

GYÁRTÁSKÖZI TEVÉKENYSÉGEK TELJESÍTMÉNYÉNEK VIZSGÁLATA

Erdei Edina

Absztrakt: A termelésirányítási rendszerek ma informatikai aspektusokat is igényelnek, amikkel automatizálhatók, így könnyebben áttekinthetők a folyamatok. Kutatásom során három élelmiszergyártással foglalkozó vállalat 4 és fél évnyi adathalmazát és gépállományát elemeztem. Megállapítottam, hogy az ezen vállalatok a folyamatrendszerű gyártást részesítik előnyben. A késztermék előállításának egyes szakaszainak vizsgálatára az egyik legjobb időorientált módszert, a CPM elemzést alkalmaztam, melynek segítségével a tevékenységek időtartamára becsléseket készítettem. A doboz ábra elkészítése során kiszűrtem az adathalmazból a kiugró adatokat, így pontosabb statisztikai becslést kaptam. Az átlag kiszámításával a teljes projekt várható befejezésére tettem javaslatot, ami a vevői rendelések szállítási dátumainak pontosabb meghatározására szolgál. Az eredmények összegzésével a vállalatok gyártási folyamatainak újratervezésére teszek javaslatot.

Abstract: Production management systems nowadays make IT aspects more automated so that processes can be easily overview. During my research, I have analyzed 4 and a half years of data set and machine stock of three food manufacturing companies. I have found that these companies prefer process-based production. One of the best time-oriented methods, the CPM analysis, was used to examine the stages of the production of the finished product, which made estimates for the duration of the activities. When drawing a box illustration, I extracted outbound data from the data set, so I got a more accurate statistical estimate. By calculating the average, I suggested the expected completion of the entire project, which is used to determine delivery dates for sales orders more accurately. By summarizing the results, I propose to redesign manufacturing processes in companies.

Kulcsszavak: folyamatrendszerű gyártás, időtartamok becslése, CPM elemzés, box-plot

Keywords: Process Manufacturing, Estimation of Time Duration, CPM Analysis, Box-Plot

1. Bevezetés

Mivel az élelmiszer-ellátás biztonságában kulcsszerepet tölt be az élelmiszer feldolgozása és továbbítása a fogyasztók felé, ezért kiemelt fontosságú az ágazat fejlesztése. Nemzeti érdek, hogy a fogyasztók megfelelő minőségű, egészséges és magyar élelmiszert vásároljanak, fellendítve ezzel a hazai vállalkozások kereskedelmét.

Az elektronikai eszközök folyamatos fejlődése lehetővé tette a könnyedén átprogramozható gépek kialakítását és bevezetését, így mára a gyártás teljes folyamata ezáltal hatékonyabbá vált, így a verseny is tovább fokozódott a vállalatok között. Minden gyártó vállalat egyik meghatározó pontja az automatizálás kialakítása, mellyel a hatékonyság és a hosszú távú költségcsökkentés fejlesztése a cél. A rendszerben zajló folyamatok célja olyan termékek előállítása, melynek következtében a vállalat nettó árbevétele növekszik.

A termelésirányítási rendszer információkat hoz létre működése során, melyet célszerű vizsgálni ahhoz, hogy ezen adatok alapján fejlesszük a gyártási folyamatokat. A gyártási folyamatok tervezésekor és elemzésekor olyan eszközt érdemes alkalmazni, ami rögzíti az egyes folyamatokra szánt időtartamokat. A CPM elemzés kalkulál ezekkel az időtartamokkal, így előrejelzéseket tudunk készíteni az

egyres folyamatok megvalósíthatóságára. A doboz ábra segítségével a modellben található kiugró adatok megállapíthatók és kiszűrhetők, így a gyártási rekordokra alkalmazott átlag kiszámításával egy pontosabb becslést kaphatunk a projekt befejezésének várható időtartamára. Az adatok feldolgozásakor a vállalatok kapacitásának és az erőforrások optimális kihasználtságának meghatározása a fő cél, melynek folyamatos átgondolása és újratervezése a vállalatok rövid és hosszú távú célkitűzései közé tartozik.

