

# Az önellenőrzés elméleti és gyakorlati kérdései

## 2. rész

Alacsony hibaarányú gyártás biztosítása önellenőrzéssel.

*Zsoldos Benő*

### Az önellenőrzés alapelvei

Korábban megállapítottuk, hogy az önellenőrzés elsődleges célja az, hogy a gyártási folyamat alatt esetleg keletkező hibákat észrevegyük és ezek elhárítására visszacsatolással a folyamatot helyesbítsük [1]. Az önellenőrzés a benne résztvevők munkakörének a gazdagítását jelenti, mivel a közvetlen munkafeladatán túl saját műveleteinek menedzsere lesz. A vezetés ennek érdekében az önellenőrt felhatalmazza arra, hogy a termék minőségét a termelő folyamat alatt (gyártásközi ellenőrzés) és/vagy a gyártás befejeztével (végellenőrzés) megítélje. Ezzel az önellenőri felhatalmazással – lehetővé válik a dolgozó felelősségvállalása, másrészt ezzel a decentralizálással tehermentesítjük a szervezet Minőségirányítását, nagyobb lehetőséget adva más fontos és az egész szervezetre kiterjedő minőségszabályozási feladatok elvégzésére. Az önellenőrnek az ellenőrzéshez szükséges képességeknek, készségeknek és tudásnak birtokában kell lennie. Ezzel a megbízással teljesül a felhatalmazás harmadik dimenziója is a „kölcsonös bizalom” azáltal, hogy a vezetés megbízik a felhatalmazott önellenőrben a tekintetben, hogy a vizsgálandó mintákat az előírásoknak megfelelően veszi ki, a minőségét a Vizsgálati Katalógus, a Hibakatalógus és egyéb dokumentumok alapján helyesen ítéli meg, és a további gyártást ennek eredménye alapján szabályozza, ill. a gyártott tételt ennek ismeretében korrekt módon az ISO eljárási Utasításban leírtak szerint minősíti. Az önellenőr döntésétől függ ugyanis, hogy a minősítéses ellenőrzés szabályainak betartásával „megfelelt” vagy „nem megfelelt” a sok ezer darabból álló termék-sorozat, amelynek háttérben komoly gazdasági eredmény vagy veszteség állhat.

Az önellenőrt írásban kell felhatalmazni ennek a munkának az ellátására, mivel ez hangsúlyozza a feladat jelentőségét és az ehhez fűződő felelősséget. Feladatára az önellenőrt célszerűen a Minőségirányítás vezetője készíti fel, és minőségtechnikai kérdésekben részére támogatást nyújt, valamint időnként szűrőpróbaszerűen az önellenőr minőségügyvel kapcsolatos munkáját ellenőrzi.

Mint ismeretes, a termelés egyik legfontosabb tényezője a dolgozók motiválása, mint-hogy ezzel érhető el, hogy a dolgozók ne pusztán „részt vegyenek” a napi termelő munkában, hanem a kitűzött célok megvalósítására komoly energiát fordítsanak, jelen esetben arra, hogy a hibaarány ne haladja meg a kitűzött célértéket [2]. Ha a minőségre ösztönzés alulmarad a mennyiségi ösztönzéssel szemben, úgy az átlagos hibaarány csökkenésére nem nagyon számíthatunk [3]. Ennek elérése gazdasági érdek, hiszen jelentősen csökkenhet a reklamációból származó veszteség, a vevők esetleges elvesztését háríthatjuk el és jelentősen csökkenhet a belső kárérték, mint például az újragyártás magas költsége, a bérmunkába kiadott válogatási költség stb.

Az önellenőrzési munka korszerűsítése azért vált szükségessé, mert elsősorban a multinacionális vállalatok magyarországi cégei max. 0,1–0,3% (1-3 ezer ppm) hibaarányú tétel átvételére adnak lehetőséget az eddigi 4-6%-kal szemben. A továbbiakban arra térünk ki, hogy milyen feladatok maradéktalan elvégzését tartjuk szükségesnek az alacsony hibaarányú gyártás önellenőrzéssel történő biztosításához.

### A gyártás minőség-teljesítménye

A gyártási feltételek minősége a tovább felolgozásra kerülő hpl-től, a felhasznált segéd-

anyagoktól (ragasztó, nyomdafesték), a gép műszaki állapotától, a gépet kiszolgáló személyzet felkészültségétől függ.

