

Kvantitatív módszerekkel támogatott üzemgázdasági ellenőrzések, különös tekintettel a Benford-törvény alkalmazhatóságára

Milicz Ákos,
a Budapesti Corvinus Egyetem
PhD-hallgatója
E-mail: milicz@t-online.hu

Jelen tanulmány bemutatja a vállalati belső ellenőrzés szerepét és funkcióját, rávilágítva arra, hogy a termelési folyamat során elkövetett csalások, tévedések és szisztematikus hibák feltárása a szervezet elemi érdeke. A hiányosságok felderítése többek között statisztikai módszerek alkalmazásával történhet. A szerző ezért kiemelten foglalkozik az eloszlásvizsgálattal és a Benford-törvénnyel. Részletesen tárgyalja az utóbbit, ami a számjegyelemzésen kívül a pénzügyi ellenőri, revizori, könyvvizsgálati munkában gyakran alkalmazott eljárások alapjául is szolgál.

A Benford-törvény használatát konkrét üzemi példán keresztül ismerteti egy 44 988 elemből álló, raktári tranzakciókat tartalmazó, valós adathalmazon. Statisztikai módszerek segítségével kerekítésekből, szándékosan elkövetett adatbeviteli hibákból, valamint a gyártási technológiák sajátosságaiból eredő mennyiségi termékátadási/-átvételi eltéréseket tár fel.

TÁRGYSZÓ:
Benford-törvény.
Eloszlásvizsgálat.
Termeléslogisztikai ellenőrzés.

DOI: 10.20311/stat2016.06.hu0611

A szervezetek mindennapi életében számos ismétlődő folyamat zajlik, amelyek eredményeképpen a vállalkozások termékeket állítanak elő vagy szolgáltatásokat nyújtanak az igénybevevők számára. A belső ellenőrzés célja, hogy vállalati szinten különféle adatokat gyűjtsön ezekről a szabályozott folyamatokról, kiértékelje azokat, majd az eredményekről a vezetéssel, irányítással megbízott személyek számára visszacsatolást, információt nyújtson (*Sawyer–Dittenhofer–Scheiner* [2003]). A különböző szervezeti szinteken tevékenykedő vezetők az ellenőrzéstől kapott adatok, információk alapján mérlegelik, hogy szükség van-e beavatkozásra vagy további intézkedésre, illetve meg kell-e változtatni a termelő-/szolgáltatótevékenység egy-egy részfolyamatát.

Tanulmányomban az üzleti szervezetek, azaz a profitorientált gazdasági társaságok működésére és belső folyamataira koncentrálok azzal a megjegyzéssel, hogy a költségvetési szerveknél és a civil szféra szervezeteiben (például okmányirodákban, állatmenhelyeken, biztosító egyesületeknél, önkéntes zöldségtermelői szövetségekben, börtönökben előállított termékek esetében) is folyik termék-előállítás, illetve szolgáltatásnyújtás. A gazdasági társaságok működését átszövik a kontrolltevékenységek, különböző szervezeti szinteken, számos ponton építenek folyamataikba előzetes vagy utólagos kontrollt (*Sawyer–Dittenhofer–Scheiner* [2003]). Tevékenységüket előírások, normák szabályozzák, de irányításukban ugyancsak fontos szerepet töltenek be az a különféle projekttervek és költségvetések is (*Dobák–Antal* [2013]).

Az üzemszerű termelőtevékenység velejárója a minőségellenőrzés, amely során műszaki szabványok és belső előírások alapján ellenőrzik az előállítási folyamat szabályozottságát és a termék minőségét. Ilyenkor a statisztikai eljárások alkalmazása mindennapos és megkérdőjelezhetetlen. Használatuk a pénzügyi, gazdasági ellenőrzések során azonban sokkal nagyobb kihívást jelent, ugyanis nem magától értetődő, hogy az adott helyzetben közülük melyik a leginkább megfelelő. A gazdasági területen végzett ellenőrzések főleg pénzügyi-számviteli jellegűek (*Kovács* [2007]), céljuk, hogy az üzletszerű gazdasági tevékenység eredményességéről, hatékonyságáról, szervezettségéről, a normák és előírások betartásáról, valamint a különféle beszámolók és jelentések megbízhatóságáról biztosítsanak információkat a vezetők számára.

Ellenőrzési tevékenységet tehát a vállalat számos tagja, munkavállalója folyamatosan végez. Van ilyen jellegű feladata az adott szakterületet közvetlen irányító vezetőnek, a gyártásközi ellenőröknek, de a minőségirányítási belső auditornak, a kontrollernek, a belső ellenőrnek és a könyvvizsgálónak is. Tágabb értelemben ugyancsak kontrollt gyakorol a szervezetben a kockázatkezelő, az informatikai biztonságpolitikai szakértő vagy a telephelyi őrző-védő szolgálat biztonsági őr is.

Valamennyi ilyen jellegű tevékenységet ellátó személynek több-kevesebb alkalommal adatelemző eljárásokat, statisztikai módszereket szükséges alkalmaznia ahhoz, hogy megbízható információkkal lássa el a döntéshozókat. A minőségellenőrzési előírásokban szereplő mintavételi eljárások, a vevők kiszolgálásával kapcsolatos összefüggés-vizsgálatok, a nagy tömegben keletkező számviteli tranzakciók adatain végzett ún. adatbányászat mind példák az elemző-értékelő munkára, ami mögött az adatok tömeges feldolgozását és értékelését végző statisztikai eljárások húzódnak meg (*Sawyer–Dittenhofer–Scheiner* [2003]).

Adódnak azonban olyan eseti ellenőrzési teendők is, amelyek a szokásosnál komplexebbek, emberi cselekvések sorozatának végső eredményeire koncentrálnak, és az emberi cselekvések közötti ok-okozati összefüggések sem maguktól értetődők. Ilyen esetekben az ellenőrzési eljárás nem lehet rutinszerű, az ellenőrnek kell a feladatnak leginkább megfelelő statisztikai módszert kiválasztania, illetve hipotéziseit és az ok-okozati összefüggéseket bizonyítania.

Jelen tanulmányban különböző statisztikai módszerek alkalmazhatóságát vizsgálom a gazdasági ellenőrzést és kontrollt végző személyek feltáró jellegű munkájában. Fő célom, hogy egy valós üzemi példán keresztül bemutassam az üzemgazdasági revizorok rendelkezésére álló elemzési lehetőségeket, illetve azokat a dilemmákat, amelyekkel munkájuk során szembe kell nézniük. Az általam ismertetett konkrét esetben a Benford-törvény mint kiemelt vizsgálati módszer vezette a revizort „kézzel fogható” eredményekhez.

1. A statisztikai módszerek alkalmazásának helye és szükségessége a gazdasági ellenőrzés területén

Tanulmányom első fejezetében a szakirodalom segítségével elméleti oldalról közelítem meg az ellenőrzést, illetve a belső kontrollrendszert, bemutatom annak jelentését, definícióit, majd ismertetem a Benford-törvény elméleti háttérét és alkalmazásának módszerét.

1.1. Az ellenőrzés és a kontroll fogalomrendszere

Az ellenőrzés és a kontroll kifejezések a magyar hétköznapi nyelvben ugyanazt a dolgot jelentik, a napi szóhasználatban általában ugyanúgy értelmezzük őket: valakit, illetve valamely tevékenységet, munkát, állapotot, helyzetet (elbírálás végett) megvizsgálni, figyelemmel kísérni (*Pusztai* [2003]). Fontos azonban e szavak gazdálko-

dási területen használt jelentését megkülönböztetni más tudományterületekétől, ugyanis más-más értendő ez alatt például a katonaságnál vagy a kibernetikában. Jelen tanulmányban én is megkülönböztetve használom e két fogalmat a következők szerint.