Kutatásom során megállapítottam, hogy a gyártás pontos megvalósítására sokkal nagyobb energiát kell fordítani, hogy a vállalat versenylőnyre tegyen szert a beszállító, kis- és nagykereskedő versenytársaival szemben.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Kritikus út módszer

Napjainkban egyre több kis- és középvállalat működteti, felügyeli logisztikai, termelési, pénzügyi és egyéb tevékenységeit informatikai rendszerekkel, melyek az említett folyamatokat egységes keretben képesek kezelni (Oláh et al., 2017).

A hirtelen és folyamatosan változó üzleti világban és a magas költségek mellett a menedzsmentnek képesnek kell lennie arra, hogy megtervezze és hathatósan irányítsa a cég tevékenységeit. A menedzserek olyan eszközzel rendelkeznek, mellyel áttekinthetően tudják felépíteni a projekteket, ki tudják jelölni az egyes területek felelőseit, így előre kiszűrhetik a késés lehetséges okait, amivel a költséges projektek idejéből képesek megtakarítani (Erdei et al., 2018).

Ahhoz, hogy a gyártási folyamat zökkenőmentesen megvalósuljon fontos az alábbi részek akadálytalan lebonyolítása: beszerzés, raktározás, anyagmozgatás, technológia-tervezés, berendezések előkészítése, gyártás megszervezése, késztermékek elkészítésének az egyes fázisai, minőség-ellenőrzés stb. (Oláh et al., 2018).

A kritikus út módszert (CPM) 1957-ben J.E. Kelly fejlesztette ki a vegyi üzem karbantartási szüneteinek tervezéséhez (Plotnick–O'Brien, 2009). A CPM módszer egy projekt időbeni ütemezését számolja ki és elemzi, mely grafikus ábrával jól szemléltethető. A CPM hálót teljes pontossággal felírjuk, a következő lépések átgondolása szükséges:

- Adjuk meg a projektben lévő összes elvégzendő tevékenységet. Megjegyzendő, hogy míg a PERT elemzés esetében külön kezeljük a tevékenységeket és az eseményeket, addig a CPM esetében nem különböztetjük meg ezeket. Mivel ezek rokon értelemben használatosak a továbbiakban a CPM feladatokat tevékenységként fogjuk emlegetni (Woolf, 2012).
- Következő lépés a tevékenységek sorrendjének és kapcsolatának meghatározása. Mivel a CPM tevékenységorientált, ezért a nyilak csak a kapcsolatokat jelölik. Érdeemes megemlíteni, hogy a háló szerkesztésénél a különbség a PERT és a CPM módszer között az, hogy az utóbbi esetén a

csomópontok tevékenységeket jelölnek, nem eseményeket (Chanas–Zienlinski, 2001).

- Becsüljük meg minden egyes tevékenység időtartamát. A CPM eljárás nem tartalmaz semmilyen követelményt ezen értékek statisztikai becslésére, de valamilyen egyszerű statisztikai modell használatával eljuthatunk hozzá. Például vehetjük a kiválasztott időszak gyártási rekordjainak az átlagát (East, 2015).
- Tartalék nélkül határozzuk meg a kritikus utat. Ahhoz, hogy a tartalék időt megtudjuk határozni négy értéket kell kiszámolni minden eseményhez:
 1. legkorábbi kezdési idő (early start, ES), ekkor kezdődhet meg legkorábban a tevékenység
 2. legkorábbi befejezési idő (early finish, EF), ez a korai kezdési idő növelve a tevékenységhez szükséges idővel.
 3. legkésőbbi kezdési idő (late start, LS), a projekt késleltetése nélkül ekkor kezdhetjük meg legkésőbb a tevékenységet
 4. legkésőbbi befejezési idő (late finish, LF), ahhoz, hogy ne készen a projekt, legkésőbb eddig kell elvégezni a tevékenységet (Deacon–Lingen, 2015).

Adjuk meg a tevékenységekhez tartozó tartalékidőket. Eseményenként képezhetjük a tartalékidőket LS-ES vagy LS- EF módon.