Fontos tudnunk, hogy gépenként a normál üzemi körülmények között történő gyártás esetén mekkora a gyártással együttjáró átlagos hibaarány ( $\bar{p}$ ). Ennek ismerete azért szükséges, mert a gyártás minőség-teljesítménye, vagyis a gyártott termékek átlagos hibaaránya nem lehet jobb, mint amit az optimális gyártási körülmények biztosításával elérünk. Ez nem jelenti azt, hogy egy-egy adott gyártás hibaaránya nem lesz kedvezőtlenül nagyobb a korábban meghatározott  $\bar{p}$  értékénél, de a  $3\sigma$  felső határon belül kell lennie, ami esetünkben a következő:

$$FTH_p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Amikor a gyártás minőség-teljesítményét a minták kivételével és minősítésével ellenőrizzük, tulajdonképpen azt vizsgáljuk, hogy a  $\bar{p}$  értékéhez viszonyítva megváltozott-e a termék minőségét jellemző hibás termékek gyakorisági eloszlása.

Ha például egy 3 000 db-ból álló termékből 1% vagyis 30 db mintát veszünk és az átlagos hibaarány 1 000 ppm, akkor a fenti képlettel számolt  $FTH=1\ 800$  ppm. Ez azt jelenti, hogy a kívánt  $\bar{p}=1\ 000$  ppm mellett a véletlenből adódó hibák miatt max. 1 800 ppm hibaarány fordulhat elő és ekkor még az 1 000 ppm átlagos hibaarány teljesítettnek tekinthető. Kritikus hibát akkor keresünk, ha a hibaarány az 1 800 ppm-et meghaladja.

Az átlagos hibaarány módosítható, ha kedvezőtlenül nagy, azonban ehhez tudnunk kell, hogy a  $\bar{p}$  értékét milyen tényezők befolyásolják.

Az átlagos hibaarány több tényezőtől függ, nevezetesen:

- a gép műszaki állapotától
- a továbbfeldolgozásra váró hpl minőségétől
- a feldolgozógépnak az igényelt minőségi követelményekhez igazodó helyes beállításától
- a gépszemélyzet kvalitásától, figyelmeségétől, körültekintő precizitásától, hibafel-

ismerő képességétől, a kapcsolatos ISO előírások alapos ismeretétől,

– A hibaarány függhet a gyártandó termék bonyolultsági fokától, mivel a komplikáltabb dobozkonstrukciók gyártása a nehezebben biztosítható minőségi követelmények teljesítését jelenti.

### Az átlagos hibaarány meghatározása

Az átlagos hibaarányt ( $\bar{p}$ ) az alább felsorolt sorrendben végzett feladatok teljesítése révén határozzuk meg:

#### *a./ a gyártás alapkövetelményeinek legjobb szinten való biztosítása*

- gép műszaki állapota,
- input: a hpl, segédanyagok (ragasztó, nyomdafesték stb.), gyártási eszközök megfelelő minősége,
- helyes gépbeállítás,
- a követelmények szerinti termékminőség biztosítása a gyártás megindulása előtti önellenőrzéssel,
- az önellenőr szakismerete, hibafelismerő képessége, ISO és egyéb gyártási utasítások, minőségügyi szabályok ismerete és betartása

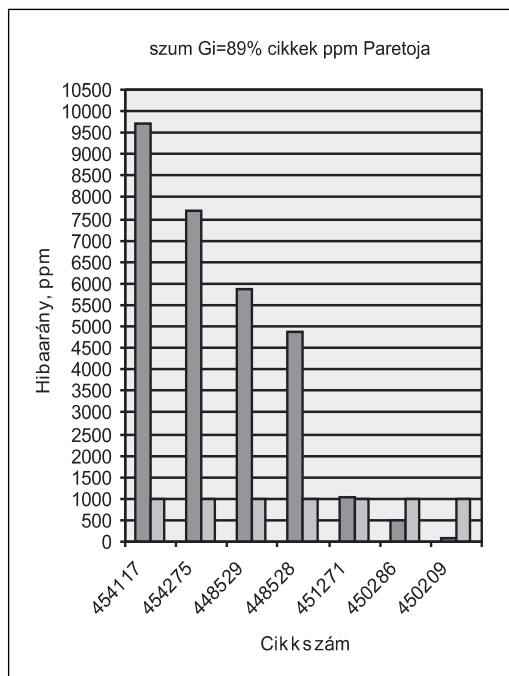
#### *b./ termékféleségenkénti hibaarány megállapítása*