A vállalatok ellenőrzését a hatóságok, felügyeleti szervek kívülről mint külső ellenőrzést végzők látják el, míg a munkavállalók, megbízottak, tisztségviselők által folytatott, szervezeten belüli kontrolltevékenységek a belső kontrollhoz sorolandók. Egy szervezet kontroll alatt tartása olyan folyamatos tevékenység, amelyet a szervezet vezetői gyakorolnak annak érdekében, hogy a szervezet hatékonyan és szabályosan érje el céljait. A kontroll gyakorlása más szóval a szervezet uralom alatt tartását, illetve célra tartást is jelent. Ezzel szemben az ellenőrzés általánosságban mindig egy behatárolt időszakhoz kötött és célirányosan egyetlen követelmény teljesülésének megítélésére irányul.

A szervezetek – így a nyereség elérésére törekvő gazdasági vállalkozások – belső kontrolljának működési mechanizmusait a COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission – a Treadway Bizottságot támogató szervezetek választmánya) szabványa (COSO [2013]) foglalja keretbe, rendszerezve a vállalkozások belső kontrolltevékenységeit. A COSO-szabványt 1992-ben öt amerikai szakmai ernyőszervezet (az Amerikai Számviteli Társaság, a Könyvszakértők Amerikai Intézete, a Belső Ellenőrök Intézete, a Pénzügyi Vezetők Nemzetközi Társasága, valamint a Vezetői Könyvelők Intézete) közösen alkotta meg. 2004-ben kibővítették a vállalati belső kockázatkezelés integrált rendszerével, így azóta COSO-ERM (enterprise risk management – vállalkozások kockázatkezelése) néven is ismert; majd teljes normaszövegét 2013-ban felülvizsgálták, aktualizálták (COSO [2013]). A nemzetközi könyvvizsgálati standardok, a belső ellenőrzési normák, a számvetőségi ajánlások mind a COSO integrált belső kontrollrendszerének modelljére hivatkoznak, és alapul veszik annak előírásait. Így mára az ellenőrzést végzők, illetve kontrollt gyakorlók meghatározó szabványává vált.

A vállalkozások a COSO-keretrendszer szerint hozzák létre belső, integrált kontrollrendszerüket, amelynek egyik komponensét képezik a rendszeres ellenőrzési tevékenységek. Ezek lényege – mint arról már volt szó –, hogy a vállalatok működési folyamataikba minden területen kontrollpontokat építenek be, ahol konkrét ellenőrzések folynak. Ezek típusai a következők lehetnek: automatikus (számítógépes vezérlés, irányítás alatt működő súlyellenőrzés stb.), folyamatba épített (gyártásközi ellenőrzés stb.), vezetői (megfigyelésen és szemléken alapuló, mutatószámok segítségével végzett ellenőrzés stb.) és független belső ellenőrzés által végzett kontroll. E tevékenységek összességét „kontrollmixnek” nevezzük (COSO [2013]).

Az üzemi termelési, illetve logisztikai folyamatok során számos tevékenységet lehet mutatószámok, naturális adatok segítségével rögzíteni, kifejezni (például a termelt mennyiség nagyságát, a megtett távolságot, a megrakott raklapok számát

stb.). Ezeket különféle statisztikai elemzéseknek vethetők alá, hogy a szakemberek, matematikai-statisztikai számításokkal alátámasztva, rájuk vonatkozóan törvényszerűségeket rögzítsenek (*Sawyer–Dittenhofer–Scheiner* [2003]).

A továbbiakban a statisztikai eljárások közül a Benford-törvényt mint az egyik elemző és ellenőrzések során könnyen eredményre vezető statisztikai módszert mutatom be.

1.2. A Benford-törvény rövid bemutatása

Frank Benford amerikai fizikus és villamosmérnök 1938-ban publikálta megállapítását, ami később Benford-törvényként¹ lett ismert. A természet és a mindennapi élet különféle adathalmazain azt vizsgálta, hogy milyen gyakorisággal fordulnak elő a számjegyek az egyes helyi értékeken. Rájött arra, hogy sokkal gyakrabban kezdődnek 1-es számjeggyel számok, mint például 8-cal, illetve a hosszú (10 ezernél nagyobb, azaz legalább öt karakterrel írt) számok utolsó helyi értékén a 0–9 számjegyek előfordulása véletlenszerű, azaz ugyanolyan eséllyel bukkan fel bármelyik (*Lolbert* [2008]). A törvényt, mivel lényege a számsorok első, második, harmadik, első kettő, utolsó kettő és utolsó karakterének vizsgálata, számjegyelemzési módszerként is említik. (Lásd *Durtschi–Hillison–Pacini* [2004], *Lolbert* [2008], *Nigrini* [2000].)

A törvényszerűséget képlettel is leírhatjuk (lásd az egyenletet), amelynek bizonyítása *Lolbert* [2008] művében részletesen is megtalálható. A Benford-törvény szerint a számjegyek eloszlása tízes számrendszerben az első helyi értéken:

$$P(d_1) = \log_{10} \left(1 + \frac{1}{d_1} \right), \text{ ahol } d_1 = 1, 2, 3, \dots, 9 .$$

A második helyi érték esetében a képlet a következő:

$$P(d_2) = \sum_{d_1}^9 \log_{10} \left(1 + \frac{1}{d_1 d_2} \right), \text{ ahol } d_2 = 0, 1, 2, 3, \dots, 9 ,$$

az első két helyi értékre pedig:

$$P(d_1 d_2) = \log_{10} \left(1 + \frac{1}{d_1 d_2} \right), \text{ ahol } d_1 d_2 = 10, 11, 12, \dots, 99 .$$

¹ Mára tudjuk, hogy *Simon Newcomb* ugyanezt az összefüggést már 1881-ben közzétette, de megállapításai akkor nem keltettek komoly érdeklődést a téma iránt.

A Benford-törvény képlete tetszőleges tízes számrendszerbeli számjegyek esetében (Berger–Hill [2011]):

$$P(d_1, d_2, \dots, d_n) = \log_{10} \left(1 + \left(\sum_{j=1}^n 10^{n-j} d_j \right)^{-1} \right).$$

Az 1, 2, ..., 9 számjegyeket behelyettesítve az egyenletbe, illetve azt az első négy helyi értékre alkalmazva, az 1. táblázatban szereplő eloszlásokat kapjuk.

1. táblázat

A számjegyek Benford-törvény szerint eloszlása az 1., 2., 3. és 4. helyi értéken

Számjegy	Helyi érték			
	1.	2.	3.	4.
0	–	0,11968	0,10178	0,10018
1	0,30103	0,11389	0,10138	0,10014
2	0,17609	0,10882	0,10097	0,10010
3	0,12494	0,10433	0,10057	0,10006
4	0,09691	0,10031	0,10018	0,10002
5	0,07918	0,09668	0,09979	0,09998
6	0,06695	0,09337	0,09940	0,09994
7	0,05799	0,09035	0,09902	0,09990
8	0,05115	0,08757	0,09864	0,09986
9	0,04576	0,08500	0,09827	0,09982
<i>Összesen</i>	<i>1,00000</i>	<i>1,00000</i>	<i>1,00000</i>	<i>1,00000</i>

Azt, hogy egy tetszőleges eloszlás mennyire illeszkedik az elméleti Benford-eloszláshoz, alapvetően statisztikai (például khi-négyzet vagy Z-) próbával lehet ellenőrizni. E célra Nigrini [2000] a MAD- (mean absolute deviation – átlagos abszolút eltérés) teszt alkalmazását javasolja. Ennek végrehajtása során az empirikus és a mért eloszlások különbözetének abszolút értékét a szóba jöhető számfélek darabszáma alapján átlagolják, és az így kapott MAD-mutató kritikus értékétől függően ítélik meg az illeszkedés mértékét. Bár Nigrini a kritikus értékeket nem statisztikai módszerekkel, hanem korábbi kutatási tapasztalatai alapján határozta meg (ez a MAD-teszten alapuló módszer egyik kritikája is egyben), ezek utólagosan mégis jónak bizonyultak. Ezért a szakirodalom a 2. táblázatban részletezett kategóriákat és kritikus értékeket alkalmazta egy tetszőleges eloszlás Benford-eloszláshoz való illeszkedésének vizsgálatára (Lolbert [2008]).

