártya beavatkozási határainak módosítása

Az alkalmazott ellenőrző kártya beavatkozási határainak módosítása szimulációs módszerekkel elvégezhető. Az előrejelzés alapján meghatározhatóak az l_{UCL} , illetve l_{LCL} paraméterek, melyek értéke megadja, hogy mennyivel kell megváltoztatnunk az alsó, illetve a felső beavatkozási határokat ahhoz, hogy csökkenthessük termékparaméterek megváltozásából származó másodfajú hibák számát. A 6. ábrán egy tetszőleges folyamatra tervezett Átlag-kártya látható.



6. ábra: Tetszőleges folyamatra tervezett Átlag-kártya

A diagramon piros pont jelöli azokat a pontokat, melyek értéke az eredeti, illetve azon beavatkozási határok közé esnek, melyeket a módszer alkalmazásával kapnánk. Ezekre igaz, hogy $LCL \leq \bar{x}_i \leq LCL'$, illetve $UCL \geq \bar{x}_i \geq UCL'$, ahol LCL és UCL az alsó illetve felső beavatkozási határ, LCL' és UCL' a módszer alkalmazásával kapott alsó, illetve felső beavatkozási határ, $\bar{x}_i$ pedig az i-edik minta átlaga.

3. A termékparaméter megváltozásának figyelembe vétele

Abban az esetben, ha a beavatkozási határok megegyeznek a specifikációs határokkal, vagyis $UCL=USL$ és $LCL=LSL$, akkor a beavatkozási határokat a következőképpen számíthatjuk:

- $UCL' = UCL - l_{UCL}$
- $LCL' = LCL + l_{LCL}$,

ahol $l_{LCL}, l_{UCL} \in \mathbb{R}$.

Beláthatjuk, hogy a beavatkozási határok szigorításával, csökkenthető az elkövetett másodfajú hibák száma, hiszen már akkor beavatkozunk a folyamatba, mikor a mért érték az újonnan kapott beavatkozási határokon kívülre esik. Ezen értékek alapján a terméket egyébként megfelelőnek ítélnénk meg, holott a termékparaméterek változását figyelembe véve azok már nagy valószínűséggel selejtesnek minősülnének, mire a termék a fogyasztóhoz jutna.

A következőkben bemutatom a módszer alkalmazását egy gyakorlati példán keresztül.

4 A MÓDSZER ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK BEMUTATÁSA GYAKORLATI PÉLDÁN KERESZTÜL

Ebben a fejezetben először bemutatom a beavatkozási határoknak a termékparaméter-változás figyelembevételével történő módosításának menetét gyakorlati példán keresztül, majd ezután a tervezett ellenőrző kártya határait a mérési bizonytalanság figyelembe vételével is módosítom, végül összegzem a két művelet során elért eredményeket. Ezt külön-külön mozgó átlag (MA),- és exponenciálisan súlyozott mozgóátlag (EWMA) kártyára vonatkozóan is elvégzem.

A gyakorlati példa egy gáztöltési folyamat, melynek során a patronokba betölteni kívánt célérték 7,6 g. A mérési adatok normáloszlást követnek, melynek várható értéke $\mu=7,618$, szórása pedig $\sigma=0,109$. A mintavételt tekintve összesen negyvenötször veszünk $n=5$ elemű mintát. Továbbá tudjuk még azt is az értékesítéssel kapcsolatban, hogy az előállítástól az átvételig megközelítőleg három hét telik el. Mivel statisztikai folyamatszabályozást alkalmazunk, ezért a várható érték megváltozása esetén beavatkozunk a folyamatba. A folyamat figyelemmel kísérésére Mozgóátlag- (MA), Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártyát (EWMA) alkalmazok.

Ahhoz, hogy a beavatkozási határok módosítását a termékparaméter-változás, majd a mérési bizonytalanság figyelembe vételével elvégezhessük, ismernünk kell az egyes döntésekhez társított költségvonzatot. Ennek kalkulációját mutatja be a 4.1-es alfejezet.

4.1 A LEHETSÉGES DÖNTÉSEKHEZ TÁRSÍTHATÓ FEDEZETI ÉRTÉKEK MEGHATÁROZÁSA

A kockázatalapú kártyáknál figyelembe vesszük annak a lehetőségét is, hogy a mérés elvégzésekor egy adott mérőműszerrel mért értékek ugyanazon termékekre vonatkoztatva sem mindig állandók. Ezen kívül a vizsgált paraméter időbeli megváltozását is figyelembe vesszük jelen esetben.

A kockázat nagyságát annak költségvonzatával fejezhetjük ki. Ha ismerjük az egyes döntésekhez társítható költségvonzatot, akkor azt is kalkulálhatjuk, hogy a mérési bizonytalanság az első-, és másodfajú hiba elkövetésének valószínűségét mennyiben befolyásolja, vagyis a rossz döntés a termék tovább engedésekor, illetve visszatartásakor mekkora költséget is jelent számunkra.

Döntéseinket tekintve négy alapeset lehetséges. Az adott terméket vagy tovább engedjük, mert az megfelel a minőségi követelményeknek, vagy pedig visszatartjuk, mert nem tesz eleget nekik. Mindkét esetben hozhatunk helyes és helytelen döntést is. A számításokat három lépésben végeztem el. Először meghatároztam az egyes eseteket társítható költséget, majd ugyanezen a módon a bevételt, végül a kettő különbségeként a fedezetet. Az egyes esetek vizsgálatakor felmerülő költség-tényezők a következők lehetnek egy darab termékegyedre lebontva:

1. a termék előállításának költsége (K_e)= 24,11 Ft/db
2. a minőségellenőrzés költsége (K_m)=0,815 Ft/db
3. az értékesítés során felmerülő költségek. ($K_{ér}$)= 0,355 Ft/db

A bevétel alapvetően kétféle lehet. Megfelelő termék esetén a bevétel a termék értékesítési árát (B_e) jelenti. Ha azonban a termék nem felel meg a minőségi követelményeknek, akkor is jelenthet minimális bevételt, mert a termék még mindig értékesíthető fémhulladékként (B_h) (bár ez nem fedezi az előállításához szükséges költségeket sem). Ezen két lehetőségen kívül figyelembe kell még vennünk azt, hogy a patronhüvely gyártásához használt acéllemezt nem használják fel teljes mértékben. Így a megmaradt lemez is értékesíthető fémhulladékként (B_l). Ez a bevétel pedig mindkét esetben jelentkezik függetlenül attól, hogy az adott termék megfelelő-e vagy sem. Így a bevételt alkotó tényezők értékei a következők:

$$B_e=79,2 \text{ Ft/db.}$$

$$B_h=1,155 \text{ Ft/db.h}$$

$$B_l=0,5665 \text{ Ft/db.}$$

A költség-és bevételi tényezők ismeretében a számítások elvégzéséhez vegyük sorra a lehetséges eseteket.

D1: Helyesen engedjük tovább a terméket:

Ez azt jelenti, hogy a termék töltet tömegének értéke a specifikációs határokon belülre esik, vagyis $LSL < m_p < USL$ (ahol m_p a patron töltet tömege). Ekkor nem vétünk sem első, sem másodfajú hibát. A fellépő költségek az előállítás költségei, a minőség-ellenőrzés

költségei és az értékesítés során felmerülő költségek. A teljes költség (K_{D1}) ezek összegeként számítható, tehát: $K_{D1}=K_e+K_m+K_{er}=25,28$ Ft/db

A bevételt ebben az esetben az értékesítési ár, valamint a maradék acéllemez hulladékként való értékesítési ára teszi ki. $B_{D1}:B_e+B_l=79,77$ Ft/db

D2: Helytelenül tartjuk vissza a terméket:

Ekkor a termék vizsgált minőségjellemzője az elfogadási határokon belülre esik, ennek ellenére visszatartjuk a terméket, vagyis elsőfajú hibát ejtünk. A költséget az előállítás, a minőség-ellenőrzés költsége adja ki, valamint ebben az esetben hozzáadtam a termék eladásából származó bevételt is, amelyhez akkor juthatnánk, ha helyesen döntöttünk volna. Ezért a D2 döntéshez tartozó összes költség: $K_{D2}=K_e+K_m+B_e=104,13$ Ft/db.

A termék eladásából nem származik bevétel, de a gyártáshoz felhasznált acéllemezéből megmaradt anyag még értékesíthető. Ezen kívül a hibás terméket is értékesíthetjük hulladékként, így $B_{D2}=B_l+B_h=1,72$ Ft/db.

D3: Helytelenül engedjük tovább a terméket:

Kijelenthetjük, hogy ez a hiba jár a legnagyobb következménnyel, ugyanis a vásárló elpártolhat, ha rossz minőségű terméket kap kézhez, és e hibának a sorozatos elkövetése a továbbiakban a vevőkör szűkülésével járhat. Elsőfajú hiba elkövetése miatt értékesítés nem történik, vagyis a terméket helytelenül tartjuk vissza. Így a költség az előállítás, valamint a minőség-ellenőrzés költségéből számítható. Itt nem adtam hozzá azt a bevételt, amihez helyes döntéshozatallal jutnánk, mivel a terméket nem tudnánk értékesíteni akkor sem, ha jól döntöttünk volna. Ezért: $K_{D3}=K_e+K_m=24,93$ Ft/db.

Ez a kiszámított érték megegyezne azzal az esettel amikor a terméket helyesen tartjuk vissza. Itt azonban komoly jelentőséggel bír a presztizs veszteség. Ennek kalkulációja igencsak nehéz, mivel az egyes ügyfelek reakciója változó lehet a hibás termékekre vonatkozóan. Például egy adott vevő vagy megelégszik azzal, hogy új szállítmányt küld neki a vállalat, vagy a termék visszaszállítását is követelheti, melynek költségét a vállalat állja. Az említett két esetben nem azonos a termékegyedre számított költség. Ezen okok miatt a másodfajú hiba fedezeti összegéről feltételeztem, hogy a vizsgált folyamatnál megegyezik az elsőfajú hiba fedezeti összegének kétszeresével.

Gyakorlati alkalmazásnál a vásárló preferenciáitól is függ a másodfajú hibával járó költség értéke. Természetesen különböző vásárlói csoportoknál eltérően számítjuk az értékét.

A bevétel kalkulációnál a legkedvezőtlenebb esetet vettem figyelembe, vagyis azt feltételeztem, hogy a vásárló nem veszi át a kiszállított termékeket. Így a bevételt csak a hulladéklemész és a selejtpatron értékesítéséből számíthatjuk, vagyis: $B_{D3}=B_h+B_l=1,72$ Ft/db.

D4: Helyesen tartjuk vissza a terméket

Ez esetben a töltet tömeg értéke a specifikációs határokon kívülre esik, vagyis $m_p < LSL$, vagy $m_p > USL$. Költséggént csak az előállítás és a minőség-ellenőrzés költségével számolhatunk, mert értékesítés nem történik. $K_{D4}=K_e+K_m=24,92$ Ft/db

A bevétel itt is megegyezik az előző (D3) döntésnél megállapított értékkel, tehát $B_{D4}=B_{D3}=B_l+B_h=1,72$ Ft/db.