Miután az adott lehetőségek szerint biztosítottuk a gyártás optimális körülményeit, több termék gyártásának vizsgálatán keresztül határozzuk meg cikkszámunként a ( $\underline{p}$ ) hibaarányt. Ennek lépései a következők:

- Előző nagyobb időszakra (pl. negyedévre) vonatkozóan meghatározzuk a termékek cikkszámunkénti mennyiségi megoszlását
- A gyártott mennyiség nagysága szerint sorba rendezett  $G_i$ ,% értékeket 70-80% mértékig összeadjuk. Ekkor derül ki, hogy az adott időszakban az összes gyártás 70-80%-át hány termékféleség alkotja. Ezen termékek gyártására és ezzel egyidejűleg *ellenőrzésére* (hibaarányára) meny-

nyiségi arányuk miatt kiemelten szükséges figyelniük, noha nem biztos, hogy a legnagyobb mennyiségben gyártott termékek adják a hibás darabok legnagyobb számát.

- A mennyiségi Pareto elemzésben szereplő termékekre, cikkszámokként kiszámítjuk a  $p$  hibaarányt és ezt követően elkészítjük a  $p$  hibaarány szerinti Paretot. (1. ábra).



1. ábra. Hibaarány szerinti Pareto elemzés

### c./ A nagy hibaarányhoz tartozó hibafajták meghatározása

- Amennyiben a cikkszámokénti hibaarány meghaladja a vevő által még megengedett (például a  $10^3$  ppm) értéket, akkor ezekre a termékekre vonatkozóan elkészítjük a hibaféleségek megoszlását bemutató Paretot.
- A példa szerinti 7 terméktípusra vonatkozó hibaarány azt jelzi, hogy 4 termék esetében a  $p$  értéke jelentősen meghaladja a megkívánt 1 000 ppm-et. Ebben az

esetben erre a 4 termékre hibaelemzést végzünk, meghatározva az egyes minőséghibák hibaarányát. Az 1 000 ppm feletti hibák fajtáit az 1. táblázatban foglaltuk össze. Látható, hogy a fül ragasztásánál a többlet ragasztó miatti ragasztó túlfolyása karakteres hiba, mivel a 4 terméktípusból 3 terméknél nagy gyakorisággal fordul elő.

### d./ Intézkedések megtétele az 1 000 ppm feletti hibaarányú hibák előfordulásának csökkentésére ill. megszüntetésére

Ha szükséges, akkor a hibaarány mértékét csökkenteni kell. Amíg a feldolgozó gép átlagos hibaaránya a példánkban 4 900-9 730 ppm, addig a vevő által megkívánt 1 000 ppm hibaarány utólagos termékválogatás nélkül nem érhető el. Már pedig ez elkerülendő, minthogy az utólagos válogatás gazdaságtalan eljárás. A fentieket igazolandó, a hosszabb gyártási idő alatt megfigyelt hibaarányt ismerteti az 1. táblázat.

Ha a „ragasztó-túlfolyás” megszüntetéséről nem intézkedünk, a kimutatott hiba a további gyártásokat is terheli fogja és az átlagos hibaarány nem csökken. Az ilyen fajta elemzéseknek tehát gyakorlati haszna van és időszakonkénti ismétlődő végzését elő kell írni. A példa szerinti 4 termék átlagos

9730 ppm	454117	Hibás db	$G_i$ , %	ppm
Fülragasztó túlfolyása		382	57,3	<b>5572</b>
Feliratok, logok hibája		201	30,1	<b>2932</b>
<b>7708 ppm</b>	<b>454275</b>			
Festékkerhelés		48	32,2	<b>2483</b>
Szennyeződés a nyomaton		30	20,1	<b>1552</b>
Hullámkiverődés		22	14,8	<b>1138</b>
<b>5858 ppm</b>	<b>448529</b>			
Fülragasztó túlfolyása		118	83,7	<b>4902</b>
<b>4894 ppm</b>	<b>448528</b>			
Elázott dobozok		181	35,6	<b>1740</b>
Fülragasztó túlfolyása		130	25,5	<b>1250</b>