2. táblázat

*Egy tetszőleges eloszlás Benford-eloszláshoz viszonyított illeszkedésének kritikus értékei
Nigrini [2000] ajánlása szerint a MAD-teszt alkalmazása esetén*

Illeszkedés mértéke	Kritikus érték		
	első számjegyek	második számjegyek	első két számjegyek
Jó	< 0,004	< 0,008	< 0,006
Elfogadható	0,004–0,0079	0,008–0,0119	0,006–0,0119
Gyenge	0,008–0,012	0,012–0,016	0,012–0,018
Nincs	> 0,012	> 0,016	> 0,018

A Benford-törvény általánosságban minden olyan adatsokaság esetén használható, ahol a számok természetes úton jellemzik az egyedeket. Benford eredetileg tavak felületén, könyvek oldalszámolásán, államok népességszámán stb. tesztelte hipotézisét. Képlete azonban nem használható olyan esetekben, amikor a számjegyek kiosztása mesterséges (például kiállított bizonylatok sorszáma tízezerrel kezdődő számtartományban, cikkszámok képzése belső algoritmusok segítségével, korlátos számozású tételek vagy mennyiség- és egységárszorzatokból kapott, irányított értékadatok), mert ezeknél a számok természetes „képződése” nem biztosított (Lolbert [2008]).

Az adatbányászok, a revizorok, a könyvvizsgálók, valamint az ellenőrzéssel és csalásfelderítéssel foglalkozó szakértők számára a Benford-törvény mára kézzel fogható segítséggé vált a számhalmazok speciális ellenőrzésében. Ugyanis ez a valószínűségi számhalmazokra teljesül, ellentétben a szokványostól (természetestől) eltérő esetekkel, amelyek általában csalásra, szándékos adatmanipulációra, kitalált adatokra vezethetők vissza. Ráadásul a Benford-eloszlástól való eltérés abban is irányt mutat a revizoroknak, hogy milyen számjeggyel kezdődő (vagy végződő) esetek körét érdemes jobban megvizsgálniuk (Gomes da Silva–Carreira [2013]). A pénzügyi-számviteli területen tipikusan a könyvelt gazdasági események, a bejövő szállítói számlák, az utalásra kerülő összegek alkalmasak a Benford-törvény alapján történő ellenőrzésre. Így nem véletlen, hogy ma már az IDEA program mellett a Metrum, XL-Audit Commander könyvvizsgálói szoftverek is felkínálják a Benford-törvény szerinti eloszlás tesztelését.

A törvényt az ellenőri szakma sikerrel alkalmazta az elmúlt időszakban, leleplezve ezáltal olyan eseteket, amikor a beszámolóknak egyes társaságok bevételeiket rendszeresen felfelé, míg veszteségeiket lefelé kerekítették (Tóth [2013]). Emellett eredményesen használható kézzel készített adóbevallások, meghamisított statisztikai adatfelvételek, valamint választási csalások leleplezésében is (Nigiri [2012]). Ugyancsak ezzel a törvénnyel tudta Rose [2003] ráirányítani a figyelmet egy vállalkozás könyvelésében az eldugott „rendszeridegen” bizonylatokra.

2. Ellenőrzési módszerek alkalmazása egy konkrét vállalat példáján

Az 1. fejezetben az ellenőrzés és a kontroll egymáshoz viszonyított jelentését, annak üzletgazdasági fontosságát, valamint a Benford-törvény elméleti hátterét mutattam be. Jelen fejezetben egy konkrét esettanulmányon keresztül mutatom be azt, hogy egy vállalaton belüli termelőtevékenység milyen konkrét ellenőrzéseknek vetődhet alá, és a Benford-törvény segítségével hogyan azonosíthatók a visszaélések.

2.1. A vizsgálat fókuszának és környezetének bemutatása

Adott egy hazai termelővállalat két (A és B) fiókteleppel, mindkettőn egy-egy (I. és II.) termelőüzemmel. A vállalat saját gyártóbázisain tömeggyártásban állít elő különféle fémekből alkatrészeket elektronikai és mechanikai eszközökhöz, amelyeket aztán nagy háztartási gépekbe építenek be végösszeszerelő cégek. Vevői olyan nagy háztartási gépgyártók, mint a Bosch, a Philips vagy a Candy. Egy-egy ilyen cikkből, amely általában tenyérben is elfér, a vállalat több millió darabot gyárt le a termék életciklusa során. Egy termék átlagos ára 6,70 EUR/darab, az eladási árak 4–12 EUR/darab között szóródnak. A cég az előállítás folyamán a termékeket saját fióktelepein készletezi, majd a saját termelésű késztermékeit értékesíti vevőinek. A termelés folyamatosan zajlik, a dolgozók négyműszakos munkarendben dolgoznak, a gyártóegységekben tehát csak nyári és karácsonyi leálláskor van szünet.

A termékeket az I. termelőüzemben öntik és darabolják, majd átadják a II. termelőüzemnek, ahol további megmunkálási műveleteken (felületkezelésen, forgácsoláson, szerelésen, festésen, forrasztáson, összeépítésen stb.) mennek keresztül. Az utolsó fázisban becsomagolják őket. A két termelőüzem között az ún. átadási ponton történik a félkész gyártmányok átadása. Mivel a termékek tömeggyártásban készülnek, az átadáskor ömlesztett formában, különféle göngyölegekben (farekeszekben, rácsos tárolókonténerekben, süllyesztett tálcákon, műanyag ládákban stb. (a továbbiakban konténerekben)) történik az átadás. Egy göngyölegben jellemzően 500–700 darab öntvényt tárolnak, de van olyan apró alkatrész is, amelyből egy ládába 22 ezer darabot ömlesztnek. Mivel az I. üzem (kialakításából kifolyólag) nem tud készletezni az általa öntött termékekből, azokat folyamatosan, szinte azonnal átszállítja az átadási pontra. Átlagosan ötpercenként történik az átadás-átvétel: ez az adminisztrációval együtt kb. 1 percet vesz igénybe, míg az anyagmozgatás további 4 percet.

Az átadási/átvételi folyamat látszólag egyszerű és írásban szabályozott. Az I. üzem anyagmozgatója a termékeket tartalmazó, teli konténert az átadópontra szállítja a hozzátartozó termékkísérő kártyákkal együtt, amelyeken a gyártógép által számolt

és pontosnak vélt darabszám kerül rögzítésre (felkínálás átvételre) az I. üzem gépkezelője által. A II. üzem anyagmozgatója a termékkel teli konténert mérlegre helyezi, és a mért (bruttó) súlyt, a konténer súlyát (tárasúly), illetve saját dolgozói kódját rögzíti a vállalatirányítási rendszerben; de választhatja azt a lehetőséget is, hogy megszámlolja a termékeket, és darabszámukat numerikus értéként vezeti be a vállalatirányítási rendszerbe. Ezt követően átvételi lapot (mérlegjegyet) nyomtat, és azt a termékkísérő kártyához tűzi. Ekkor történik meg az átvett darabszám pontos rögzítése a vállalatirányítási rendszerben a gyártmány nettó súlyának figyelembevételével, a félkész termékek áttárolása a nyilvántartásokban az I. üzemből a II.-ba, valamint a különbség elszámolása többletként vagy hiányként (felkínálás elfogadása, átvétel megtörténte). Ha a termékkísérő kártyán rögzített és ezáltal átadásra felkínált, illetve a mérlegeléssel megállapított darabszámok között 2 százaléknál nagyobb eltérés mutatkozik, akkor a II. üzem a felajánlott rakatot visszaadja az I.-nek, ami azt kézzel átszámlolja, vagy saját maga mérlegeli, és a pontosított mennyiséget a termékkísérő kártyán, illetve a vállalatirányítási rendszerben is rögzíti. Ezt követően az anyagmozgató az eredeti szabály szerint újra felajánlja azt átvételre. Az átadási ponton rakat nem tartózkodhat, a felajánlott gyártmányokat legkésőbb nyolc órán belül át kell venni vagy visszaküldésükről kell intézkedni az I. üzembe.