A költség-és bevétel párok definiálása után már meghatározó a különbségüként számított fedezet értéke. A költségekre, bevételekre egy-egy mátrix írható fel. Ha kivonjuk a bevételi mátrixból a költségmátrixot, akkor a fedezeti mátrixhoz jutunk. A műveletet a következőképpen írhatjuk fel:

$$\begin{bmatrix} B_{D1} & B_{D2} \\ B_{D3} & B_{D4} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} K_{D1} & K_{D2} \\ K_{D3} & K_{D4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{D1} & F_{D2} \\ F_{D3} & F_{D4} \end{bmatrix}$$

Behelyettesítve:

$$\begin{bmatrix} 79,77 & 1,72 \\ 1,72 & 1,72 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 25,28 & 104,13 \\ 24,93 & 24,93 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 54,49 & -102,40 \\ -23,20 & -23,20 \end{bmatrix}$$

Látható, hogy a presztizs-veszteség figyelembevétele nélkül a másodfajú hiba elkövetésekor a fedezet megegyezik azzal az esettel, mikor a termék nem megfelelő és mi is így ítéljük meg. A presztizs-veszteség számítási nehézségei miatt a D3 döntésnél leírt módon járunk el a másodfajú hibához társítható fedezeti érték meghatározását illetően. Ekkor az eredmény mátrixa a következőképpen módosul:

$$\begin{bmatrix} 54,49 & -102,40 \\ -204,80 & -23,20 \end{bmatrix}$$

Most, hogy ismerjük ez egyes döntésekhez társítható fedezeti értéket, rátérek a módszer gyakorlati alkalmazásának bemutatására. Elsőként a Mozgóátlag-kártya esetét ismertetem.

4.3 A MOZGÓÁTLAG KÁRTYA (MA) ESETE:

A módszer alkalmazhatóságának gyakorlati példán keresztül történő bemutatása során, sorra veszem a már korábban taglalt 5 lépést (3.2-es fejezet). Ezek közül az első a szabályozni kívánt jellemző kiválasztása, illetve több jellemző esetén ezek összegyűjtése.

4.3.1 A szabályozni kívánt jellemző kiválasztása, illetve több jellemző esetén ezek összegyűjtése

Az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártya egy változó értékének vizsgálatára alkalmas. Esetünkben a betöltött gáz tömegét kívánjuk szabályozni. A termék megítélésekor ez az a jellemző, amely a legnagyobb jelentőséggel bír. Ha több paramétert szeretnénk szabályozni akkor azokra külön kell kártyát terveznünk, vagy pedig többváltozós ellenőrző kártyát (pl.: T^2 kártya) kell alkalmaznunk.

4.3.2 A szabályozni kívánt jellemző (jellemzők) értékére vonatkozó specifikációs, illetve beavatkozási határok meghatározása

Esetünkben akkor tekintjük selejtesnek a terméket, ha az általunk vizsgált változó értéke a beavatkozási határokon kívülre esik, vagyis ekkor azt mondhatjuk, hogy $LSL=LCL$, valamint $USL=UCL$. UCL és LCL értékét a kártyatervezés során határozzuk meg.

A kártya tervezése:

A varianciát a mért értékek szórásából becsültem, a folyamat várható értéke pedig a mintaátlagok átlaga. A mozgó átlagok számításakor mindig a megelőző 5 értéket vettem figyelembe. Így az i -edik mozgó átlagot az $MA_i = \frac{1}{5} \sum_{j=i-w+1}^i \bar{x}_j$ képlettel számítottam, ahol w az átlagoláshoz felhasznált adatok száma (esetünkben $w=5$). Felmerül azonban a probléma a kezdeti periódusban, mivel ekkor még nincs 5 megelőző átlagunk. Ekkor az $MA_i = \frac{1}{i} \sum_{j=1}^i \bar{x}_j$ képlet használható.

A mozgóátlag-kártya kártya beavatkozási határai:

$$UCL = \bar{\bar{x}} + 3\sigma/\sqrt{nw}$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - 3\sigma/\sqrt{nw}$$

A határok számításakor 3σ -t alkalmaztam, de ez persze az elsőfajú hiba megengedett valószínűségének meghatározásával változhat. A fenti két képletre is igaz, hogy akkor alkalmazhatóak, ha már rendelkezésünkre áll 5 megelőző adat. Ezért a folyamat kezdeti szakaszára az $UCL = \bar{\bar{x}} + 3\sigma/\sqrt{ni}$, és $LCL = \bar{\bar{x}} - 3\sigma/\sqrt{ni}$ képlet használható.

A számítások eredménye:

$$CL = 7,618747$$

$$UCL = 7,684147$$

$$LCL = 7,553347$$

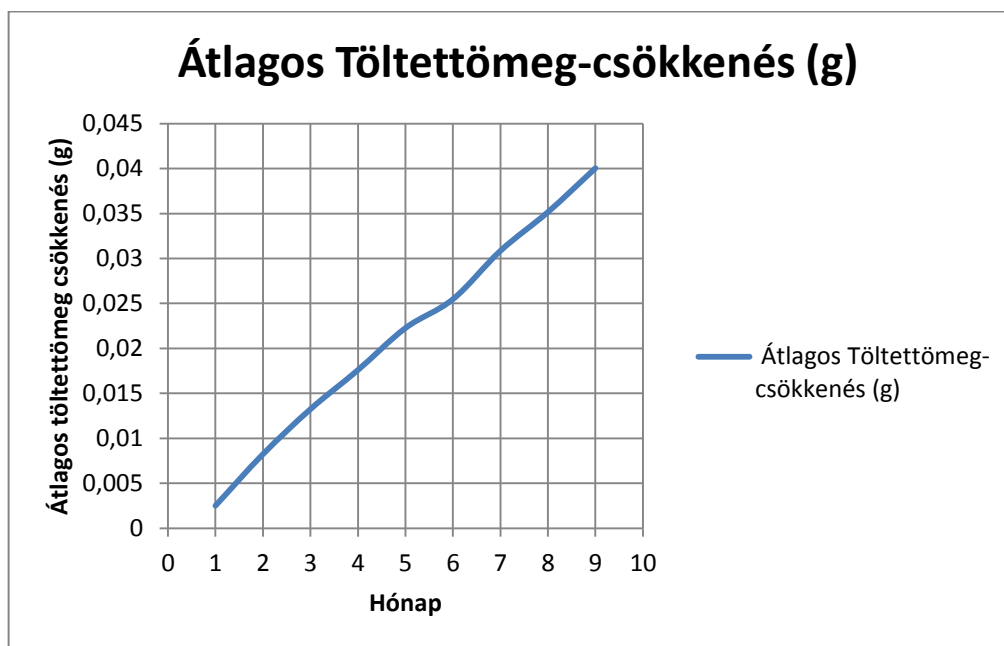
$$\mu = 7,618747, \text{ és } \sigma = 0,109$$

A folyamat kezdeti szakaszában a beavatkozási határookra más értékeket kapunk, melyek a mellékelt táblázatban megtekinthetők.

Következő lépésként előrejelzést kell készíteni a gáz töltettség időbeli megváltozására vonatkozóan.

4.3.3 Az adott jellemzőre vonatkozóan előrejelzés készítése

Az előrejelzéshez 24 db gázpatront különítünk el, és jegyezzük fel a leszivárgott gáz mennyiségét heti bontásban, majd ezek után a 24 mért értéket átlagoljuk. Így megkapjuk, hogy átlagosan egy mennyivel csökken hétről hétre egy gázpatron töltet tömege. Az előrejelzés pontosabbá tehető, ha még ennél is nagyobb számú mintára vonatkoztatva végezzük megfigyeléseinket. Az előrejelzés eredményét prezentálja a 7. ábra és a 6. táblázat.



7. ábra: A vizsgált termékparaméter változása az idő függvényében

Az átlagos töltettség csökkenést pontos becsléséhez összeállítottam a 6. táblázatot, mely részletesen is tartalmazza az adatokat, heti bontásban.

6. táblázat: A gázpatron átlagos töltettség-csökkenése

Hét	Átlagos Töltettség-csökkenés (g)
1	0,0025
2	0,00823
3	0,0137
4	0,01759
5	0,02226
6	0,02547
7	0,03085
8	0,03516
9	0,04004

Az előrejelzés ismeretében következő lépésként megbecsülöm, a várható termékparaméter-változás értékét.

4.3.4 Az előrejelzés és az előállítástól felhasználásig terjedő időtartam ismeretében a paraméter-változás várható értékének meghatározása

Tudjuk azt, hogy az előállítástól az átvételig megközelítőleg három hét telik el. A 6. táblázat alapján azt mondhatjuk, hogy a 24 db rendszeresen lemerített gázpatron átlagos töltettség-csökkenése alapján három hét alatt kb. 0,0137 g-ot veszít egy patron átlagosan a töltettségéből. Így következő lépésben az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártya beavatkozási határait ennek megfelelően módosítjuk.

4.3.5 A paraméterváltozás várható értékének ismeretében az alkalmazott ellenőrző kártya beavatkozási határainak módosítása

A korábban tervezett exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya nem veszi figyelembe a termékparaméterek időbeli változását. Ezért a beavatkozási határokat ennek megfelelően kell módosítanunk.

Az előző pontban becslést adtam az előrejelzés alapján, a három hét alatt várható átlagos töltettség-csökkenés értékére vonatkozóan, melyre: 0,0137 g-ot kaptam, tehát $I_{LCL}=0,0137$.

Esetünkben elegendő az alsó beavatkozási határ (LCL) módosítása, mivel a betöltött gáz töltetmegének értéke csak csökkenő trendet mutathat. Jogosan merül fel a kérdés,

hogyan akkor miért vesszük figyelembe a felső beavatkozási határt? Ennek oka az, hogy nem csak azért kell a célértékre törekednünk, hogy a töltetmeg egy bizonyos határ felett legyen, hanem azért is, mert a gyártás szempontjából további költséget jelent az is, ha több a gáztöltet a patronban, mint az előírt, ugyanis a vásárló minden egyes termékért ugyanannyit fizet (feltételezve, hogy a terméket az eredeti áron értékesítjük, eltekintve az árengedményektől).

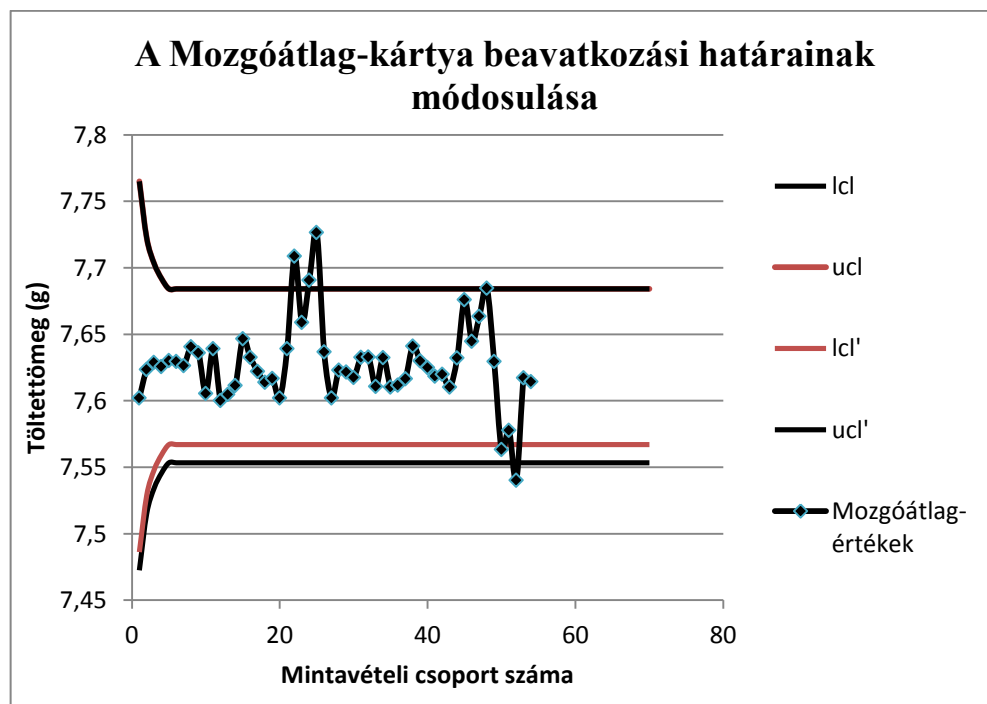
A beavatkozási határok módosítása a következő képlettel történik:

$$LCL' = LCL + l_{LCL}$$

A behelyettesítés után:

$$LCL' = 7,553347 + 0,0137 = 7,567047$$

A beavatkozási határok módosítása után kapott MA kártyát mutatja be a 8. ábra.