A globális áruáramlás iránya és a csomópontok növekedése a kereskedelmi hálózatokban jelentős hatással van a logisztikai központok fejlesztésére. A fogyasztói vásárlási szokások megváltozásai, az új ellátási láncok kialakulása befolyásolja az elosztási folyamatokat (Popp et al., 2018).

2.2. Doboz ábra

Az adatbázisban található szélsőséges adatok elhagyásával pontosabb statisztikai mutatószámokat kaphatunk. A kiugró adatok feltárására a doboz ábra (box-plot) szolgál, melynek lényege, hogy az interkvartilis terjedelem felső és alsó határát növeljük vagy csökkentjük (Vad et al., 2017). A dobozdiagram a változóknak a kvartilisek mentén történő grafikus ábrázolási módja. A dobozok egyes részei közötti távolságok az adatok szóródását, ferdeséget, valamint a kiugró értékeket jelzik (Boyle, 1986).

A doboz ábra segítségével grafikusan tudjuk szemléltetni a változók értékeinek a terjedelmét és elhelyezkedését. Továbbá megmutatja, hogy az adathalmaznak vannak-e kiugró pontjai, valamint az adatok szimmetriájáról és ferdeségéről is információt kaphatunk (Verde, 2014).

A doboz felső sarka a harmadik kvartilist, vagyis az adatok 75%-át, az alsó sarka az első kvartilist, vagyis az adatok 25%-át, a doboz középső része pedig az adatok 50%-át tartalmazza. Tehát a minta terjedelme a harmadik kvartilis és az első kvartilis különbsége, vagyis az intervallum középső 50%-a. A dobozban megtalálható vonal a mediánt jelzi. Ha a medián-vonal nincs egyenlő távolságra az alsó és felső saroktól, akkor az adatok aszimmetrikusak. A dobozból kiinduló vonalak végei a maximális és minimális értékeket jelzik (Rietz–Stannarius, 2017).

A doboz ábra kétféle kiugró adatot reprezentál:

- enyhén kiugró értékek: ezek az értékek a belső határolóponton kívül, viszont a külsőhatároló ponton belül helyezkednek el, kör szimbólummal vannak jelölve. Ezek az értékek kívül esnek az interkvartilis terjedelem * 1.5 távolságon.
- extrém kiugró értékek: ezek az értékek a külső határolóponton kívül helyezkednek el, csillag szimbólummal vannak jelölve (Lem et al., 2017).

3. Anyag és módszer

A kutatásom során három élelmiszergyártó vállalatot vizsgáltam meg, melyek a hazai élelmiszeripari piac legkorszerűbb gyártósoraival rendelkeznek. Mindhárom vállalat évi több tízezer tonnás termelőkapacitás mellett odafigyel az innovatív termékfejlesztésre és az optimális ár-érték arányra. Fontosnak tartják a legyártott élelmiszerek biztonságát, minőségét és a környezettudatosság fontosságáról sem feledkeznek meg.

A gyártás során használt újszerű gépek nagy mennyiségben képesek automata módon kikeverni, megformázni, megtölteni, bepanírozni, kisütni, fagyasztani, mérni és becsomagolni az elkészült termékeket. A gyártás folyamatát képzett szakemberek irányítják és ellenőrzik. A termelő üzemekben saját laboratórium és szakhatósági kirendeltség is található az elkészült termékek minőségének ellenőrzéséhez.

A vállalatok évente többmillió ropogós falatot állítanak elő, melyekkel export és belföldi igényeket teljesítenek. Az elemzések szempontjából a három vállalatra vonatkozó legfontosabb információkat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A vizsgált vállalatok legfontosabb adatai

Jellemző	„A” vállalat	„B” vállalat	„C” vállalat
Vizsgált időszak kezdete	2013. 02. 01.	2013. 02. 01.	2013. 02. 01.
Vizsgált időszak vége	2017. 10. 01.	2017. 10. 01.	2017. 10. 01.
Gyártási rekordok száma (db)	15 855	16 187	14 898
Vizsgált gyártási mennyiség (kg)	1 000	1 000	1 000
Rekordok alsó kvartilise (perc)	56.48	57.11	57.19
Rekordok felső kvartilise (perc)	58.49	59.10	59.10
Interkvartilis*1,5 (perc)	3.01	2.99	3.02
Gyártás optimális intervalluma (perc)	53.47 – 61.50	54.12 – 62.09	54.17 – 62.12
Kiugró adatok száma (db)	103	122	102