Tegyük fel, hogy én mint a vállalat belső ellenőre azt a feladatot kaptam, hogy végezzek célellenőrzést az üzemek közötti saját termelésű készletek átadása-átvétele tárgyában. Felmerült ugyanis a menedzsmentben a gyanú, hogy az átvételek késve történnek, az előírt szabályokat nem tartják be, egyes dolgozók pedig a rakatokat részrehajlóan, szándékosan rossz mennyiséggel veszik át. A vizsgált időszak 2015. január 1.–szeptember 30. Belső ellenőrként célom tehát azt megállapítani, hogy 1. az adott periódusban szervezeten, a belső előírásoknak megfelelően történt-e az átadás-átvétel, és betartották-e a vonatkozó normákat; illetve 2. az átadás-átvételi folyamat során volt-e (van-e) olyan kockázati, hátrányos tényező, ami a folyamatot nehezíti vagy a vállalatirányítási rendszerben rögzített átadási/átvételi tranzakciók megbízhatóságát, valóságát megkérdőjelezi.

Miért fontos az adatok pontossága és megbízhatósága? Egyrészt azért, mert a gyártógép kezelői az átvett és igazolt mennyiség után kapják teljesítménybérüket, a darabért. Másrészt a tömeggyártásból eredően évente százezres mennyiségben „vesznek el” darabok, amelyek értéke eladási áron kalkulálva a fél millió eurót is meghaladja. Ez az összeg pedig kellően nagy ahhoz, hogy a menedzsment foglalkozzon a problémával. Harmadrészt az átvett mennyiség az üzemi készletek mennyiségi alapadata és egyben az önköltségszámítás kiinduló törzsadata is. Negyedrész pontos készletadatokra van szükség ahhoz, hogy a termelési folyamat későbbi pontjain létszám-gazdálkodási, gépkapacitási, csomagolási, szállítmányozási és egyéb üzemszervezési, termelésprogramozási kérdésekben lehessen dönteni. A darabszámokat érintő pontatlanság tehát hibás döntésekhez, végső soron valamilyen „kár” bekövetkeztéhez vezethet.

2.2. A nyers adatok elemzése, tisztítása

Az előzők ismeretében belső ellenőrként a vizsgálatot felkészüléssel kezdtem. A belső előírások áttanulmányozását követően az üzemben személyesen megfigyeltem az átadások/átvételek gyakorlatát az átadási pontokon. Ennek során meg erősítést nyert, hogy a darabszámlálást az anyagmozgató dolgozó végzi számológéppel, mivel a tömegmérésre alkalmas mérleg darabszámlálásra nem alkalmas, és a mérlegelektronika nincs összekötve a vállalatirányítási rendszerrel. Így előfordulhatott, hogy a mérlegelt bruttó és a tárasúlyt az átvevő véletlenül elütötte, vagy a valóságoshoz képest szándékosan rögzített más adatokat a vállalatirányítási rendszerben. (Ez egyben a folyamat zártságának szakmai kritikája, amelynek kiküszöbölésére belső ellenőrként fejlesztési javaslatot fogalmaztam meg a cég menedzsmentje számára.)

A továbbiakban előzetes adatbekérésre került sor. Tanulmányozva a vállalatirányítási rendszerben levő analitikus naplót, az ellenőr abban a következő fontosabb adatokat találta:

I. üzem: gyártott terméket azonosító cikkszám és megnevezés, gyártókészülék azonosítója, gyártmányt előállító munkavállaló kódja és neve, gyártási tétel azonosítója (sarzsszám), sarzs keletkezésének kezdete és vége (megegyezik sarzsonként a dolgozó munkaidejének kezdetével és végével), műszak jelölése, tervezett darabszám, átadásra felajánlott tényleges darabszám, egyéb adatok

II. üzem: átvevő munkavállaló neve és kódja, mérlegelés alapján átvett mennyiség, mennyiségi eltérés mértéke darabban kifejezve, egyéb adatok.

Amint arról már korábban volt szó, a vizsgált időszak 2015. január–szeptember, ám a szeptember 30-ai esti műszakban indított és október 1. reggel 6 óráig végrehajtott mérlegelések technikailag még a szeptember hónapoz tartoznak, mivel az éjszakai műszak reggel 6 órakor fejezte be az előző nap este elkezdett gyártásokat.

A vállalatirányítási rendszerben rögzített adatok alapján a vizsgált időszakban összesen 46 898 darab konténer keletkezett az I. termelőüzemben, de

– ebből 840 darab átadása-átvétele nem történt meg a II. üzemben (nem mérlegelték és fizikailag sem vették át őket, ami az esetek 1,791 százaléka. Ezeket a konténereket (mivel keletkezésük oka külön feltárást és vizsgálatot igényel) az elemzésben figyelmen kívül hagyom;

– a következőkben a nem „szokványos” felhasználók (például a rendszergazdák vagy a leltárfelelős) által generált 404 átadási-átvételi

esetet sem veszem számításba, mert ezeknél megkérdőjelezhető a szokásos, üzemszerű ügymenet;

– 666 alkalommal az átadás-átvétel próbagyártáshoz kapcsolódott. Ekkor a II. üzem helyett a kutatás-fejlesztési részleg, illetve a kísérleti üzem volt a tényleges átvévő, és így a tételeket is ők (és nem a II. üzem) jelentették le utólagosan. Ezekben az esetekben sem feltételezhető normál ügymenet, így a vizsgálatból kizárandók.

Végeredményben tehát 44 988 átadás-átvétel elemezhető érdemben. Ez a kellően nagy szám alkalmas összefüggések, netán visszaélések, kockázatok feltárására. Belső ellenőrként ugyanis jelentésemben el kell választanom egymástól a szándékos hibákat, a véletlen hibából eredő hatásokat, valamint a termelési folyamat hiányosságaiából adódó eltérések következményeit, kockázatait. Ehhez egy (felkészült és motivált) belső ellenőr a célirányos statisztikai elemzési eszközöket tudja segítségül hívni.

Statisztikai mintám a gazdasági társaság életének egy szeletét ragadja meg, mintaként emelve ki kilenc hónap eseményeiből 44 988 dokumentált esetet. A továbbiakban teljes sokaságnak azt a fiktív, sok konténert tekintem, amit elméletben legyárthattak volna az adott időszakban, s ehhez képest vizsgálom a mintába került majdnem 45 ezer elemet.

2.3. Hipotézisek felállítása

Az előzőekben felvázolt vizsgálati feladatból kiindulva, az ott megfogalmazott ellenőrzési célok alapján jelen tanulmányban a következő szakmai hipotéziseket vizsgálom.

1. szakmai hipotézis: a vizsgált 44 988 esetben a gyártógép által számolt és a súlyalapú átvételkor végrehajtott darabszámlálásból adódó darabszámok eltérése normál eloszlású, várható értéke 0 (szisztematikus torzító hatás nem érvényesül).

Kiindulásképpen tehát úgy véljük, a számolt és a mért érték megegyezik, ahol pedig van +/- irányú eltérés, ott az eltérés mértékének gyakorisága egyre csökkenő az elemszámokra vonatkozóan. Ha ez a szakmai várakozás (elvárás) nem igazolódik be, az azt jelenti, hogy az átadás/átvétel folyamatában van olyan „kockázatos pont”, ahol a darabszámeltérés nem véletlen hiba, hanem a műveletek valamilyen (a későbbiekben továbbvizsgálendő) hiányossága(i) vagy egyes személyek csalása miatt következik be.

2. szakmai hipotézis: ha a vizsgált eseteket tetszőleges ismérvek szerinti csoportokba rendezzük, a csoportokra jellemző darabszám-eltérések abszolút értékének bármely csoportosítás esetén egyformának kell lennie.