8. ábra: A tervezett Mozgóátlag-kártya beavatkozási határainak módosítása a termékparaméter-változás figyelembe vételével

Az ábrán pirossal jelölve láthatjuk azokat az értékeket, melyek az eredeti és az újonnan kapott beavatkozási határok között helyezkednek el, vagyis $LCL \leq MA_i \leq LCL'$, ahol z_i

az i -edik exponenciálisan súlyozott mozgóátlag. Ha nem változtatnánk meg az alsó beavatkozási határt a termékparaméter-változás figyelembe vételével, akkor másodfajú hibát követnénk el mindkét esetben, ugyanis ekkor a terméket megfelelőnek ítélnék meg, holott az várhatóan veszíteni fog a töltetömegéből még hozzá a becslés alapján 0,0137 g-ot. Ekkor pedig a fogyasztó nemmegfelelőnek ítélné meg a terméket. A beavatkozási határok módosításával igaz a terméket nemmegfelelőnek ítélnék meg, de így csökkenthető a termékparaméter-változásból eredő másodfajú hibák száma. Az összes vett mintára vonatkoztatott fedezeti érték növekszik, mivel az elsőfajú hiba elkövetése nem jár presztizs-veszteséggel, így a hozzá társítható fedezeti érték is nagyobb.

A szimuláció alapján a módszer alkalmazása előtt egyszer követtünk el másodfajú hibát. Ekkor az összes vett mintára számított fedezet értéke 2294,72 Ft. A módszer alkalmazásával a másodfajú hibák száma nullára csökkent. Az újonnan kapott fedezeti érték ekkor 2476,32 Ft. Ez 181,6 Ft-tal több, mint a termékparaméter-változás figyelembevétele és a beavatkozási határok módosítása előtt kapott érték.

4.4 AZ EXPONENCIÁLISAN SÚLYOZOTT MOZGÓÁTLAG-KÁRTYA (EWMA) ESETE:

Mivel a példa ugyanaz, mint a Mozgóátlag-kártya esetében, ezért a kártyatervezést, és kapott beavatkozási határok módosítását leszámítva a többi lépés is azonos, ezért itt egyből a kártya tervezését ismertetem.

Az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya tervezésekor λ paramétert alkalmazunk a súlyozáshoz, és az i -edik pont értékét az alábbi képlettel számíthatjuk:

$$z_i = \lambda \bar{x}_i + (1 - \lambda)z_{i-1}, \text{ ahol } z_i \text{ jelöli az } i\text{-edik mozgóátlagot.}$$

Ha a képletet minden i -edik pontra alkalmazzuk, akkor ennek eredményeképpen az ábrázolt pontokra igaz lesz, hogy időben visszafelé haladva $\lambda, \lambda(1 - \lambda), \lambda(1 - \lambda)^2 \dots \lambda(1 - \lambda)^i$ értékkel súlyozva vesszük őket figyelembe.

Az exponenciális súlyozásnál szükség van egy 0-dik értékre is, melyre a mintaátlagok átlagát vettem. A középvonal értéke szintén a mintaátlagok átlagából adódik. Az alsó és felső beavatkozási határokat más módon számítjuk, mint a mozgóátlag-kártyánál.

A beavatkozási határok:

$$UCL = \bar{\bar{x}} + 3\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{n(2-\lambda)}} [1 - (1-\lambda)^{2i}]$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - 3\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{n(2-\lambda)}} [1 - (1-\lambda)^{2i}]$$

A határok számításakor 3σ -val számoltam, $\lambda=0,5$ paraméteret alkalmazva. A számítások elvégzése után a következő eredményeket kaptam:

$$UCL = 7,667492$$

$$LCL = 7,583701$$

$$CL = 7,618747$$

$$\mu = 7,618747; \sigma = 0,109$$

A folyamat kezdeti szakaszában a beavatkozási határookra most is más értékeket kapunk, melyek a mellékelt táblázatban megtekinthetők.

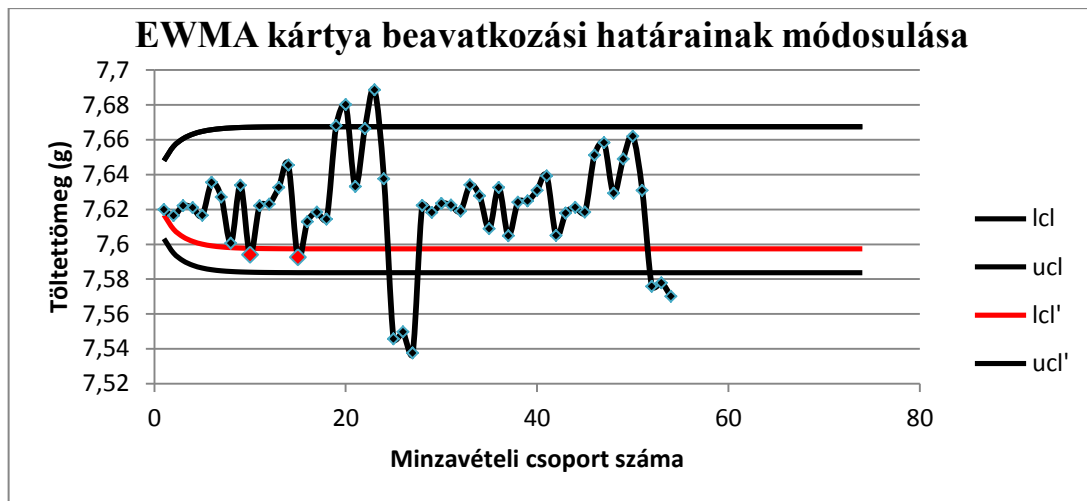
A beavatkozási határok módosítására a Mozgóátlag-kártyánál alkalmazott képletet használhatjuk:

$$LCL' = LCL + l_{LCL}$$

A behelyettesítés után:

$$LCL' = 7,583701 + 0,0137 = 7,597401$$

A 9. ábra prezentálja a folyamatra tervezett exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártyát.



9. ábra: Az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya beavatkozási határainak módosítása a termékparaméter-változás figyelembevételével

A szimuláció során, az elsőfajú hibák száma a beavatkozási határok módosítása előtt és után is 0, ezzel szemben a másodfajú hibák száma a módszer alkalmazásával 2-ről 0-ra redukálódik. Az első esetben az összes vett mintára vonatkoztatott fedezeti érték 1724,67 Ft, az alkalmazás után ennek értéke 2087,87 Ft. Ez esetben azt mondhatjuk, hogy a fedezet a módszer alkalmazása után 363,2 Ft-tal nőtt.

A 7. táblázat ismerteti a termékparaméter-változás figyelembevételéről nyert részletes eredményeket mind a Mozgóátlag-, mind az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártyára vonatkozóan.

7. táblázat: A termékparaméter-változás figyelembe vételével nyert eredmények a Mozgóátlag-, és Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártyára vonatkozóan

		EWMA	MA
A módszer alkalmazása előtt	LCL	7,583701	7,553346667
	UCL	7,667492	7,684146667
	CL	7,618747	7,618747
	Elsőfajú hibák száma (db)	0	0
	Másodfajú hibák száma (db)	2	1
	Fedezet (Ft)	1724,67	2294,72
A módszer alkalmazása után	LCL'	7,597400733	7,567046667
	UCL'	7,667492601	7,684146667
	CL'	7,643102222	7,618747
	I_{LCL}	0,0137	0,0137
	I_{UCL}	0	0
	Elsőfajú hibák száma (db)	0	0
	Másodfajú hibák száma (db)	0	0
	Fedezet (Ft)	2087,87	2476,32
Fedezet növekedés (Ft)		363,2	181,6

Ahogy a táblázatból is láthatjuk, Az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártya alkalmazása során a termékparaméter-változás figyelembe vétele előtt kétszer követtünk el másodfajú hibát, így az összes vett mintára számított fedezeti érték 1724,67 Ft volt. A módszer alkalmazása után a az elkövetett másodfajú hibák száma nullára csökken, így a kapott fedezeti érték 2087,87 Ft. Ekkor 363,2 Ft fedezet növekedéssel számolhatunk.

A mozgóátlag-kártyánál a kiinduló összes fedezeti érték 2294,72 Ft és ekkor egyszer követünk el másodfajú hibát. A beavatkozási határok módosítása után nullára csökken az elkövetett másodfajú hibák száma, így z összes vett mintára vonatkoztatott fedezeti érték 181,6 Ft-tal nő, így a kapott fedezet 2476,32 Ft.

A termékparaméter-változás figyelembe vételének módszere eredményesebben akkor alkalmazható, ha a már korábban kidolgozott kártyaillesztési folyamatba beépíthető. Ekkor ugyanis több szempont alapján is fejlesztjük a szabályozni kívánt folyamatra illesztett ellenőrző kártyát.

Az általam kidolgozott új módszer kártyaillesztési folyamatba történő integrálását taglalja a következő fejezet.

5 A KIDOLGOZOTT MÓDSZER KÁRTYAILLESZTÉSI FOLYAMATBA TÖRTÉNŐ INTEGRÁLÁSA

Ebben a fejezetben bemutatom, hogyan lehet a termékparaméter-változás figyelembe vételét a korábban kidolgozott kártyaillesztési folyamatba illeszteni. A bemutatás azért fontos, mert a termékparaméter-változás figyelembe vételének módszere úgy alkalmazható eredményesebben, ha nem csak önmagában használjuk, hanem egyben a mérési bizonytalanságot is figyelembe vesszük a folyamat szabályozása során. Így nem csak a termékparaméter-változásból eredő másodfajú hibák számát tudjuk csökkenteni, hanem a mérés bizonytalansága szempontjából elkövetett első-, és másodfajú hibák számát is.

A termékparaméter-változás módszere a kártyaillesztési folyamatba kétféle módon is integrálható.

- A mérési bizonytalanság figyelembevétele, és ezzel együtt a kártya beavatkozási határainak módosítása előtt,
- a mérési bizonytalanság figyelembevétele, és ezzel együtt a kártya beavatkozási határainak módosítása után, a kártyaillesztési folyamat utolsó pontjaként.

5.1 A KIDOLGOZOTT KÁRTYAILLESZTÉSI FOLYAMAT LÉPÉSEINEK KIBŐVÍTÉSE

Mindkét módon beilleszthető a lépés, azzal a különbséggel, hogy első esetben először módosítjuk a beavatkozási határokat a termékparaméter-változás szempontjából, majd ez után egészítjük ki vizsgálatainkat a mérés bizonytalanságának figyelembe vételével. Ekkor arra kell ügyelni, hogy a mérési bizonytalanság figyelembe vétele során a szimulációknál a termékparaméter-változás figyelembe vételével kapott beavatkozási határokkal számoljunk és a mérési hibát ezekhez viszonyítva vegyük figyelembe.

A második esetben először bővítjük ki vizsgálatunkat a mérés hibájának figyelembe vételével, majd az így kapott beavatkozási határokhöz számítjuk ki az l_{LCL} és l_{UCL} paramétereket, és módosítjuk a beavatkozási határokat a termékparaméter-változás alapján.