1. táblázat. Feldolgozógépi dobozgyártás tételenkénti hibaarányának okai

hibaaránya ( $\bar{p}$ ) 6 800 ppm, ami jelentősen csökkenthető a ragasztó-túlfolyás megakadályozásán túl a nyomatminőséggel összefüggő hibák (feliratok elhelyezési hibája, nyomatszennyeződés stb.) megszüntetésével (**2. táblázat**).

Emlékeztetni kell arra, hogy a gépenkénti korrekt Előzetes Adatfelvételt követő hiba-elemzések, majd ennek ismeretében a megtett eredményes javító intézkedések kedvezőbb hibaarány elérésének reményét keltik.

cikkszám	gyártott db	hibás db	ppm
448528	104014	509	4894
454117	68550	667	9730
448529	24070	141	5858
454275	19330	149	7708
összesen	215964	1466	6800

2. táblázat. Átlagos hibaarány meghatározása több gyártási tétel mintáinak vizsgálatával

### Mintavétel módja az önellenőrzéshez

Követelmény, hogy a minta képviselje a tételt, más szóval *reprezentatív legyen*. Az egymás melletti mintákat ezért nem szabad a sokaság egy meghatározott részéből kivenni, hanem az egész sokaságból kell, egymástól távol esően, véletlenszerűen kiválasztani. Ha például 20 mintát akarunk kivenni egy gyártásból, nem helyes eljárás, ha a gyártás során mondjuk két alkalommal 10-10 egymás melletti mintát veszünk. A mintavételi időközök számítása fontos, részben azért, hogy gyártás közben a mintavétel a rövid idők ellenére zavartalan legyen, másrészt idő kell arra is, hogy a kivett minták minősége – még ha szubjektív minősítéses ellenőrzésről van is szó – megbízhatóan megítélhető legyen. Az azonos időközökben vett minták lehetőségét biztosítanak a reprezentativitásra (**3. táblázat**).

N	n	n/N, %	kivét időköz, s	kivét helye: X db után
3000	14	0,46	51	214
5000	17	0,34	70	294
7000	19	0,27	88	368
10000	21	0,21	114	476

3. táblázat. FEFCO-szabvány szerinti mintanagyság biztosítása gyártás közbeni mintavétel útján

### A vizsgálandó hibák pontos meghatározása

Problémát jelent a hibák definíciója is. A hibafajták száma a valóságban az „aggregált hibák”-nál jelentősen nagyobb, ha tekintetbe vesszük, hogy a gyűjtő névvel jelzett hiba több részhibára bontható.

A hibafajták elemi hibákra felosztása a gyártó számára azért fontos, mert különben nem tehetők intézkedések a hiba csökkentésére.

A hibafajták szemléletessé tételére ajánlható a fényképes hiba-illusztráció. Az összefoglaló néven szereplő „Nyomatási hiba” például többek között az alábbi hibaelemekre tagolható:

- A doboz hajtási éle és a nyomat távol-sága (a hajtási él előtt befejeződő vagy a hajtási élen túli nyomat)
- Színillesztés (eltérés a passzer keresztől)
- Szennyező festékpontok a nyomatban
- Szennyező foltok a nyomatban
- Nyomatkihagyás
- Színárnyalat-eltérés
- Nyomat-ledörzsölődés
- Zárt betűk betömődése
- Felirat-elhelyezés hibái (pl.: nem lehet a lógón kívül)
- Lógón belüli felirat tisztasága és olvashatósága
- Nyomatpozíció

Eltérő intézkedés szükséges, ha a zárt betűk betömődését tapasztalják, mást kell tenni, ha

nem jó a passzer, és ismét mást, ha színárnyalat-eltérést észleltek.

Többnyire a vevő által kifogásolt és összevont névvel illetett hibafajták megszüntetésére a gyár nem tud intézkedni. Ahhoz, hogy a gyárban javító intézkedést hozhassanak, a hibát pontosan kell definiálni és az esetleg gyűjtő névvel jelzett hibát elemi hibákra kell lebontani.