Tehát feltételezem, hogy a folyamatos munkarendből adódóan a darabszám-eltérések véletlenszerűen merülnek fel az üzemben, azaz a vizsgált elemek kisebb csoportokra való elkülönítése esetén is a darabszámeltérések mértéke ugyancsak normál eloszlást és nulla várható értéket mutat. Nem lehet szignifikáns eltérés például az átvett darabszámokban a műszakok, a napszakok, a gyártóeszközök vagy a gyártmányok között. Így ugyanolyan valószínűséggel keletkezhet eltérés reggel vagy délután; áprilisban vagy szeptemberben; X vagy Y mérlegelő személy esetében; A vagy B fióktelepen stb. az átadási-átvételi folyamatokban. Ha ez a hipotézis nem teljesül, és valamely ismérvkategóriában az eltérés szignifikánsan nagyobb/kisebb, akkor további célirányos ellenőrzésekre van szükség.

3. szakmai hipotézis: az átvett darabszámok valamennyi számjegyének, de különösen az első, a második, valamint az utolsó (jelen esetben a harmadik) helyi értéken levők gyakorisági eloszlása a Benford-féle eloszlást követi.

A Benford-törvény – mint arról már volt szó – alkalmas annak vizsgálatára, hogy az átadás-átvételnél rögzített darabszámok valóban természetes módon (valós mérlegelés útján) keletkeztek-e, vagy a II. termelőüzem dolgozója/dolgozói taláalomra rögzítette/rögzítették azt átvett mennyiségként a vállalatirányítási rendszerben. A Benford-féle eloszlástól való eltérések tovább vizsgálandók, mivel ezek a tranzakciók nagy valószínűséggel nem valós átadási-átvételi darabszámokat fednek.

2.4. Vizsgálati eredmények

A továbbiakban a darabszámeltérések osztályozásának, az eloszlásvizsgálatnak és a Benford-törvény szerinti számjegyvizsgálatnak az eredményeit ismertetem.

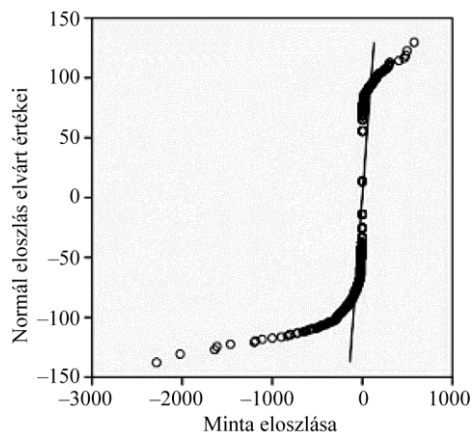
A darabszámeltérések elemzése, osztályozása

Az első hipotézis alátámasztására normalitásvizsgálatot végeztem az IBM SPSS 22. verziószámú statisztikai programjával. (Az eredményeket lásd a 3. táblázatban és az 1. ábrán.)

3. táblázat

A darabszámeltérések leíró statisztikai adatai

Statisztika	Darabszámeltérés	Standard hiba
Átlag	-4,03	0,150
95 százalékos konfidencia-intervallum		
alsó határa	-4,32	
felső határa	-3,73	
5 százalékos nyesett átlag	-1,41	
Medián	0,00	
Variancia	1018,858	
Szórás	31,92	
Minimum	-2286	
Maximum	576	
Terjedelem	2862	
Interkvartilis terjedelem	2	
Ferdeség	-30,393	0,012
Kurtózis	1570,876	0,023

1. ábra. A darabszámeltérések normalitásvizsgálatának Q-Q ábrája

A normál eloszlásra vonatkozó hipotézist el kell vetni a Kolmogorov–Smirnov-próba eredménye ($Z: 0,42$, szignifikancia $p < 0,0001$) alapján. Ezt az 1. ábra is alátámasztja. A kurtózis mutatójának magas értéke erős csúcsosságot jelez, az eloszlás pedig ferde, balra elnyúltabb. A csúcsosság oka abban rejlik, hogy a nagy elemszámú mintából 22 197 konténer átvételénél (az összes 49,3 százaléka) nem volt eltérés, ami felfelé „húzta”, koncentráltta az elemeket. Így nem tekinthető normálisnak az eloszlás.

Az egyváltozós adatelemzés szerint a darabszámeltérések átlaga $-4,03$ darab, 95 százalékos konfidencia-intervallumban az eltérések $-4,32$ és $-3,73$ közé esnek. Szórásuk 31,92 darab. Ebből kifolyólag a 0 várható értékre vonatkozó hipotézis minden szokásos szignifikanciaszinten elvethető. A mintában sok „extrém” (a 2 000 darabot is meghaladó) szélsőértékelem van, amelyek jellemzően negatív előjelűek, azaz hiányt jeleznek. Az alacsony p -érték a hatalmas mintanagyság miatt nem meglepő, de a többi vizsgálat azt mutatja, hogy a darabszámeltérések nagysága jelentős.

Mindezek alapján megállapító, hogy az esetek több mint felében (50,3 százalékban) volt (hiányt jelentő) eltérés átvételkor. A hiány mértéke átlagosan 4 darab, ez ötperces gyakorisággal és 365 napos folyamatos termeléssel megszorozva, illetve 6,70 EUR/darab átlagos eladási árat figyelembe véve, éves szinten 2 817 216 EUR eltérést (hiányt) ad. Azaz ekkora összegű hiba mutatkozik az (ön)költségekben, illetve ennek részeként a bérkifizetésben akár olyan darabok után is, amelyek valójában nem lettek átvéve (esetleg legyártva).

A kiugró darabszámeltérések kimutatása eloszlásvizsgálattal

A csoportokra (részsokaságokra) vonatkozó (második) szakmai hipotézis igazolására az átadási-átvételi adatokat a tranzakciós naplóban rögzített kategorizálási adatok alapján kisebb csoportokra (részsokaságokra) bontottam, és ezeken belül kerestem szignifikáns eltéréseket. Annak érdekében, hogy a termelési volumen ingadozásából eredő differencia a darabszámeltérések mérését ne befolyásolja (ugyanis magasabb tranzakciószám esetén nagyobb mértékben fordulhat elő eltérés, és emiatt nagyobb az eltérések abszolút értékének összege is), a vizsgálat során az egy átadásra/átvételre jutó átlagos eltéréseket elemeztem.

A részsokaságokon belüli szignifikáns eltérések keresésére az ANOVA-t (analysis of variance – varianciaanalízis) választottam. Az eltérések szignifikanciáját egyrészt Tamhane-féle T_2 post-hoc próbastatisztikával bizonyítottam, másrészt – ahol ez szakmailag értelmezhető volt – az egyes részsokaságokat alkategóriákba soroltam, és ezek alapján kontrasztteszteket végeztem. A részsokaságokon belüli eltéréseket mutató boxplot ábrákat, lévén, hogy azok a magas elemszám miatt nem elég szemléletesek, jelen tanulmányban nem teszem közzé.

A darabszámeltérések alakulása az egyes hónapokban. A 4. táblázat szerint a 2015. április és augusztus közötti időszakban a darabszámeltérések abszolút értékének havi átlaga kisebb volt a teljes időszak átlagánál. Az ANOVA eredménye $p = 0,001$, ami megerősíti, hogy a kilenc hónap darabszámeltérései között szignifikáns eltérés van.

A post-hoc elemzés azonban azt mutatja, hogy 5 százalékos szignifikanciaszinten csak 2015 januárja és a júniusa között van szignifikáns eltérés a részsokaságok tekintetében. Azaz a többi hónap átlagai statisztikai értelemben nem különböznek jelentő-

sen, ezekben az eltérések abszolút értékének átlagai „véletlenül” alakulhattak a 4. táblázatban szereplő módon. Ha a 2015. áprilistól augusztusig tartó időszakot nyári, a többi hónapot pedig nem nyári időszaknak tekintjük, szignifikáns eltérést ($p < 0,0001$) tapasztalunk a nyári és a nem nyári hónapok között. Ennek eredményét a 2. ábra szemlélteti.