Forrás: saját kutatás, 2017

A három vállalat elemzése 4 és fél évnyi adathalmazból készült, mely során egy termék legyártásának a várható időtartamát vizsgáltam meg. A fő cél a gyártási idők mélyebb szintű elemzése volt, mely során a gyártás befejezésének várható idejét becsültem meg. A kalkulációk a kapacitások kihasználtságának megtervezésén felül a vevői igények pontosabb kiszolgálását teszik lehetővé.

Kutatásom során a CPM elemzést alkalmaztam, mely az egyik legjobb időorientált módszer, így a következő részekben annak eredményeit mutatom be. Az elemzés következtében megállapíthatóvá vált az eszközökön történő mennyiségek elkészülésének gyártási ideje, így a előrejelzéseket készítettem a gyártási idők befejezésére. Fontos, hogy az adathalmazban található kiugró adatokat kivettem a modellből, ezáltal a gyártási rekordokból történtő átlag kiszámításával pontosabb becslést kaptam.

4. Eredmények

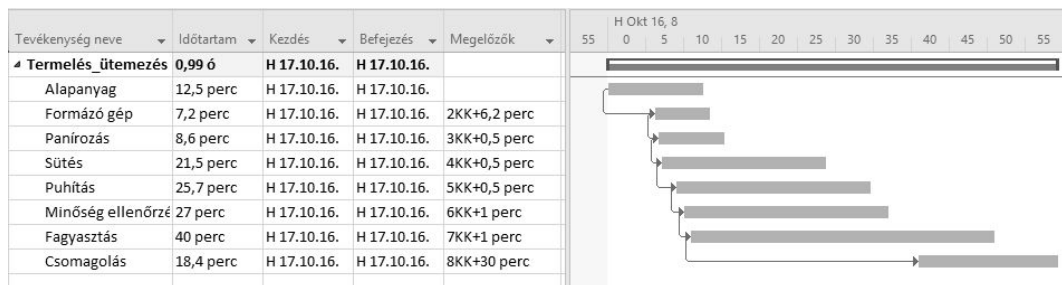
4.1. Gyártás folyamatrendszerű folyamata

Az élelmiszer iparágra szakosodott vállalatoknál a legelterjedtebb megoldás a folyamatrendszerű gyártás, hiszen az anyagutak csökkentése lényeges időbeli nyereséget jelent a vállalatok számára.

A gyártás alapanyag ellátásának folyamata a megrendelésektől és a beszállítóktól függ, akiket késedelmes szállítás esetén kötbér fizetésre kötelezhetnek. Fontos, hogy a vállalatok megbízható szállítókkal tartsák a kapcsolatot, ezenkívül kiváló alapanyagok, optimális szerszámok és emberi erőforrások álljanak a rendelkezésükre. Nélkülözhetetlen a megérkezett alapanyagok megfelelő raktározása, mivel a gyártani kívánt termékek minőségét az alapanyagok tárolása is jelentősen befolyásolja. Költséget takaríthatunk meg, ha probléma van a feldolgozandó alapanyaggal és azt annak feldolgozása előtt kiszűrjük.

A három vállalat egyik késztermékének előállításának fő folyamatát a Microsoft Project program által készített *1. ábra* szemlélteti. A feltüntetett időtartamok 1 tonna késztermék elkészítésére vonatkoznak.