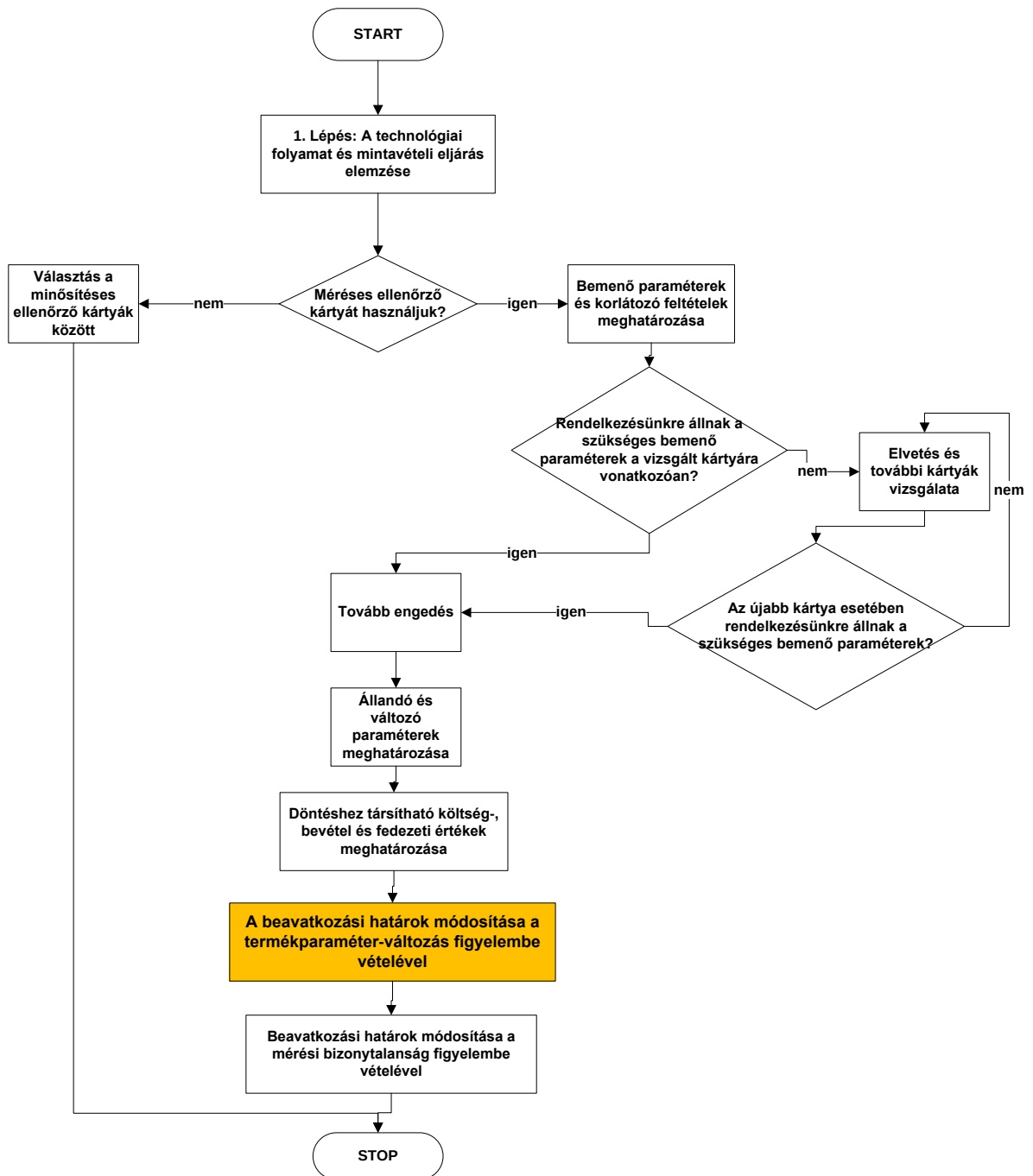
5. A kidolgozott módszer kártyaillesztési folyamatba történő integrálása

Dolgozatomban az újonnan kidolgozott módszer kártyaillesztési folyamatba történő integrálására az első esetnek megfelelően jártam el. Így a lépések a következőképpen egészülnek ki:

1. A technológiai folyamat és az ellenőrzés tulajdonságainak összegyűjtése
2. méréses vagy minősítéses 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.

5. A kidolgozott módszer kártyaillesztési folyamatba történő integrálása

A teljes folyamatot bemutató folyamatábra módosulását ismerteti a 10. ábra.



10. ábra: A termékparaméter-változás figyelembe vételének integrálása a kártyaillesztési folyamatba

A folyamatábrában a narancssárga színnel kiemelt elem prezentálja az újonnan beillesztett lépést (a termékparaméter-változás figyelembe vételét) a kártyaillesztési folyamatba.

5. A kidolgozott módszer kártyaillesztési folyamatba történő integrálása

Láthatjuk, hogy a termékparaméter-változás figyelembe vétele után a következő, egyben utolsó lépés a beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság figyelembe vételével. Ezért ennek megfelelően a gyakorlati példában módosítom a Mozgóátlag-, és Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártyára beavatkozási határait a mérési bizonytalanság figyelembevételével.

5.2 A BEAVATKOZÁSI HATÁROK MÓDOSÍTÁSA A MÉRÉSI BIZONYTALANSÁG FIGYELEMBE VÉTELÉVEL

A k_{USL} és k_{LSL} paraméterek optimalizálására szimulációs módszerek alkalmasak. A mozgóátlag-kártyára vonatkozó k_{USL} és k_{LSL} paramétereket Microsoft Excel program segítségével optimalizáltam. A fedezeti értékek összegeként, megkapjuk, hogy az elkövetett első és másodfajú hibákat figyelembe véve mennyi a teljes fedezet a vett összes mintára vonatkozóan. Ennek ismeretében úgy módosíthatjuk a kártya beavatkozási határait, hogy az elkövetett másodfajú hibák számát a minimálisra csökkentjük, lehetőleg úgy, hogy az elsőfajú hibák száma ne növekedjen nagymértékben. Ezt úgy érhetjük el, hogy a teljes fedezeti összeget maximalizáljuk. A módosítást úgy végezzük el, hogy megadjuk k_{LSL} és k_{USL} azon értékeit, amelyek mellett a teljes fedezet maximális. A k_{LSL} és k_{USL} paraméterek optimalizálását Microsoft Excel 2010 program Solver bővítményének segítségével, genetikus algoritmusok alkalmazásával oldottam meg.

5. A kidolgozott módszer kártyaillesztési folyamatba történő integrálása

A Mozgóátlag-kártyára vonatkozóan a szimuláció eredményei a következők:

A mérési hibára vonatkozó paraméterek értékei:

- $\mu_m=0$;
- $\sigma_m=0,05$

Emlékeztetőül az eredeti közép vonal és beavatkozási határok:

- $CL= 7,618747$
- $UCL= 7,684147$
- $LCL= 7,567047$

A közép vonal és beavatkozási határok értéke abban az esetben, ha mérési bizonytalansággal szimuláljuk a mért értékeket:

- $CL'= 7,619332$
- $LCL'= 7,576412$
- $UCL'= 7,6754$

5. A kidolgozott módszer kártyaillesztési folyamatba történő integrálása

A beavatkozási határok módosítása nélkül a vett összes mintára vonatkoztatott fedezeti érték (profit) 1430,97 Ft. k_{LSL} és k_{USL} paraméterek optimalizálása után a kapott értékek a következők:

$$k_{LSL} = 0,01811246$$

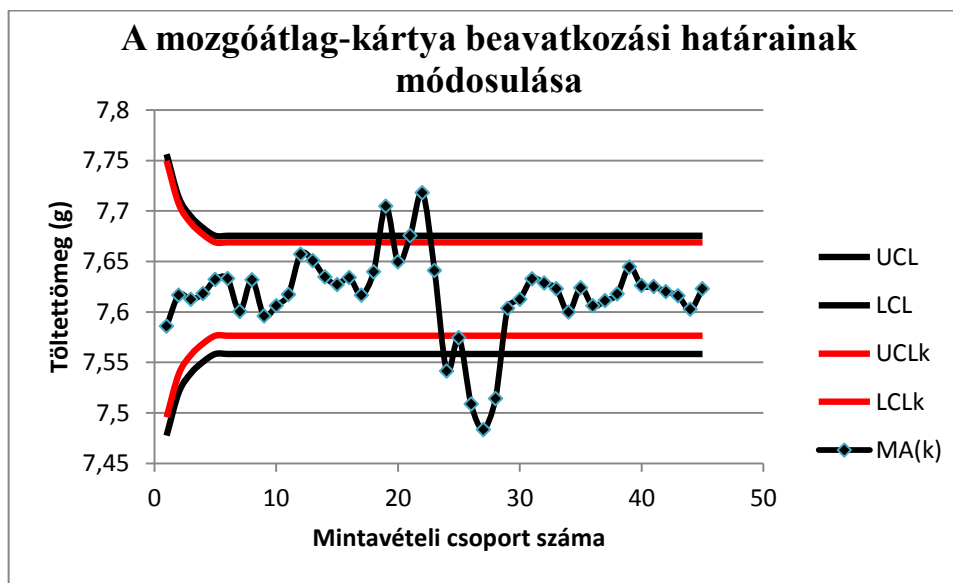
$$k_{USL} = 0,006514608$$

Ekkor a beavatkozási határok:

$$LCL_{(k)} = LCL' + k_{LSL} = 7,576412$$

$$UCL_{(k)} = UCL' - k_{USL} = 7,668885$$

A beavatkozási határok módosítása után a teljes fedezeti érték az összes vett mintára vonatkoztatva 1612,57 Ft. Az optimalizálás után a fedezet 181,6 Ft-tal nőtt. A beavatkozási határok módosulását prezentálja a 11. ábra.



11. ábra: A tervezett Mozgóátlag-kártya beavatkozási határainak módosítása a mérési bizonytalanság figyelembe vételével

Az ábrán fekete vonal jelöli az eredeti, piros vonal pedig az optimalizálás után kapott beavatkozási határokat, a pontok a gáz töltettségére vonatkozóan a csoportátlagokból számított mozgóátlag-értékeket jelölik. A következőkben vizsgáljuk meg, milyen eredményeket hoz a módszer alkalmazása az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya alkalmazása során!

5. A kidolgozott módszer kártyaillesztési folyamatba történő integrálása

A szimuláció során nyert eredmények az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártyára vonatkozóan:

A mérési hibára vonatkozó paraméterek értékei:

- $\mu_m=0$;
- $\sigma_m=0,05$

Emlékeztetőül az eredeti közép vonal és beavatkozási határok:

- $CL=7,61876$
- $LCL=7,590443$
- $UCL=7,661236$

A közép vonal és beavatkozási határok értéke abban az esetben, ha mérési eredményekhez a mérési bizonytalanságot is hozzáadjuk.