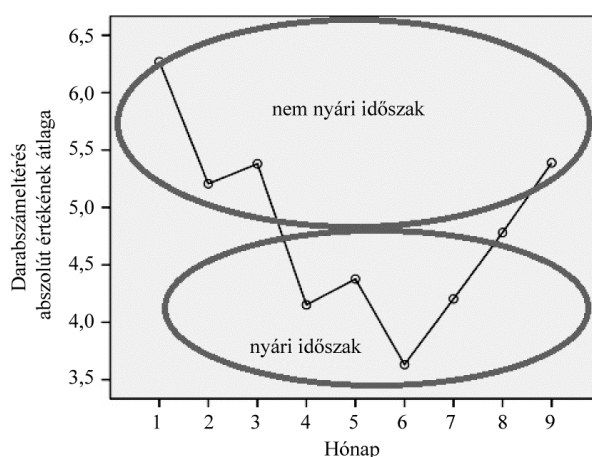
4. táblázat

A konténerátadások/átvételek havi száma és a darabszámeltérések jellemzői

Hónap	Átadás/átvétel száma	A darabszámeltérések abszolút értékének összege	A darabszámeltérések abszolút értékének átlaga
2015. január	4 682	29 354	6,270
2015. február	4 601	23 954	5,206
2015. március	4 551	24 489	5,381
2015. április	4 199	17 431	4,151
2015. május	4 972	21 764	4,377
2015. június	5 165	18 753	3,631
2015. július	5 938	24 961	4,204
2015. augusztus	4 890	23 381	4,781
2015. szeptember	5 990	32 283	5,389
Összes	44 988	216 370	4,810

Megjegyzés. A táblázat szürke cellái a nyári időszakban tapasztalt darabszámeltérések abszolút értékének átlagát tüntetik fel. Itt és a további táblázatoknál a darabszámeltérések a gyártógép által számolt és a súlyalapú átvételkor végrehajtott termék-darabszámlálásból adódó darabszámok eltéréseit jelentik.

2. ábra. A darabszámeltérések alakulása két időszakban



A 4. táblázat és a 2. ábra alapján megállapítható, hogy a hónapok a darabszámeltérések abszolút értékének átlaga alapján két periódusra, a késő tavaszi-nyárirra (2015. április–augusztus) és a nem nyárirra (2015. január–március és szeptember) oszthatók; az előbbi folyamán ugyanis az átlagok kisebbek, míg az utóbbiban nagyobbak voltak a teljes időszakéhoz képest. Azt azonban nehéz lenne bizonyítani, hogy az időjárás (például a napi átlaghőmérséklet) változásának és a nappalok hosszabbodásának hatása van a mérési folyamatra (noha ez a mérleg tekintetében nem kizárható).

Műszakok szerinti eltérés. Az 5. táblázat adatai szerint a délutáni műszakokban megállapított darabszámeltérések abszolút értékének átlaga elmarad a fő- és a másik két részsokaság átlagától. Ennek szignifikanciáját azonban sem az ANOVA eredménye (5 százalékos szignifikanciaszinten 0,41), sem a post-hoc elemzés nem igazolta.

5. táblázat

A konténerátadások/átvételek száma és a darabszámeltérések jellemzői műszakonként

Műszak	Átadás/átvétel száma	A darabszámeltérések abszolút értékének összege	A darabszámeltérések abszolút értékének átlaga
Délelőtt	13 635	67 908	4,980
Délután	16 171	73 464	4,543
Éjszaka	15 182	74 998	4,940
<i>Összes</i>	<i>44 988</i>	<i>216 370</i>	<i>4,810</i>

Eltérés a szerszámban levő fészekszám alapján. A vállalkozás által használt gyártószerszámokat aszerint is csoportosítani lehet, hogy azokban egy-egy öntés során egyszerre hány gyártmány készül. Ez a szerszámra jellemző fészekszám. Az ANOVA eredménye 5 százalékos szignifikanciaszinten 0,001 lett, amely igazolta a fészekszámonkénti vizsgálódás szükségességét. A 0,001 érték azt jelzi, hogy a szerszámok fészekszáma és az átvételi eltérések közötti összefüggés szignifikáns, a fészekszám lényegesen befolyásolja azt, hogy az abból készült gyártmányok esetében mekkora a darabszámeltérés.

A 6. táblázatban látható, hogy a részsokaságok nem homogének, szignifikáns eltérés mutatkozik a fészekszámok szerinti darabszámeltérések abszolút értékének átlaga között.

Az előzők ismeretében megállapítható, hogy a csoportok homogenitására vonatkozó második szakmai hipotézis nem teljesül, hiszen szignifikáns eltérés van az időszakok (hónapok) és a fészekszámok esetében is. Ezért ki kell jelenteni, hogy kell valamilyen oknak (nem feltétlenül a szándékos csalásnak vagy a rossz adatbetáplálásnak) lennie, ami magyarázza a darabszám-eltéréseket.

6. táblázat

A konténerátadások/átvételek száma és a darabszámeltérések jellemzői fészekszámonként

Fészekszám	Átadás/átvétel száma	A darabszámeltérések abszolút értékének összege	A darabszámeltérések abszolút értékének átlaga
1	4 627	5 024	1,086
2	13 503	48 961	3,626
3	101	660	6,535
4	15 133	65 961	4,359
5	84	965	11,488
6	6 165	33 114	5,371
7	9	11	1,222
8	3 111	15 079	4,847
9	83	2 074	24,988
10	2 046	44 461	21,731
12	126	60	0,476
Összes	44 988	216 370	4,810

Megjegyzés. A táblázat szürke cellái a kritikus fészekszámok darabszámeltérései abszolút értékének átlagát tüntetik fel.

A továbbiakban így azokra a kritikus átvételekre összpontosítok, amelyek a 2015. áprilistól augusztusig tartó időszak hónapjainak valamelyikében, az 5-ös, 9-es vagy 10-es fészekszámmal készültek. 1 034 darab ilyen tranzakciót találtam a naplóban, de ezeknél sem a gyártmányra, sem az ellenőr személyére vonatkozóan nem állapítható meg olyan összefüggés, amely alapján ellenőri, revizori észrevétel lenne tehető. Ezért az ellenőrzést további részterületek mélyebb feltárásával folytattam.

– A fészekszám szerinti eltéréseket alaposabb vizsgálatával összefüggés tapasztalható a termék kis tömege és a darabszám-eltérés között. Korrelációs számításom alapján a fészekszám és a termék nettó súlya közötti korrelációs együttható értéke $-0,525$, ami 1 százalékos szignifikanciaszinten közepesen erős összefüggést jelez. Ebből következően, ahol a fészekszám magas, ott a gyártmány alacsony súlyú. A kisebb súly esetében pedig a mérlegelési hiba lehetősége nagyobb, mint a nagyobb súlynál. Az 5-ös, 9-es és 10-es fészekszámmal gyártott termékek jellemzően kistömegű ún. fedőalkatrészek voltak (pusztán 41,72 gramm átlagsúllyal), míg az összes gyártmányt tekintve az átlagos súly 624,59 grammot tett ki. Ennek ismeretében a kis súlyú termékek esetében feltételezhető a mérlegelési hiba és ebből következően a darabszám-

eltérés is. Ezért célszerű intézkedést hozni annak érdekében, hogy ezeket a csekély méretű és súlyú termékeket nem tárolókonténerben, hanem kisméretű műanyag ládákban vagy tálcákon tárolják, és az anyagmozgatáskor történő számláláskor is ezen legyenek.