1. ábra: Élelmiszergyártás folyamata



Forrás: A szerző saját szerkesztése. (2017)

A feldolgozás az alapanyagok kicsomagolásával kezdődik, ahol a „B” vállalat a munkaállomásai segítségével az 1 tonna készterméket 12.5 perc alatt felaprítja és folyékonyá teszi. Az üzemben minden gépnek van egy vezérlőegysége, amin beállítható, hogy hány percig és milyen fordulatszámon dolgozzon a berendezés az alapanyagokkal és félkész termékekkel. Az alapanyag szabályszerű alakját 7.5 perc alatt egy formázó gép elkészíti, melynek feje – attól függően, hogy milyen alakú késztermékeket szeretnének elkészíteni – lecserélhető. A formázás egy futószalag kiinduló állomása, mely után a termékek bepanírozása, fűszerezése következik. Ezt

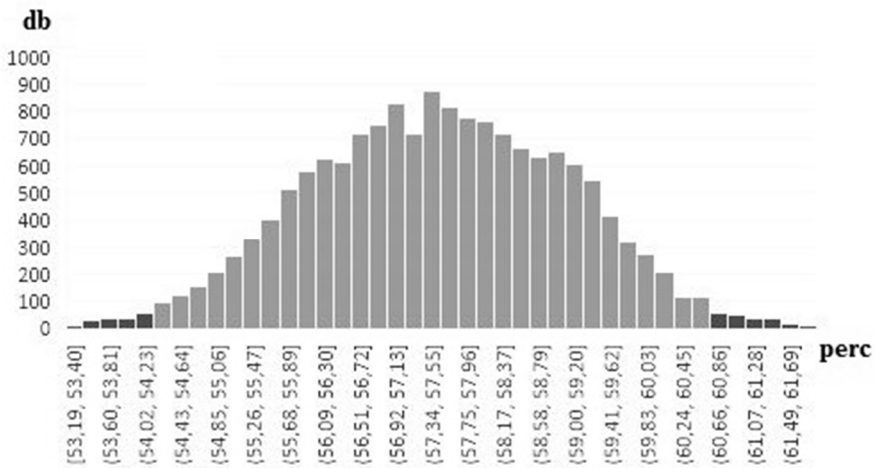
követően a futószalagon lévő félkész termékeket olajban kisütik, majd gőzben megpuhítják, aminek eredményeképpen a késztermékek elkészülnek. A puhításra jóval több időt kell szánni, mivel a külső jellemzők mellett a legfontosabb, a késztermékek belső tulajdonságainak magas minősége. A minőségellenőrzés a gyártás legfontosabb pontja, ez jelenti az utolsó kaput a vevők előtt, ahol még észrevehetik a hibákat. A „B” vállalat esetén a gyártási folyamat ezen része körülbelül 27 percet vesz igénybe, amikor is a termékek főbb jellemzőjének (szín, íz, forma) vizsgálata történik. Bármilyen hiba felmerülésekor a késztermékek automatikusan selejtezésre kerülnek. A minőségellenőrzés után a késztermékek lefagyasztása történik. A fagyasztó hőmérsékletét a késztermék állagától függően határozzák meg, mely akár -70°C körüli is lehet. A megvizsgált vállalatok esetén egy késztermék körülbelül 30-40 percet tölt a fagyasztóban, mielőtt azt becsomagolják. A csomagoló gép rekeszeiben a késztermékek helyezkednek el. Minden egyes rekesz súlya maximum 10 grammal térhet el az előírásokban megfogalmazottaktól. Amennyiben a súly nem felelt meg a követelményeknek, akkor annak tartalma egy úgynevezett selejt dobozba került. A csomagoló gép egyetlen vágással és ragasztással becsomagolja az elkészült terméket. Az utolsó részfolyamat a „B” vállalatnál 18.4 percet vesz igénybe 1 tonna termék esetén (körülbelül 2200 csomag). A dolgozók a csomagokat dobozokba helyezik, majd azt egy fagyos raktárba viszik, ahonnan állításuk szerint 1-1.5 héten belül a késztermék eladásra kerül.

4.2. CPM módszer eredménye

A vállalatoknak egyre fontosabbá vált, hogy az összetett, bonyolult logikai és időrendi kapcsolatban álló tevékenységeket a lehető leggyorsabban, valamint minél hatékonyabban tudják elvégezni. Így a CPM módszer végső célja a folyamatok áttekintése után az egyes tevékenységek és a projekt várható befejezésének időtartamának a kiszámítása.