- $CL'=7,61899$
- $LCL'=7,590443$
- $UCL'=7,661236$

A beavatkozási határok módosítása nélkül a vett összes mintára vonatkoztatott fedezeti érték (profit) 1516,75 Ft. k_{LSL} és k_{USL} paraméterek optimalizálása után a kapott értékek a következők:

$$k_{LSL} = -0,008158116$$

$$k_{USL} = -0,001842969$$

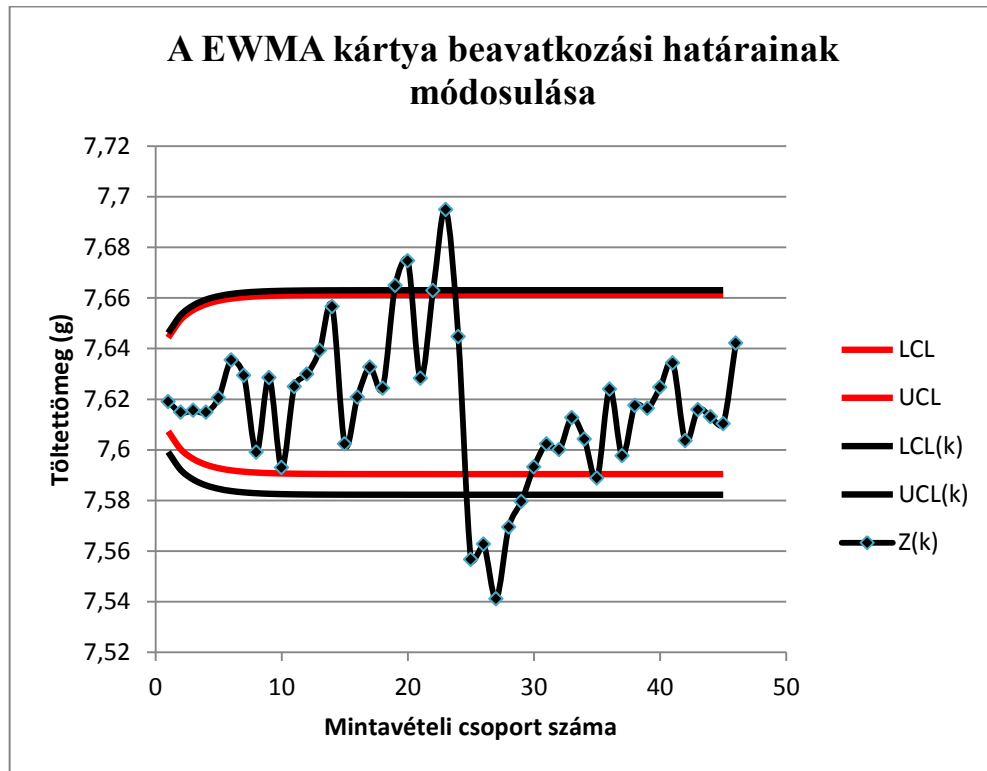
Ekkor a beavatkozási határok:

$$LCL_{(k)} = LCL' + k_{LSL} = 7,582285$$

$$UCL_{(k)} = UCL' - k_{USL} = 7,663079$$

5. A kidolgozott módszer kártyaillesztési folyamatba történő integrálása

A beavatkozási határok módosítása után a teljes fedezeti érték az összes vett mintára vonatkoztatva 1830,53 Ft. Az optimalizálás után a fedezet 313,78 Ft-tal nőtt. A beavatkozási határok módosulását mutatja be a 12. ábra.



12. ábra: Az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya beavatkozási határainak módosítása a mérési bizonytalanság figyelembevételével

Az ábrán fekete vonal jelöli az eredeti, piros vonal pedig az optimalizálás után kapott beavatkozási határokat, a pontok a gáz töltettségre vonatkozóan a csoportátlagokból számított exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-értékeket jelölik.

5. A kidolgozott módszer kártyaillesztési folyamatba történő integrálása

A szimulációk során nyert eredményeket foglalja össze mindkét kártya esetére vonatkozóan a 8. táblázat.

8. táblázat: A mérési bizonytalanság figyelembe vétele során nyert eredmények a Mozgóátlag-, és Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártyára vonatkozóan

			MA	EWMA
Beavatkozási határok módosítása előtt	Beavatkozási határok, közép vonal	LCL	7,5583	7,590443
		UCL	7,6754	7,661236
		CL	7,619332	7,61899
	Mérési hiba paraméterei	σ_m	0,05	0,05
		μ_m	0	0
	Első-, és másodfajú hibák száma	n_α	0	2
		n_β	1	0
	Fedezet/Profit		1 430,97 Ft	1 516,75 Ft
Beavatkozási határok módosítása után	Beavatkozási határok, közép vonal	LCL _(k)	7,576412	7,582285
		UCL _(k)	7,668885	7,663079
		CL _(k)	7,619332	7,61899
	Optimalizált paraméterek	k_{LSL}	0,01811246	-0,008158116
		k_{USL}	0,006514608	-0,001842969
	Mérési hiba paraméterei	σ_m	0,05	0,05
		μ_m	0	0
	Első-, és másodfajú hibák száma	n_α	0	0
		n_β	0	0
	Fedezet/Profit		1 612,57 Ft	1 830,53 Ft
	Profit növekedés		181,60 Ft	313,78 Ft

A mérési bizonytalanság figyelembe vétele előtt a Mozgóátlag-kártya alkalmazásakor számított összes vett mintára vonatkoztatott fedezeti érték 1430,97 Ft volt. Ekkor egyszer követtünk el másodfajú hibát és nem követtünk el elsőfajú hibát. A beavatkozási határok módosítása után a számított fedezeti érték 181,6 Ft-tal nő, így értéke 1612,57 Ft. Az elkövetett másodfajú hibák száma nullára csökken.

Az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártyánál a módszer alkalmazása előtt az összegzett fedezeti érték 1516,75 Ft volt, itt kétszer követtünk el elsőfajú hibát, viszont nem követtünk el egy másodfajú hibát sem. A mérési bizonytalanság figyelembevétele

5. A kidolgozott módszer kártyaillesztési folyamatba történő integrálása

után a számított fedezeti érték 1830,53 Ft. Ekkor nullára csökken az elkövetett elsőfajú hibák száma és 313,78 Ft-os fedezetnövekedéssel számolhatunk.

6 KONKLÚZIÓ

Dolgozatomban a hazai és idegen nyelvű irodalom feldolgozása után bemutattam az általam már korábban kidolgozott ellenőrző kártya-illesztési folyamatot, mely újítként tartalmazza többek közt a folyamat előzetes vizsgálatát, a kártyák állandó és változó paramétereinek kiválasztását és a mérési bizonytalanság figyelembevételével a beavatkozási határok módosítását.

Munkám során célul tűztem ki az említett ellenőrző kártya-illesztési módszer továbbfejlesztését a termékparaméter-változás figyelembe vételével. Bemutattam ennek elméleti kidolgozását és meghatároztam a beavatkozási határok termékparaméter-változás figyelembe vételével történő módosításának öt lépését. A lépések közül az első kettő megjelent korábbi modellekben is. Újítként jelenik meg azonban, hogy az előrejelzést magára a termék vizsgált jellemzőjére vonatkoztatva végzem, továbbá az, hogy az előrejelzés és az előállítástól felhasználásig terjedő időtartam ismeretében a paraméter-változás várható értéke meghatározásra kerül. Ezen kívül a paraméterváltozás várható értékének ismeretében az alkalmazott ellenőrző kártya beavatkozási határainak módosítása szintén újdonságnak mondható.

A folyamat bemutatása után annak alkalmazását szemléltettem egy gázpatron-töltési folyamaton keresztül, amely során bonyolultabb méréses ellenőrző kártyákra, nevezetesen a Mozgóátlag- (MA), és az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártyára (EWMA) vonatkozóan mutattam be a beavatkozási határok módosítását a termékparaméter-változás figyelembe vételével.

Ezek után bemutattam az újonnan kidolgozott módszer integrálásának lehetőségét egy kártyaillesztési folyamatba. Ennek alkalmazása során már nemcsak olyan kártyához jutottam, amely kockázatalapon működve figyelembe veszi a mérés bizonytalanságát, hanem a vizsgált termékparaméter időbeli megváltozásának lehetőségével is számol.

A 9. táblázat összefoglalva tartalmazza gyakorlati példa vizsgálata során nyert összes eredményt.

9. táblázat: A gyakorlati példa vizsgálata során nyert összes eredmény összefoglaló táblázata

	MA				EWMA			
	Termékparaméter-változás figyelembe vétele		Mérési bizonytalanság figyelembe vétele		Termékparaméter-változás figyelembe vétele		Mérési bizonytalanság figyelembe vétele	
A módszer alkalmazása előtt	LCL	7,55334667	LCL	7,5583	LCL	7,583701	LCL	7,590443
			UCL	7,6754			UCL	7,661236
			CL	7,619332			CL	7,61899
	UCL	7,68414667	σ_m	0,05	UCL	7,667492	σ_m	0,05
	CL	7,618747	μ_m	0	CL	7,618747	μ_m	0
	n_α	0	n_α	0	n_α	0	n_α	2
	n_β	1	n_β	1	n_β	2	n_β	0
	Fedezet (Ft)	2294,72	Fedezet (Ft)	1430,97	Fedezet (Ft)	1724,67	Fedezet (Ft)	1516,75
A módszer alkalmazása után	LCL'	7,56704667	LCL _(k)	7,576412	LCL'	7,597400733	LCL _(k)	7,582285
			UCL _(k)	7,668885			UCL _(k)	7,663079
	UCL'	7,68414667	CL _(k)	7,619332	UCL'	7,667492601	CL _(k)	7,61899
			$k_{t,SL}$	0,01811246			$k_{t,SL}$	-0,008158116
	CL'	7,618747	$k_{U,SL}$	0,006514608	CL'	7,643102222	$k_{U,SL}$	-0,001842969
	l_{LCL}	0,0137	σ_m	0,05	l_{LCL}	0,0137	σ_m	0,05
	l_{UCL}	0	μ_m	0	l_{UCL}	0	μ_m	0
	n_α	0	n_α	0	n_α	0	n_α	0
	n_β	0	n_β	0	n_β	0	n_β	0
	Fedezet (Ft)	2476,32	Fedezet (Ft)	1612,57	Fedezet (Ft)	2087,87	Fedezet (Ft)	1830,53
Fedezet növekedés (Ft)		181,6	Fedezet növekedés (Ft)	181,60	Fedezet növekedés (Ft)	363,2	Fedezet növekedés (Ft)	313,78

A táblázat a részletes eredményeket külön tartalmazza a mozgóátlag-, és külön az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártyára vonatkozóan, továbbá az egyes kártyákon belül az adatok megjelennek külön a termékparaméter-változás, külön a mérési bizonytalanság figyelembevétele során. Ekkor a két módszert (termékparaméter-változás, illetve mérési bizonytalanság figyelembe vétele) egymástól függetlenül alkalmazzuk.

A Mozgóátlag-kártya (MA) alkalmazása során nyert eredmények:

A mozgóátlag kártya esetében azt mondhatjuk, hogy a termékparaméter-változás figyelembe vétele és a beavatkozási határok ennek megfelelően történő módosítása előtt az összes vett mintára vonatkoztatott fedezeti érték 2294,72 Ft volt. Ekkor a termékparaméter-változás szempontjából egyszer követtünk el másodfajú hibát. A módszer alkalmazásával a termékparaméter-változásból elkövetett másodfajú hibák

száma nullára csökkent, és az összes vett mintára vonatkoztatott fedezeti érték 2476,32 Ft-ra nőtt. A fedezetnövekedés ekkor 181,6 Ft.

A mérési bizonytalanság figyelembe vétele előtt ugyanezt a kártyát alkalmazva, az összes mintára számított fedezeti érték 1430,97 Ft volt. Ekkor a mérés bizonytalanságának szempontjából egyszer követtünk el másodfajú hibát. A módszer alkalmazása után a fedezet 1612,57 Ft-ra nő, az elkövetett másodfajú hibák száma nullára csökken. Ebben az esetben 181,6 Ft-os fedezet növekedéssel számolhatunk.