– A 12-es fészekkel gyártott termékeket tovább vizsgáltam, mivel esetükben az átlagos darabszám-eltérések abszolút értékének átlaga igen kicsi a teljes populációéhoz képest, ami viszont ellentmond az előző bekezdésben tett megállapításomnak. A vizsgált időszakban a 12-es fészekkel egy terméktípust gyártottak, aminek átvételére összesen 126 alkalommal került sor. Ezek közül mindössze egyszer, 2015. június hónapban fordult elő (60 darabos) eltérés. A további ellenőrzésem így az átvevők személyére irányult, akikről kiderült, hogy nem a II. termelőüzem, hanem az I. dolgozói. E gyártmányt ugyanis a főszabálytól eltérően nem munkálják meg a II. termelőüzem területén, hanem az I.-ben már be is csomagolják, ezért ezeket a konténereket az ottani dolgozók „veszik át” saját maguktól. Az átvételi folyamat azonban az adott hónapban nem volt megfelelő, mert az átvevők az I. termelőüzemben nem végeztek mérleget, és a darabszámot sem állapították meg; a termékkísérő kártyán, illetve a vállalatirányítási rendszerben csak a gyártógépek saját belső (a műszak kezdő és végső (a hibás darabok gyártása és az anyaghiány esetén megtett fordulatokat is tartalmazó)) számlálóállásaiból egyszerű kivonással számolt eltérés alapján rögzítettek egy általuk vélt darabszámot. Ezért a 126 alkalomból 125 esetben nem volt eltérés. Ellenőri javaslatom ezért az, hogy az I. üzem kiválasztott dolgozói a II. üzemre érvényes előírásokkal azonos módon vegyék át a gyártmányokat maguktól.

– Külön vizsgálat tárgyát képezi az átvevő személyek pontossága, illetve szigorúsága, szakmai „szkepticizmusa”. E tekintetben megkülönböztethetünk alaposan dolgozó (azaz mindig van nála eltérés), átlagos (szokás szerint adódik nála eltérés) és hanyag (azaz szinte soha nincs nála eltérés) egyéneket. Az utóbbi, azaz a „maximálisan toleráns” átvevők személye külön elemzendő szempont, ők ugyanis kockázatot jelentenek a folyamatban lustaságukkal, hanyagságukkal. Összesen 109 személy volt jogosult a vizsgált időszakban átvenni konténereket az átadási ponton, nevüket a napló visszakereshető módon, név és azonosítószám szerint tartalmazza. Az ANOVA 5 százalékos szignifikanciaszinten állapított meg különbséget e személyek által rögzített és a gyártógép által számlált darabszámok között. A 109 fő közül öt dolgozónál 100-nál több esetben fordult elő átadás-átvétel úgy, hogy a felajánlott darabszámot minden körülmények között elfogadták, és nem rögzítettek darabszám-eltérést a vállalatirányítási rendszerben. Tehát lustaságból, képes-

ségbeli hiányosságuk miatt vagy egyéb okból feltételezhetően nem láták el munkaköri kötelességüket, nem végeztek mérlegelést, és így nem állapítottak meg, illetve rögzítettek eltérést sem. Belső ellenőrként ezért javaslatom, hogy az átvétellel foglalkozó dolgozók ismét vegyenek részt oktatásban, illetve a kérdéses öt dolgozót üzemvezetőjük a jelenleginél szigorúbb (szűrőpróbaszerű utó- és felül-) ellenőrzésnek vessék alá.

A Benford-törvény szerinti számjegyzvizsgálat eredményei

A Benford-törvény szerint az átvett darabszámok első, második és utolsó karakterét vizsgáltuk. Az eredményeket a 7–9. táblázatok mutatják be.

A számjegyek eloszlása az első helyi értéken. Az átvett termékek darabszámának első helyi értékére lefuttatott MAD-teszt eredménye 0,025, így a számjegyek eloszlása a 2. táblázatban közölt kritikus értékek alapján nem követi a Benford-féle elméleti eloszlást: ugyan ez is csökkenő tendenciát mutat, de a 4-gyel és az 5-tel kezdődő átvételi darabszámoknál a trend megtörik, és kiugró értékeket „produkál”. Az utóbbi (4-gyel, 5-tel kezdődő átvételi darabszámmal jellemezhető) esetek száma megközelíti a 13 ezret, ami nem kellően kis elemszám ahhoz, hogy közöttük összefüggés legyen kereshető.

7. táblázat

Az átvett termékek darabszámának első helyi értékén levő számjegyek eloszlásának Benford-törvény szerinti ellenőrzése

Számjegy	Benford-törvény szerinti eloszlás	Első számjegy eloszlása	Esetszám (db)
0	0	0	0
1	0,30103	0,28176	12 676
2	0,17609	0,12712	5 719
3	0,12494	0,11436	5 145
4	0,09691	0,14759	6 640
5	0,07918	0,14048	6 320
6	0,06695	0,05997	2 698
7	0,05799	0,04517	2 032
8	0,05115	0,04684	2 107
9	0,04576	0,03670	1 651
<i>Összesen</i>	<i>1,00000</i>	<i>1,00000</i>	<i>44 988</i>

A számjegyek eloszlása a második helyi értéken. A második helyi értékű számjegyek eloszlása nem mutat jelentős eltérést a Benford-féle elméleti eloszláshoz ké-

pest, bár a hármas, négyes és kilences számjegyek esetében kismértékű „kiugrás” tapasztalható. A MAD-teszt értéke 0,00974, ami a 2. táblázatban közölt kritikus értékek alapján elfogadható illeszkedést jelent.

8. táblázat

Az átvett termékek darabszámának második helyi értékén levő számjegyek eloszlásának Benford-törvény szerinti ellenőrzése

Számjegy	Benford-törvény szerinti eloszlás	Második számjegy eloszlása	Esetszám (db)
0	0,11968	0,1290	5 800
1	0,11389	0,1003	4 509
2	0,10882	0,1045	4 699
3	0,10433	0,1168	5 249
4	0,10031	0,1142	5 132
5	0,09668	0,1006	4 522
6	0,09337	0,0843	3 788
7	0,09035	0,0767	3 449
8	0,08757	0,0795	3 575
9	0,08500	0,0941	4 230
<i>Összesen</i>	<i>1,00000</i>	<i>1,0000</i>	<i>44 953</i>

A számjegyek eloszlása az utolsó helyi értéken. A MAD-teszt eredménye (0,0262) a 2. táblázat kritikus értékei szerint nem mutat Benford-eloszlást. A 0-ra végződő darabszámok aránya több mint a duplája az elméletben elfogadható, Benford-törvény szerintinek (a sokadik helyi értéken levő számjegyek eloszlása a végtelenben egyenletes, azaz arányuk 10,00 százalék körüli).

9. táblázat

Az átvett termékek darabszámának utolsó helyi értékén levő számjegyek eloszlásának Benford-törvény szerinti ellenőrzése

Számjegy	Benford-törvény szerinti eloszlás	Utolsó számjegy szerinti eloszlás	Esetszám (db)
0	0,1002	0,2134	9 601
1	0,1001	0,0693	3 119
2	0,1001	0,0997	4 487
3	0,1001	0,0654	2 942

(A táblázat folytatása a következő oldalon.)

(Folytatás.)

Számjegy	Benford-törvény szerinti eloszlás	Utolsó számjegy szerinti eloszlás	Esetszám (db)
4	0,1000	0,1004	4 515
5	0,1000	0,0714	3 210
6	0,0999	0,1073	4 825
7	0,0999	0,0702	3 156
8	0,0999	0,1101	4 953
9	0,0998	0,0929	4 180
<i>Összesen</i>	<i>1,0000</i>	<i>1,0000</i>	<i>44 988</i>

A 0-ra végződő eseteket – robusztusságuk miatt – tovább tanulmányozva, a következő eredményekre jutottam.

– Górcső alá vontam, hogy kik azok az átvevők, akik gyakrabban (10 százalékot meghaladó arányban) állítottak be 0-ra végződő mennyiséget a vállalatirányítási rendszerbe átvett darabszámként. A 9 601 esetből összesen 4 475 esetben állapítottam meg, hogy ezek a személyek a felajánlott (nem 0-ra végződő) darabszámok 20 százalékat meghaladó mértékben – szemben az ideális 10,00 százalék körüli értékkel – vette úgy át a konténert, hogy a bennük levő gyártmányok darabszámának utolsó helyi értékét lefelé, nullára kerekítette. Ezt az átvételi módot összesen 56 átvevő dolgozó alkalmazta, amelyek közül 13 átvevő személye kritikus, ugyanis a 4 475 esetből 3 191-ben ezek dolgoztak, és egyenként több mint 100 alkalommal végeztek 0-ra való kerekítést. Belső ellenőrként a későbbi személyes meghallgatáson azt a választ kaptam a dolgozóktól, hogy „ez a vállalatban már évek óta így szokás”. Javaslatomban ezért e hagyomány megszüntetését kezdeményeztem.