Az önellenőrzést végző dolgozónak pontosan ismernie kell az adott termék legfontosabb vizsgálandó jellemzőit. Mivel az ISO eljárási utasítás szerinti „Vizsgálati katalógus” az ellenőrizendő paramétereknek csak egy részével foglalkozik, ezért „**Hibakatalógus**” elkészítését és használatát tartjuk célszerűnek, amely felsorolja a gyártandó termékek elemi (nem gyűjtő nevű), vevők által fontosnak tartott jellemzőit. A „Hibakatalógusból” kell termékfeleségenként kijelölni az adott gyártandó termékre vonatkozó önellenőrizendő paramétereket [4].

Kritikus hibák előfordulása esetén a termék átvétele meghiúsulhat. Az ellenőrizendő jellemzők között a vevői igény szerinti „kritikus jellemzőkre” fel kell hívni az önellenőr figyelmét, minthogy elsősorban ezekre kell nagy figyelemmel lenni.

A minőséghibák súlyossága azonban vevőspecifikus. Ezt a korábbi szállítások elfogadása/visszautasítása, reklamációk ill. vevői észrevételek alapján, a vevői igényeket jól ismerő termékmenedzserek határozzák meg és jelzik a gyártáselőkészítésnek, amely az ellenőrizendő kritikus jellemzőket ennek megfelelően szerepelteti a Gyártási Utasításon. Az önellenőrt ezen keresztül értesítik a kritikus jellemzőkről.

### Hibás termékek száma és a termékhibák száma

A vevő minőség szerinti termékátvétele rendszerint a hibás termékek darabszámára vonatkozik, függetlenül a terméken előforduló hibák számától. Egy dobozon azonban egyidejűleg több hiba is előfordulhat (pl. kimetszési, ragasztási, nyomathiba stb.)

A hibaelemzés és a minőségjavító intézkedés megtétele miatt a gyártó számára a

hibák fajtái és azok előfordulási gyakorisága a döntő, míg a selejt hányadot ( $p$  hibaarányt) %-ban vagy ppm-ben kifejezve, a hibás dobozok száma és a gyártott mennyiség hányadosa alapján határozzuk meg:

$$p = \sum D_i / N$$

ahol

$D$  - a hibás darabok száma, db

$N$  - gyártott mennyiség, db

A hibaarány meghatározása után azt kell vizsgálni, hogy a megállapított hibaarányt milyen hibafajták okozták. Erre a vizsgálatra jellemző, hogy a hibák száma túllépheti a vizsgált dobozok számát. Mint az elmondottakból is kiderül, a gyártó és vevő hibaérdeklődése eltérő. A gyártónak ismernie kell a hibás termékek darabszámán túl az előforduló hibafajtákat és azok gyakoriságát.

### Az önellenőrzés módjai

- *Minden darabos* vizsgálat. Ez a legköltségesebb, időigényes és nem ad teljes biztonságot, mivel a dolgozók tévedése nagy a kifáradás, a megterhelő monoton és nagy darabszámot jelentő tétel átválogatása miatt
- *A tradicionális eljárás*, amikor a gyártott tétel valamilyen százalékos részét vizsgáljuk (próba) és ennek eredményéből statisztikai megfontolással következtetünk a gyártott tétel minőségére választott biztonsági szinten.
- *Alacsony hibaarányú termékek gyártásának önellenőrzése*  
Eltérő az önellenőrző eljárás, ha a megengedett hibaarány max.  $1-3 \cdot 10^3$  ppm és más akkor, ha 4-6%-os hibaarány még elfogadható.

Az önellenőrzés a gyártási folyamatban két helyen ill. két szinten történhet:

- a./ a gyártás alatt: gyártásközi ellenőrzés
- b./ a legyártott termék minősítése: végellenőrzés

**a./ Gyártásközi önellenőrzés**

A gyártásközi önellenőrzés feladata a folyamatos minőségszabályozáshoz szükséges információk szolgáltatása, amelynek alapján a szükséges intézkedéseket közvetlenül, visszacsatolással meg lehet tenni. A cél az, hogy a gyártás alatt a minőség ingadozást a kívánt irányba befolyásoljuk és az ingadozást minél kisebb mértékre szorítsuk le. A minőség ingadozásának oka, hogy a gyártási feltételeket általában nem lehet változtatlanul fenntartani. A zavaró hatások rendszeresek vagy esetlegesek lehetnek. A rendszeres és véletlen hatások általában együttesen vannak jelen. A hibás darabok száma – mivel valószínűségi változó – véletlenszerűen ingadozik, de a várható értékét a vizsgált minta  $n$  darabszáma és az alapsokaság (gyártott mennyiség) hibaaránya ( $p$ ) meghatározza, mivel a binomiális eloszlású  $\xi$  változó várható értéke:  $M=np$ , varianciája:  $D^2=np(1-p)$ .