A gyártási rekordokban található szélsőséges adatok megtartásával kissé pontatlan eredményhez juthatunk, így azok elhagyásával megbízhatóbb statisztikai mutatószámokat kapunk. Ezen kiugró adatok feltárására alkalmas a doboz-ábra. A doboz ábra segítségével az egyes vállalatok gyártási rekordjait elemezve meghatározható az interkvartilis terjedelem, mely az adatok középső 50%-át fedi le (2. ábra).

3. ábra: Az „A” vállalat gyártási rekordjainak hisztogramja



Forrás: A szerző saját szerkesztése. (2017)

Megfigyelhető, hogy a modelltől a sötétebb színnel jelölt részeket érdemes kivennünk, hiszen azok előfordulása jelentősen befolyásolja az átlagszámításon alapuló becslés eredményét. A kiszűréssel egy pontosabb becslést tudunk kapni a projekt várható befejezésének időtartamára. A kiugró adatokat tartalmazó és nem tartalmazó adatbázisokra kapott leíró statisztikákat az alábbi 4. ábra tartalmazza.

4. ábra: A vizsgált vállalatok legfontosabb adatai

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
A_unfiltered	15855	51,20	62,82	57,7903	1,81210
A_filtered	15752	51,51	62,64	57,4781	1,47971
B_unfiltered	16187	52,12	65,80	58,4974	1,85761
B_filtered	16065	52,52	64,71	58,0948	1,48725
C_unfiltered	14898	51,65	65,34	58,7339	2,01706
C_filtered	14796	52,77	64,05	58,1971	1,49597

Forrás: A szerző saját szerkesztése. (2017)

A három vállalatra vonatkozó szűrt és szűretlen adatokból elmondható, hogy a kiugró adatok eltávolítása jelentősen befolyásolta a becslés végeredményét. A „C” vállalat esetén például 1.29 perccel eltér a két adatbázis maximum értéke, ami több, mint 0.5 perccel módosítja az átlagot. Ez az eltérés a munkaállomás hiba miatti megállásából következhetett, ezért fontos a vállalat folyamatainak felülvizsgálata és a munkagépek által bekövetkezett hibák csökkentése.

Fontos, hogy az adathalmazra nem érdemes súlyozott átlagszámítást alkalmazni, hiszen ekkor egyes értékeket nagyobb súllyal vesszünk figyelembe, mely jelentősen módosíthatja a becsült gyártási időt, így egy torzított becslést kapunk, mely kevésbé közelít a várható gyártási időhöz.

5. Következtetések és javaslatok

A gyártási folyamat zökkenőmentes megvalósításához fontos az alábbi részek akadálytalan lebonyolítása: technológia-tervezés, beszerzés, raktározás, anyagmozgatás, gyártó berendezések előkészítése, gyártási folyamat megtervezése, késztermékek elkészítése és a minőségellenőrzés.

A gyártóberendezések elhelyezkedésétől függ az élelmiszerek útja, amely befolyásolja a gyártási rendszer rugalmasságát, az idő- és költségigényeket, az anyagmozgatást, és a gyártás egyes szakaszainak az átfutási idejét. Megállapításaim szerint, az élelmiszer iparágban tevékenykedő vállalatok a folyamatrendszerű gyártást előnyben részesítik a csoportrendszerű gyártással szemben, hiszen a futószalagos megoldással az egyes műveletek közötti átfutási idő lecsökken, aminek köszönhetően a termelés volumene megnő. Fontos, hogy a vállalatok odafigyeljenek az automatizáció optimális kialakítására, mellyel – a termékek gyors és hatékony előállításával – a versenyelőny megszerzése és fenntartása a cél.

A vállalatok érdeke nemcsak az, hogy a vevői igényeknek alapján kiszámított termelési mennyiséget határidőn belül legyártsák, hanem az is, hogy a fogyasztók kiváló minőségű élelmiszert vásároljanak.

Mivel a termelésirányítási rendszer működése során információt bocsált ki, ezért a munkafolyamatok közben is folyamatosan felügyelhető a félkész- és késztermékek minősége. Az élelmiszerek esetén valamennyi elkészült darabon minőségellenőrzést kell végrehajtani. A vizsgálat minél pontosabb, annál nagyobb költségráfordítást jelent.