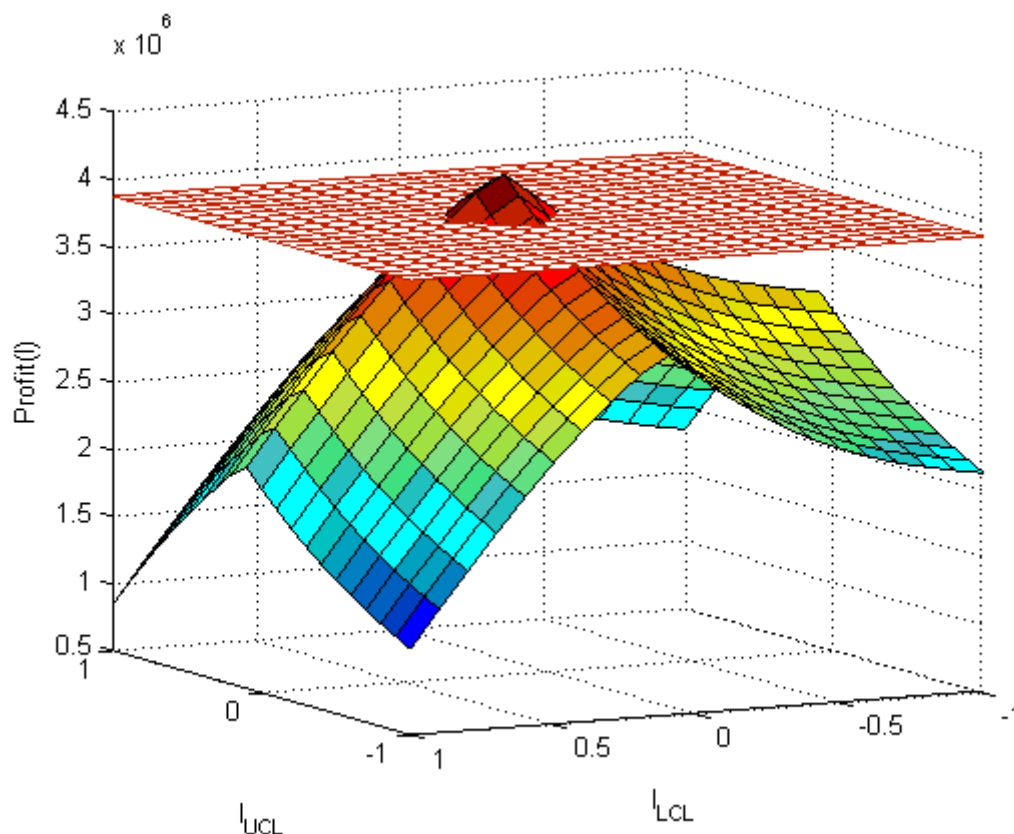
Az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya (EWMA) alkalmazása során nyert eredmények:

Az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártya alkalmazása során a termékparaméter-változás figyelembevétel előtt összesen 225 mintára az összegzett fedezeti érték 1724,67 Ft volt. A beavatkozási határok módosítása után a fedezeti érték 2087,87 Ft. Így az összes vett mintára vonatkoztatott fedezet 363,2 Ft-tal nőtt a módszer alkalmazása során, és kettőről nullára csökkentettük a termékparaméter megváltozásából eredő másodfajú hibák számát.

Ugyanerre a kártyára (EWMA) vonatkoztatva a beavatkozási határoknak a mérési bizonytalanság figyelembe vételével történő módosítása előtt a fedezeti érték 1516,75 Ft volt. A módszer alkalmazása és a beavatkozási határok módosítása után az összes vett mintára vonatkozó fedezet értéke 1830,53 Ft, így ebben az esetben 313,78 Ft-os fedezet növekedéssel számolhatunk és az elkövetett elsőfajú hibák számát kettőről nullára csökkentettük.

Itt megjegyezném, hogy a fedezeti értékek a két módszerre vonatkozóan még egy ellenőrző kártya esetében sem egyeznek meg. Ennek oka, hogy a két módszer nem ugyanazokat az eseteket értékeli első illetve másodfajú hibának, valamint ugyanazt a folyamatot is más-más szempontból vizsgáljuk a két módszer alkalmazása során.

Az általam továbbfejlesztett termékparaméter-változás figyelembevételére vonatkozó módszer 45-ször vett ötelemű mintavétel esetén eredményesnek bizonyult a szimulációk alapján. MATLAB program segítségével azt is szimuláltam, hogy a fedezet nagyobb nagyszámú minta esetén hogyan változik az l_{UCL} , l_{LCL} paraméterek függvényében. A szimuláció eredményét mutatja be a 13. ábra, Mozgóátlag-kártya alkalmazása során 100000 elemű minta esetén, ha a mért értékek Weibull eloszlást követnek.



13. ábra: A fedezet alakulása a l_{UCL} és l_{LCL} paraméterek függvényében, Mozgóátlag kártya alkalmazása során, 100000 elemű minta esetén, ha a mért értékek Weibull eloszlást követnek

Az elért eredmények alátámasztják a kidolgozott módszer alkalmazhatóságát és működőképességét. Látható, hogy a saját munkám során tovább fejlesztett módszer miként illeszthető a már meglévő kártyaillesztési folyamatba. Mind a Mozgóátlag-, mind az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya esetén fedezet növekedéssel számolhatunk az immár termékparaméter-változás figyelembevételével is kibővített kártyaillesztési folyamat alkalmazása során. További kutatási irányvonalat jelentene, az előrejelzési modell dinamikussá alakítása, mely figyelembe venné a technológiai folyamat változásait, ezzel együtt a termékparaméter-változás ütemének ingadozásait is.

IRODALOMJEGYZÉK

MAGYAR NYELVŰ SZAKIRODALOM

1. Veress, G. (1999): A minőségügy alapjai, Budapest, Műszaki Könyvkiadó. oldalszám: 40-42, 259-261. ISBN: 963 16 3049 8
2. Parányi, Gy. (2001): Minőséget gazdaságosan, Budapest, Műszaki Könyvkiadó, oldalszám: 280-284. ISBN 963 16 3033 1
3. Kemény S., Papp L., Deák A., (1998): Statisztikai minőség-(megfelelőség) szabályozás, Budapest, Műszaki könyvkiadó. oldalszám: 37-38, 81-82, 87-88, 205-206.. ISBN: 963 16 3006 4
4. Koczor Z., (1999): Bevezetés a minőségügybe: a minőségügy gyakorlati kérdései, Budapest, Műszaki könyvkiadó, oldalszám: 299-300.
5. Dr. Kosztyán Zs. T., Dr. Csizmadia T, Hegedűs Cs.' (2008. december 5-13.): A mérési bizonytalanság kezelése mindendarabos és mintavételes mérések esetén, International Joint Conferences on Computer, Information, and System Sciences, and Engineering
6. Dr. Kovács Z., Dr. Kosztyán Zs., T., Dr. Csizmadia T., Hegedűs Cs., (2010): Mérési bizonytalanság figyelembe vétele a megfelelőség értékelésekor. Minőség és Megbízhatóság, 43.évf. 8. sz. oldalszám: 87-93.
7. Hegedűs Cs., Dr. Kosztyán Zs., (2008): Mérési bizonytalanság kezelése a mintavételes minőségszabályozásban. V. Jedlik Ányos Szakmai Napok, Veszprém, 2008. március 27-29.
8. Balogh A. (2010): A folyamatteljesítmény és a folyamatképesség statisztikai mutatói (1. rész). Magyar minőség, 19. évf. 4. sz. oldalszám: 5-15, ISSN: 1789-5502
9. Feigenbaum A. V. (1991): Teljes körű minőségszabályozás. 3. kiadás, Budapest, ExQualitas Libri Kft., oldalszám: 68-72, 118. ISBN: 963-02-6564-8
10. Ittész András, (1999): Többváltozós statisztikai folyamatszabályozás, Minőség és megbízhatóság, 33. évf., 5. sz., oldalszám: 226-231.

1. Alexander S. M., Dillman M. A., Usher J. S., Damodaran B., (1995): Economic design of control charts using the Taguchi loss function, *Computers and Industrial Engineering*, Vol.28. Issue 3, pp. 671-679, ISSN: 0360-8352
2. Chen Y. S., Yang Y. M., (2002): Economic design of $\bar{x}$ -control charts with Weibull in-control times when there are multiple assignable causes, *International Journal of Production Economics*, Vol. 77, Issue 1, pp. 17–23, DOI:10.1016/S0925-5273(01)00196-7
3. Chen Y. S., Yang Y. M., (2002): An extension of Banerjee and Rahim's model for economic design of moving average control chart for a continuous flow process, *European Journal of Operational Research*, Vol. 143, Issue 3, pp. 600–610, DOI:10.1016/S0377-2217(01)00341-1
4. Chen H., Cheng Y., (2007): Non-normality effects on the economic–statistical design of $\bar{X}$ charts with Weibull in-control time, *European Journal of Operational Research*, Vol. 176, Issue 17, pp. 986–998, DOI:10.1016/j.ejor.2005.08.022
5. Chou C.-Y., Chen C.-H., Chen C.-H., (2006): Economic design of variable sampling intervals T2 control charts using genetic algorithms, *Expert Systems with Applications*, Vol. 30, Issue 2, pp. 233–242, DOI:10.1016/j.eswa.2005.07.010
6. Dadi He. (2010): *Engineering Quality Systems: Cost of Quality*. Modern Applied Science, Vol.4. Issue5, pp.102-104, ISSN: 1913-1852
7. Epprecht E. K, Simões B. F. T. Simões, Mendes F. C. T., (2010): A variable sampling interval EWMA chart for attributes, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 49. Issue. 1-4., pp. 281-292, DOI: 10.1007/s00170-009-2390-3
8. Grøn, Hansen, Magnusson, Nordbotten, Krysell, Andersenand, Lund. (2007): Uncertainty from sampling, *A Nordtest Handbook for Sampling Planners on Sampling Quality Assurance and Uncertainty Estimation*, pp. 7-8.
9. Haridy Abdellatif M: A., El-Shabrawy Adel Z. (1996): The economic design of cumulative sum charts used to maintain current control of non-normal process means, *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 35, Issue 3-4, pp. 783-790, DOI:10.1016/S0360-8352(96)00242-2

10. He David, Grigoryan Arsen, (2005): Multivariate multiple sampling charts, IIE Transactions, pp. 509–521, DOI: 10.1080/07408170490507837
11. Kao S.-C., Chuanching H., (2007): Robustness of R-Chart to Non Normality, Communications in Statistics—Simulation and Computation, Vol. 36, Issue 5, ISSN: 0361-0918, pp. 1089–1098.
12. Kegel T. (2001): Statistical control of the measurement process, Congreso Internacional de Ductos, Mérida, Yucatán, 14 – 16 Noviembre del 2001
13. Luo Z., Li Z., Wang Z., (2009): Adaptive CUSUM control chart with variable sampling intervals, Computational Statistics and Data Analysis, Vol. 53, Issue 7, pp. 2693-2701, DOI: 10.1016/j.csda.2009.01.006
14. M. De Magalhaes, A. Costa, F. Moura Neto, (2009): A hierarchy of adaptive X control charts, Vol. 119, Issue 2, pp. 271-283, DOI: 10.1016/j.ijpe.2008.10.017
15. Maravelakis P. E., Panaretos J., Psarakis S., (2005): An Examination of the Robustness to Non Normality of the EWMA Control Charts for the Dispersion, Communications in Statistics - Simulation and Computation, Vol. 34, Issue 4, pp. 1069 – 1079, ISSN: 0361-0918, DOI: 10.1080/03610910500308719
16. Rungtusanatham. M. (2000): The Quality and Motivational Effects of Statistical Process Control, Journal of Quality Management, Vol. 4, Issue 2, pp. 243- 264.
17. Serel Dog˘an A., Moskowitz H., (2008): Joint economic design of EWMA control charts for mean and variance, European Journal of Operational Research, Volume 184, Issue 1, pp. 157–168, DOI: 10.1016/j.ejor.2006.09.084
18. Wang, H.,(2007): Comparison of p control charts for low defective rate, Computational Statistics and Data Analysis, Vol. 53, Issue 12, pp. 4210-4220, DOI: 10.1016/j.csda.2009.05.024
19. Yu F.-J., Wu H. H., (2004): An economic design for variable sampling interval MA control charts, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 24, Issue 1-2, pp. 41–47, DOI: 10.1007/s00170-003-1625-y
20. Zhou W., Lian Z., (2011): Optimum design of a new VSS-NP chart with adjusting sampling inspection, International Journal of Production Economics, Vol. 129, Issue 1, pp. 8–13.