A „nem-megfelelő” termékek keletkezésének veszélyét a gyártási folyamat alatt történő folyamatos ellenőrzés útján lehet elkerülni. Ennek a folyamatos ellenőrzésnek azonban a gyenge pontja, hogy az önellenőr csak gyors vizsgálatokat végezhet, amelyek rendszerint szubjektív jellegűek. A gyártásközi ellenőrzés során minősítési ellenőrzést alkalmazunk, még akkor is, ha a tulajdonság mérhető és normális eloszlású, de a mérés végrehajtása bonyolult és időigényes. Az ellenőrzésre kivett mintákon látható kis eltérések kumulatív hatásúak a gyártás előrehaladtával, vagyis kezdetben még nincs „nem-megfelelés” csak az efelé haladó tendencia, majd a hiba markánsává válásakor a termék darabot nem-megfelelőnek minősíti az önellenőr. Ez az észlelt kis eltérés tehát akár kis gyártási idő elteltével is a termék „nem-megfelelés” szintjét érheti el. A gyártásba akkor kell beavatkozni, amikor az önellenőr a második mintavétel után az eltérés erősödését tapasztalja. A gyártáskor keletkező hibás („nem-megfelelő”) termékek megjelenésének indulási helyét, ill. a korrigálás hatására a hibás termék előfordulásának megszűntét, – a hibás utolsó darabot – jellel látjuk el abból a célból, hogy a két jel közötti nem-megfelelő termékeket a gyártási

sorozatból kivéve elkülönítsük, és az emiatt hiányzó mennyiséget többletgyártással (az alulgyártás elkerülésére) kompenzáljuk.

**b./ Végellenőrzés**

Mivel a termék minőségét több jellemző határozza meg, vagyis egy darabon több hiba is előfordulhat, ami a terméket „nem-megfelelővé” teheti, ezért a gyártásközi ellenőrzéssel azonosan itt is minősítési ellenőrzést használunk. A végellenőrzés gazdaságosságának biztosítása érdekében a gyártásközi ellenőrzéskor kivett minták szolgálnak a végellenőrzéskor a tétel minősítésének alapjául. Így a szállításra előkészített lepántolt rakatok mintavétel miatti megbontása elmarad és ezzel időt, munkát és költséget takarítunk meg. A gyártásközi és a végellenőrzés vizsgáló módszerei gyakorlatilag azonosak, csak annyiban térnek el egymástól, hogy amíg a gyártásközi ellenőrzéskor a kivett minta értékelése a gyártásba történő esetleges beavatkozás, korrekció célját szolgálja, addig a végellenőrzés a statisztikai értékelő módszerek használatával a gyártásközi minták alapján minősíti a gyártott tételt.

A továbbiakban a kiveendő minta mennyiségével, valamint a gyártott tétel matematikai-statisztikai alapú minősítésével foglalkozunk, figyelemmel az alacsony hibaarányú gyártási és átvételi követelményekre.

**Irodalom**

1. *Zsoldos B.*: Az önellenőrzés elméleti és gyakorlati kérdései. 1. rész Papíripar, **50** (3) 103 (2006).
2. *Zsoldos B.*: Humán erőforrás Menedzsment. 1. rész. A dolgozók felhatalmazása Papíripar, **49** (5) 199–202 (2005).
3. *Zsoldos B.*: Motiváció és hatása a munkateljesítményre Papíripar, megjelenés alatt
4. *Zsoldos B.*: Önellenőrzés alacsony szintű hibaarány eléréséhez. Qualiservice Tanácsadó Bt. Dunapack Rt. Hullámtermékgyár. Kézirat. 2006. márc.16.