– Az öt legtöbb terméket átvevő személyét is megvizsgáltam. Az egyik telephelyen 1 118 esetben a raktárvezető felhasználónevével történt az átadás-átvétel rögzítése. (Összesen egyébként ezzel az azonosítóval 4 243 darab átvételre került sor a vizsgált időszakban.) Mivel a belső szabályozás kizárja a raktáros jelenlétét a folyamatban, e személy tranzakcióit tovább tanulmányoztam. A tranzakciós napló alapján több mint 100 esetben fordult elő, hogy 24 óránál hosszabb ideig (azaz több mint három egymást követő műszakban) volt e felhasználó az átadási pontnál, ami megkérdőjelezte tényleges ottlétét. A jelenléti ívek és az üzemi kamerák egyértelműen cáfolták, hogy a raktárvezető az üzemben átadás-átvételeket végzett volna a jelzett mű-

szakokban. A telephelyen átvételt végző anyagmozgatók meghallgatása és szembesítésük során megállapítást nyert, hogy illetéktelenül használták a raktárvezető felhasználói nevét és kódját a folyamat során. Ezért e dolgozók fegyelmi felelősségre vonását kezdeményeztem közvetlen vezetőiknél.

– 82 esetben kiderült, hogy a gépkezelő a számlálóállásokat felülbírálván, az azok által számlált darabszámokat meghaladó mennyiséget rögzített a gyártmánykísérő lapra gyártott és felkínálásra javasolt mennyiségként. A konténerek átadásakor/átvételekor azonban a tényleges súlyt vették figyelembe, és valós mennyiséget regisztráltak a nyilvántartásokban. Ezek utolsó karaktere, jellemzően a tízes helyi értékre kerekítésből következően, nullára végződött. Ezért belső ellenőrként a dolgozók fegyelmi felelősségre vonását kezdeményeztem közvetlen vezetőiknél.

Az előbbieken közölt eredmények alapján megállapítható, hogy nem volt igazolható a Benford-eloszlásra vonatkozó hipotézis, mivel a törvény az első és az utolsó helyi értékre nem teljesült. Az utolsó helyi érték tekintetében a mesterkéltné adat-rögzítés három okát is sikerült feltárni.

3. Összegzés és következtetések

Tanulmányomban a statisztikai módszerek ellenőrzésben betöltött hasznos szerepét, szükségességét támasztottam alá. Eloszlásvizsgálatok, varianciaanalízisek, Kolmogorov–Smirnov-féle nemparaméteres próbák és korrelációs együtthatók révén sikerült azonosítanom egy konkrét vállalat működési folyamatainak hiányosságait, valamint feltárni valótlan adatok bevitelét és néhány szándékos emberi hanyagságot. E bizonyító jellegű munkával célom az volt, hogy bemutassam a statisztikai módszerek használatát az ellenőri, revizori tevékenységben. Kiemelt hangsúlyt helyeztem a számelmélet területén jól ismert Benford-törvény tárgyalására, illetve az adatok eloszlásának Benford-eloszláshoz való illeszkedésének vizsgálatára. Az utóbbi a dolgozói visszaélések beazonosításában is segített. Módszereim közül mindezek mellett természetesen a hagyományos korreláció-, átlag- és szórásszámítás sem hiányzott.

Mint azt munkám is bizonyítja, a statisztikai módszerek használata sokat segíthet az üzemgazdasági szakembereknek a különféle belső folyamatok nagyszámú tranzakciójának célirányos, gyors elemzésében. A hiányosságok, visszaélések ily módon való feltárása a vállalkozás érdekét szolgálja, ezért a menedzsment tagjainak, tulaj-

donosainak érdeke, hogy jól működő kontroll segítségével azonosítsák be a problémás vállalati cselekvéseket. Ezáltal a cégek tranzakciós adatai pontosabbak és az ebből készült jelentések megbízhatóbbak lesznek, a folyamatok pedig jobban átgondolhatóak és szabályozhatóak.

Az általam használt módszereknek természetesen vannak korlátai. Bár a megfigyeléses vizsgálatban 1 és 5 százalékos szignifikanciaszinteken tártam fel összefüggéseket, ez nem feltétlenül jelenti azt, hogy minden esetben megtaláltam a problémák gyökerét is. A tanulmányban felvázolt útkeresés azonban sok esetben rávilágított olyan összefüggésekre, amelyek további vizsgálatával új bizonyítékok tárhatók fel és javaslatok tehetők a rossz szervezési-működési folyamatok megszüntetésére.

Irodalom

- BERGER, A. – HILL, T. P. [2011]: A basic theory of Benford's Law. *Probability Surveys*. Vol. 8. pp. 1–126. <http://dx.doi.org/10.1214/11-PS175>
- COSO [2013]: *Internal Control – Integrated Framework: 2013 (Framework and Appendices)*. American Institute of Certified Public Accountants. New York.
- DOBÁK M. – ANTAL Z. [2013]: *Vezetés és szervezés*. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- DURTSCHI, C. – HILLISON, W. – PACINI, C. [2004]: The effective use of Benford's law to assist in detecting fraud in accounting data. *Journal of Forensic Accounting*. Vol. 4. No. 1524–5586. pp. 17–34.
- GOMES DA SILVA, C. – CARREIRA, P. M. [2013]: Selecting audit samples using Benford's law. *Auditing: A Journal of Practice and Theory*. Vol. 32. No. 2. pp. 53–65. <http://dx.doi.org/10.2308/ajpt-50340>
- KOVÁCS Á. (szerk.) [2007]: *Az ellenőrzés rendszere és módszerei*. Perfekt Kiadó. Budapest.
- LOLBERT, T. [2008]: *Statisztikai eljárások alkalmazása az ellenőrzésben, különös tekintettel a pénzügyi ellenőrzésre*. Doktori disszertáció. Budapesti Corvinus Egyetem. Budapest. phd.lib.uni-corvinus.hu/504/1/lolbert_tamas.pdf
- NIGRINI, M. J. [2000]: *Continuous Auditing*. Ernst & Young Center for Auditing Research and Advanced Technology, University of Kansas. Lawrence. https://www2.aaahq.org/audit/midyear/01midyear/papers/nigrini_continuous_audit.pdf
- NIGIRI, M. J. [2012]: *Benford's Law: Applications for Forensic Accounting, Auditing, and Fraud Detection*. Wiley. New York. <http://dx.doi.org/10.1002/9781119203094>
- ROSE, A. M. [2003]: Turn Excel into a financial sleuth: An easy-to-use digital analysis tool can red-flag irregularities. *Journal of Accountancy*. Vol. 196. No. 2. pp. 58–60. <http://law-journals-books.vlex.com/vid/excel-sleuth-easy-flag-irregularities-53159683>
- SAWYER, L. – DITTENHOFER, M. – SCHEINER, J. [2003]: *Sawyer's Internal Auditing: The Practice of Modern Internal Auditing*. (5th Edition.) The Institute of Internal Auditors. Altamonte Springs.
- TÓTH G. [2013]: *A Benford-törvény – avagy meghamisították-e az adatainkat?* Munkaanyag. <http://www.geod.bme.hu/gtoth/ksz/8ea.pdf>

Summary

The main topics of the paper are control and supervision in business processes, supported by statistical analysis and mathematical procedures. The author introduces various means of financial control, audit and supervision within the operation of enterprises, demonstrating that the goal of these activities is to reveal fraud, errors, and systematic failures. Explorations of this kind can be easily reached by statistical methods and data mining. In the paper, the emphasis is on statistical distribution analysis and Benford's law. Benford's law is a typical method for digit analysis and usually applied by internal auditors, financial auditors and superintendents.

The author presents a real-life case study about the warehouse transactions of a manufacturing company. As a result, deliberated bounces, rounding problems, differences from „normal” data are revealed, supported by Benford's law.