MELLÉKLETEK

TARTALOM

A Mozgóátlag-kártyára vonatkozó beavatkozási határok és mintaátlagból számított mozgóátlag-értékek összefoglaló táblázata	I
Az egyes döntések költségei és a teljes fedezeti érték az optimalizálás előtt a Mozgóátlag-kártya esetében	II
Az egyes döntések költségei és a teljes fedezeti érték az optimalizálás után a Mozgóátlag-kártya esetében	III
A Mozgóátlag-kártya alkalmazása során számított fedezet a termékparaméter-változás figyelembe vétele előtt.....	IV
A Mozgóátlag-kártya alkalmazása során számított fedezet a termékparaméter-változás figyelembe vétele után.....	V
Az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártyára vonatkozó beavatkozási határok és az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-értékek összefoglaló táblázata.....	VI
Az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya alkalmazása során számított fedezet a termékparaméter-változás figyelembe vétele előtt	IIII
Az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya alkalmazása során számított fedezet a termékparaméter-változás figyelembe vétele után	IIIIII
Az egyes döntések költségei és a teljes fedezeti érték az optimalizálás előtt az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya esetében	IVX
Az egyes döntések költségei és a teljes fedezeti érték az optimalizálás után az Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya esetében	VII

**6.1 A MOZGÓÁTLAG-KÁRTYÁRA VONATKOZÓ BEAVATKOZÁSI HATÁROK ÉS
MINTAÁTLAGBÓL SZÁMÍTOTT MOZGÓÁTLAG-ÉRTÉKEK ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZATA**

	Átlag értékek	MA _i	UCL	LCL
0				
1	7,6022	7,6022	7,764999	7,47252115
2	7,645	7,6236	7,722166	7,51535352
3	7,6164	7,6212	7,703191	7,53432896
4	7,5992	7,6157	7,691879	7,54564058
5	7,7108	7,63472	7,68416	7,55336
6	7,5936	7,633	7,68416	7,55336
7	7,495	7,603	7,68416	7,55336
8	7,7666	7,63304	7,68416	7,55336
9	7,435	7,6002	7,68416	7,55336
10	7,7342	7,60488	7,68416	7,55336
11	7,627	7,61156	7,68416	7,55336
12	7,6706	7,64668	7,68416	7,55336
13	7,697	7,63276	7,68416	7,55336
14	7,3812	7,622	7,68416	7,55336
15	7,6942	7,614	7,68416	7,55336
16	7,6406	7,61672	7,68416	7,55336
17	7,5982	7,60224	7,68416	7,55336
18	7,882	7,63924	7,68416	7,55336
19	7,729	7,7088	7,68416	7,55336
20	7,4446	7,65888	7,68416	7,55336
21	7,7994	7,69064	7,68416	7,55336
22	7,7778	7,72656	7,68416	7,55336
23	7,4332	7,6368	7,68416	7,55336
24	7,1782	7,52664	7,68416	7,55336
25	7,5658	7,55088	7,68416	7,55336
26	7,4892	7,48884	7,68416	7,55336
27	7,6992	7,47312	7,68416	7,55336
28	7,6022	7,50692	7,68416	7,55336
29	7,6438	7,60004	7,68416	7,55336
30	7,619	7,61068	7,68416	7,55336
31	7,6052	7,63388	7,68416	7,55336
32	7,6938	7,6328	7,68416	7,55336
33	7,603	7,63296	7,68416	7,55336
34	7,5328	7,61076	7,68416	7,55336
35	7,7274	7,63244	7,68416	7,55336
36	7,4942	7,61024	7,68416	7,55336
37	7,7012	7,61172	7,68416	7,55336
38	7,6274	7,6166	7,68416	7,55336
39	7,6556	7,64116	7,68416	7,55336
40	7,6724	7,63016	7,68416	7,55336
41	7,468	7,62492	7,68416	7,55336
42	7,669	7,61848	7,68416	7,55336
43	7,6344	7,61988	7,68416	7,55336
44	7,6072	7,6102	7,68416	7,55336
45	7,7824	7,6322	7,68416	7,55336

6.2 AZ EGYES DÖNTÉSEK KÖLTSÉGEI ÉS A TELJES FEDEZETI ÉRTÉK AZ OPTIMALIZÁLÁS ELŐTT A MOZGÓÁTLAG-KÁRTYA ESETÉBEN

									0	1		1430,97
	Átlag(k)	MA(k)	UCLk	LCLk	Tényleges	Helyes	Helyes elfogadás	Helyes visszautasítás	Elsőfajú h.	Másodfajú h.		Fedezet
1	7,585864	7,585864	7,756239	7,477461	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
2	7,647281	7,616572	7,713406	7,520294	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
3	7,60385	7,612332	7,694431	7,539269	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
4	7,635387	7,618096	7,683119	7,550581	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
5	7,687682	7,632013	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
6	7,590631	7,632966	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
7	7,484096	7,600329	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
8	7,760791	7,631718	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
9	7,456875	7,596015	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
10	7,738314	7,606141	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
11	7,645444	7,617104	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
12	7,684502	7,657185	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
13	7,729096	7,650846	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
14	7,375775	7,634626	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
15	7,700213	7,627006	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
16	7,679827	7,633883	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
17	7,597988	7,61658	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
18	7,844994	7,639759	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
19	7,700931	7,70479	7,6754	7,5583	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
20	7,424252	7,649598	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
21	7,80914	7,675461	7,6754	7,5583	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
22	7,810919	7,718047	7,6754	7,5583	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
23	7,459528	7,640954	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
24	7,203172	7,541402	7,6754	7,5583	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
25	7,588459	7,574243	7,6754	7,5583	1	0	HAMIS	HAMIS	0	1		-204,8
26	7,481991	7,508814	7,6754	7,5583	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
27	7,683611	7,483352	7,6754	7,5583	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
28	7,612557	7,513958	7,6754	7,5583	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
29	7,650843	7,603492	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
30	7,633641	7,612528	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
31	7,582658	7,632662	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
32	7,663436	7,628627	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
33	7,583575	7,62283	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
34	7,534948	7,599652	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
35	7,753802	7,623684	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
36	7,493747	7,605901	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
37	7,689034	7,611021	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
38	7,616659	7,617638	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
39	7,669514	7,644551	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
40	7,660568	7,625904	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
41	7,489327	7,625021	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
42	7,664053	7,620024	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
43	7,595583	7,615809	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
44	7,602646	7,602436	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
45	7,762759	7,622874	7,6754	7,5583	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49

6.3 AZ EGYES DÖNTÉSEK KÖLTSÉGEI ÉS A TELJES FEDEZETI ÉRTÉK AZ OPTIMALIZÁLÁS UTÁN A MOZGÓÁTLAG-KÁRTYA ESETÉBEN

									0	0	1612,57
	Átlag(k)	MA(k)	UCLk	LCLk	Tényleges	Helyes	Helyes elfogadás	Helyes visszautasítás	Elsőfajú h.	Másodfajú h.	Fedezet
1	7,585864	7,585864	7,741346	7,508498	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
2	7,647281	7,616572	7,698513	7,551331	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
3	7,60385	7,612332	7,679538	7,570306	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
4	7,635387	7,618096	7,668226	7,581618	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
5	7,687682	7,632013	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
6	7,590631	7,632966	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7	7,484096	7,600329	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
8	7,760791	7,631718	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
9	7,456875	7,596015	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
10	7,738314	7,606141	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
11	7,645444	7,617104	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
12	7,684502	7,657185	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
13	7,729096	7,650846	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
14	7,375775	7,634626	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
15	7,700213	7,627006	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
16	7,679827	7,633883	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
17	7,597988	7,61658	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
18	7,844994	7,639759	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
19	7,700931	7,70479	7,660507	7,589337	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
20	7,424252	7,649598	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
21	7,80914	7,675461	7,660507	7,589337	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
22	7,810919	7,718047	7,660507	7,589337	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
23	7,459528	7,640954	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
24	7,203172	7,541402	7,660507	7,589337	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
25	7,588459	7,574243	7,660507	7,589337	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
26	7,481991	7,508814	7,660507	7,589337	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
27	7,683611	7,483352	7,660507	7,589337	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
28	7,612557	7,513958	7,660507	7,589337	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
29	7,650843	7,603492	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
30	7,633641	7,612528	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
31	7,582658	7,632662	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
32	7,663436	7,628627	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
33	7,583575	7,62283	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
34	7,534948	7,599652	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
35	7,753802	7,623684	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
36	7,493747	7,605901	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
37	7,689034	7,611021	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
38	7,616659	7,617638	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
39	7,669514	7,644551	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
40	7,660568	7,625904	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
41	7,489327	7,625021	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
42	7,664053	7,620024	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
43	7,595583	7,615809	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
44	7,602646	7,602436	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
45	7,762759	7,622874	7,660507	7,589337	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49

6.4 A MOZGÓÁTLAG-KÁRTYA ALKALMAZÁSA SORÁN SZÁMÍTOTT FEDEZET A TERMÉKPARAMÉTER-VÁLTOZÁS FIGYELEMBE VÉTELE ELŐTT

Mozgóátlag	tényleges	helyes	helyes elfogadás	helyes visszautastás	0 1. fajú h	1 2. fajú h.	2294,72 fedezet
7,6022	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,62895	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,625813	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63022	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,62962	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,62652	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,64075	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63619	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,60562	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6391	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6002	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,60488	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61156	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,64668	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63276	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,622	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,614	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61672	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,60224	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63924	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,7088	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,65888	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,69064	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,72656	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,6368	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6022	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,623	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,621667	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61755	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6328	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63296	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61076	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63244	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61024	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61172	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6166	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,64116	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63016	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,62492	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61848	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61988	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6102	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6322	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,67604	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,64476	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,66344	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,68476	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,6296	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,56332	1	0	HAMIS	HAMIS	0	1	-204,8
7,57788	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,54028	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,61732	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,614336	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49

6.5 A MOZGÓÁTLAG-KÁRTYA ALKALMAZÁSA SORÁN SZÁMÍTOTT FEDEZET A TERMÉKPARAMÉTER-VÁLTOZÁS FIGYELEMBE VÉTELE ELŐTT

mérés	tényleges	helyes	helyes elfogadás	helyes visszautastás	0 1. fajú h	0 2. fajú h.	2476,32 fedezet
7,6022	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,62895	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,625813	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63022	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,62962	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,62652	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,64075	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63619	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,60562	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6391	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6002	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,60488	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61156	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,64668	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63276	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,622	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,614	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61672	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,60224	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63924	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,7088	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,65888	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,69064	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,72656	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,6368	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6022	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,623	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,621667	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61755	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6328	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63296	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61076	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63244	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61024	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61172	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6166	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,64116	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63016	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,62492	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61848	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61988	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6102	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,6322	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,67604	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,64476	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,66344	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,68476	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,6296	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,56332	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,57788	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,54028	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,61732	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,614336	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49

**6.6 AZ EXPONENCIÁLISAN SÚLYOZOTT MOZGÓÁTLAG-KÁRTYÁRA VONATKOZÓ
BEAVATKOZÁSI HATÁROK ÉS AZ EXPONENCIÁLISAN SÚLYOZOTT MOZGÓÁTLAG-
ÉRTÉKEK ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZATA**

	átlag	MA	z	UCL	LCL
0	-----		7,6198	7,61876	7,63636
1	7,6022		7,61628	7,648008	7,607112
2	7,645		7,622024	7,656215	7,598905
3	7,6164		7,620899	7,660632	7,594488
4	7,5992		7,616559	7,66323	7,59189
5	7,7108	7,63472	7,635407	7,664815	7,590305
6	7,5936	7,633	7,627046	7,665802	7,589318
7	7,495	7,603	7,600637	7,666422	7,588698
8	7,7666	7,63304	7,633829	7,666815	7,588305
9	7,435	7,6002	7,594064	7,667065	7,588055
10	7,7342	7,60488	7,622091	7,667224	7,587896
11	7,627	7,61156	7,623073	7,667326	7,587794
12	7,6706	7,64668	7,632578	7,667391	7,587729
13	7,697	7,63276	7,645463	7,667433	7,587687
14	7,3812	7,622	7,59261	7,667459	7,587661
15	7,6942	7,614	7,612928	7,667476	7,587644
16	7,6406	7,61672	7,618462	7,667487	7,587633
17	7,5982	7,60224	7,61441	7,667494	7,587626
18	7,882	7,63924	7,667928	7,667498	7,587622
19	7,729	7,7088	7,680142	7,667501	7,587619
20	7,4446	7,65888	7,633034	7,667503	7,587617
21	7,7994	7,69064	7,666307	7,667504	7,587616
22	7,7778	7,72656	7,688606	7,667505	7,587615
23	7,4332	7,6368	7,637525	7,667505	7,587615
24	7,1782	7,52664	7,54566	7,667506	7,587614
25	7,5658	7,55088	7,549688	7,667506	7,587614
26	7,4892	7,48884	7,53759	7,667506	7,587614
27	7,6992	7,47312	7,569912	7,667506	7,587614
28	7,6022	7,50692	7,57637	7,667506	7,587614
29	7,6438	7,60004	7,589856	7,667506	7,587614
30	7,619	7,61068	7,595685	7,667506	7,587614
31	7,6052	7,63388	7,597588	7,667506	7,587614
32	7,6938	7,6328	7,61683	7,667506	7,587614
33	7,603	7,63296	7,614064	7,667506	7,587614
34	7,5328	7,61076	7,597811	7,667506	7,587614
35	7,7274	7,63244	7,623729	7,667506	7,587614
36	7,4942	7,61024	7,597823	7,667506	7,587614
37	7,7012	7,61172	7,618499	7,667506	7,587614
38	7,6274	7,6166	7,620279	7,667506	7,587614
39	7,6556	7,64116	7,627343	7,667506	7,587614
40	7,6724	7,63016	7,636354	7,667506	7,587614
41	7,468	7,62492	7,602684	7,667506	7,587614
42	7,669	7,61848	7,615947	7,667506	7,587614
43	7,6344	7,61988	7,619637	7,667506	7,587614
44	7,6072	7,6102	7,61715	7,667506	7,587614
45	7,7824	7,6322	7,6502	7,667506	7,587614

6.7 AZ EXPONENCIÁLISAN SÚLYOZOTT MOZGÓÁTLAG-KÁRTYA ALKALMAZÁSA SORÁN SZÁMÍTOTT FEDEZET A TERMÉKPARAMÉTER-VÁLTOZÁS FIGYELEMBE VÉTELE ELŐTT

					0	2	1724,67
mérés	tényleges	helyes	helyes elfogadás	helyes visszautastás	1. fajú h	2. fajú h.	fedezet
7,6198	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61628	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,622024	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,620899	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,616559	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,635407	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,627046	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,600637	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,633829	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,594064	1	0	HAMIS	HAMIS	0	1	-204,8
7,622091	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,623073	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,632578	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,645463	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,59261	1	0	HAMIS	HAMIS	0	1	-204,8
7,612928	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,618462	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61441	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,667928	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,680142	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,633034	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,666307	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,688606	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,637525	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,54566	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,549688	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,53759	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,62226	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,618248	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,623358	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,622487	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,619029	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,633984	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,627787	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,608789	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,632512	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,604849	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,624119	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,624776	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63094	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,639232	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,604986	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,617789	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,621111	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,618329	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,651143	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,658354	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,629204	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,648923	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,661898	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,630839	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,575831	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,577745	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,570156	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2

6.8

**6.9 AZ EXPONENCIÁLISAN SÚLYOZOTT MOZGÓÁTLAG-KÁRTYA ALKALMAZÁSA SORÁN
SZÁMÍTOTT FEDEZET A TERMÉKPARAMÉTER-VÁLTOZÁS FIGYELEMBE VÉTELE UTÁN**

					0	0	2087,87
mérés	tényleges	helyes	helyes elfogadás	helyes visszautastás	1. fajú h	2. fajú h.	fedezet
7,6198	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61628	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,622024	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,620899	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,616559	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,635407	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,627046	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,600637	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,633829	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,594064	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,622091	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,623073	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,632578	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,645463	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,59261	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,612928	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,618462	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,61441	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,667928	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,680142	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,633034	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,666307	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,688606	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,637525	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,54566	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,549688	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,53759	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,62226	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,618248	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,623358	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,622487	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,619029	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,633984	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,627787	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,608789	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,632512	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,604849	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,624119	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,624776	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,63094	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,639232	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,604986	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,617789	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,621111	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,618329	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,651143	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,658354	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,629204	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,648923	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,661898	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,630839	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7,575831	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,577745	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
7,570156	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2

6.10

6.11 AZ EGYES DÖNTÉSEK KÖLTSÉGEI ÉS A TELJES FEDEZETI ÉRTÉK AZ OPTIMALIZÁLÁS ELŐTT AZ EXPONENCIÁLISAN SÚLYOZOTT MOZGÓÁTLAG-KÁRTYA ESETÉBEN

									2	0		1516,75
	Átlag(k)	Z(k)	LCL(k)	UCL(k)	Tényleges	Helyes	Helyes elfogadás	Helyes visszautasítás	Elsőfajú h	Másodfajú h		Fedezet
0	-----	7,61899	7,63269	7,61899								
1	7,598075	7,614807	7,607342	7,644338	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
2	7,618441	7,615534	7,600228	7,651451	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
3	7,612072	7,614841	7,5964	7,655279	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
4	7,643318	7,620537	7,594149	7,65753	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
5	7,695047	7,635439	7,592775	7,658904	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
6	7,605168	7,629385	7,59192	7,659759	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
7	7,477701	7,599048	7,591382	7,660297	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
8	7,74619	7,628476	7,591042	7,660638	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
9	7,450881	7,592957	7,590825	7,660854	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
10	7,753101	7,624986	7,590687	7,660992	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
11	7,649231	7,629835	7,590599	7,66108	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
12	7,676904	7,639249	7,590543	7,661137	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
13	7,725996	7,656598	7,590507	7,661173	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
14	7,385431	7,602365	7,590484	7,661196	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
15	7,694371	7,620766	7,590469	7,66121	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
16	7,680035	7,63262	7,59046	7,66122	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
17	7,591161	7,624328	7,590454	7,661226	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
18	7,827185	7,6649	7,59045	7,66123	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
19	7,713734	7,674666	7,590447	7,661232	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
20	7,44236	7,628205	7,590446	7,661234	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
21	7,801314	7,662827	7,590445	7,661235	0	1	HAMIS	HAMIS	1	0		-102,4
22	7,823213	7,694904	7,590444	7,661235	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
23	7,44405	7,644733	7,590444	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
24	7,204526	7,556692	7,590443	7,661236	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
25	7,58682	7,562718	7,590443	7,661236	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
26	7,454783	7,541131	7,590443	7,661236	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
27	7,682722	7,569449	7,590443	7,661236	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
28	7,620107	7,579581	7,590443	7,661236	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0		-23,2
29	7,647897	7,593244	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
30	7,63859	7,602313	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
31	7,590888	7,600028	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
32	7,663016	7,612626	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
33	7,570266	7,604154	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
34	7,527496	7,588822	7,590443	7,661236	0	1	HAMIS	HAMIS	1	0		-102,4
35	7,764708	7,623999	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
36	7,492465	7,597692	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
37	7,696512	7,617456	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
38	7,611635	7,616292	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
39	7,658072	7,624648	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
40	7,673167	7,634352	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
41	7,480765	7,603634	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
42	7,664825	7,615872	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
43	7,601917	7,613081	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
44	7,599011	7,610267	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49
45	7,769371	7,642088	7,590443	7,661236	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0		54,49

6.12 AZ EGYES DÖNTÉSEK KÖLTSÉGEI ÉS A TELJES FEDEZETI ÉRTÉK AZ OPTIMALIZÁLÁS UTÁN AZ EXPONENCIÁLISAN SÚLYOZOTT MOZGÓÁTLAG-KÁRTYA ESETÉBEN

									0	0	1830,53
	Átlag(k)	Z(k)	LCL(k)	UCL(k)	Tényleges	Helyes	Helyes elfogadás	Helyes visszautasítás	Elsőfajú h.	Másodfajú h.	Fedezet
0	-----	7,61899	7,622827	7,620841							
1	7,598075	7,614807	7,597479	7,646189	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
2	7,618441	7,615534	7,590365	7,653302	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
3	7,612072	7,614841	7,586537	7,657113	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
4	7,643318	7,620537	7,584286	7,659381	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
5	7,695047	7,635439	7,582912	7,660755	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
6	7,605168	7,629385	7,582057	7,66161	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
7	7,477701	7,599048	7,581519	7,662148	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
8	7,74619	7,628476	7,581179	7,662489	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
9	7,450881	7,592957	7,580962	7,662705	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
10	7,753101	7,624986	7,580824	7,662843	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
11	7,649231	7,629835	7,580736	7,662932	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
12	7,676904	7,639249	7,58068	7,662988	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
13	7,725996	7,656598	7,580644	7,663024	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
14	7,385431	7,602365	7,580621	7,663047	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
15	7,694371	7,620766	7,580606	7,663061	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
16	7,680035	7,63262	7,580597	7,663071	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
17	7,591161	7,624328	7,580591	7,663077	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
18	7,827185	7,6649	7,580587	7,663081	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
19	7,713734	7,674666	7,580584	7,663083	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
20	7,44236	7,628205	7,580583	7,663085	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
21	7,801314	7,662827	7,580582	7,663086	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
22	7,823213	7,694904	7,580581	7,663087	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
23	7,44405	7,644733	7,580581	7,663087	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
24	7,204526	7,556692	7,58058	7,663087	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
25	7,58682	7,562718	7,58058	7,663087	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
26	7,454783	7,541131	7,58058	7,663087	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
27	7,682722	7,569449	7,58058	7,663088	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
28	7,620107	7,579581	7,58058	7,663088	0	0	HAMIS	IGAZ	0	0	-23,2
29	7,647897	7,593244	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
30	7,63859	7,602313	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
31	7,590888	7,600028	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
32	7,663016	7,612626	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
33	7,570266	7,604154	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
34	7,527496	7,588822	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
35	7,764708	7,623999	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
36	7,492465	7,597692	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
37	7,696512	7,617456	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
38	7,611635	7,616292	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
39	7,658072	7,624648	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
40	7,673167	7,634352	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
41	7,480765	7,603634	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
42	7,664825	7,615872	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
43	7,601917	7,613081	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
44	7,599011	7,610267	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49
45	7,769371	7,642088	7,58058	7,663088	1	1	IGAZ	HAMIS	0	0	54,49