Kutatásom során a CPM módszer segítségével becsléseket készítettem a tevékenységek időtartamára a három vállalat adatbázisán. Doboz ábra segítségével a gyártási rekordok között megtalálható kiugró adatokat kiszűrtem a modelltől, így az átlagszámítás során pontosabb adathoz jutottam. A különböző számítások alapján a projekt befejezésének becsült időtartama 58 perc körüli, ami kimondja, hogy egy élelmiszert gyártó vállalat 1 tonnányi mennyiséget egy korábban definiált termékből körülbelül 58 perc alatt képes legyártani. Ez a következtetés és a gyártási idő pontosabb meghatározását segítik elő, így könnyebbé válik a szállítási dátumok kiszámítása is.

Továbbá megállapítottam, hogy az „A” vállalat kevesebb idő alatt végzi el az 1 tonna késztermék legyártását, mint a másik két vállalat, melynek oka jól kidolgozott gyártási tervek, modernebb gépek és ütemezések használata. A „C” vállalatnak újra kellene gondolni a folyamatok újratervezését, mivel 1-2 perc is óriási gyártási mennyiség kiesést eredményez.

Minden vállalat szeretné az általa előállított termékek minőségét megtartani és fejleszteni, ami a gyártás pontos kidolgozása esetén lehetséges. Az élelmiszer feldolgozása és továbbítása a fogyasztók felé az élelmiszer-ellátás biztonságában kulcsszerepet tölt be, ezért alapvető fontosságú az ágazat kiemelt fejlesztése.



Irodalomjegyzék

- Boyle, C. (1986): Display the Data: Box-Plots. In: *Mastering Statistics with your Microcomputer*. Macmillan Master Series. Palgrave, London.
- Chanas, S., Zienlinski. P. (2001): Critical Path Analysis in the network with fuzzy activity times. *Fuzzy Sets and Systems*, 122 (2): 195–204.
- Deacon, H., Lingen, Van der E. (2015): The use of the critical path and critical chain methods in the South African construction industry. *Journal for the Physical and Development Sciences*, 22 (1): 73–95.
- East, W. (2015): *Critical Path Method (CPM) Tutor for Construction Planning and Scheduling*. Series: P/L Custom Scoring Survey. McGraw-Hill Education.
- Erdei E., Popp J, Oláh J. (2018): Comparison of time-oriented methods to check manufacturing activities and an examination of their efficiency. *LogForum*, 14 (3): 371–386
- Lem, S., Onghena. P., Verschaffel, L., Van Dooren, W. (2017): The power of refutational text: changing intuitions about the interpretation of box plots. *European Journal of Psychology of Education*, 32 (4): 537–550.
- Oláh J., Erdei E., Popp J. (2017): Értékesítési adatok klaszteranalízise és előrejelzések készítése SAP HANA platformon. *Controller Info*, 5 (1): 12–17.
- Oláh J., Zéman Z., Balogh I., Popp J. (2018): Future challenges and areas of development for supply chain management. *LogForum*, 14 (1): 127–138.
- Plotnick, F. L., O'Brien, J. J. (2009): *CPM in Construction Management*, Seventh Edition. McGraw Hill.
- Popp J., Oláh J., Farkas Fekete M., Lakner Z., Máté D. (2018): The Relationship Between Prices of Various Metals, Oil and Scarcity. *Energies*, 11 (9): 1–19.
- Rietz, F., Stannarius, R. (2017): Beads in a Rotating Box. In: Müller, S. C., Plath, P. J., Radons, G., Fuchs, A. (szerk.): *Complexity and Synergetics*. 51–60.
- Vad, V., Cedrim, D., Busch, W., Filzmoser, P., Viola, I. (2017): Generalized box-plot for root growth ensembles. *BMC Bioinformatics*, 18 (Suppl 2): 65.
- Verde, R., Iripino, A., Rivoli, L. (2014): A Box-Plot and Outliers Detection Proposal for Histogram Data: New Tools for Data Stream Analysis. In: Vicari, D., Okada, A., Ragozini, G., Weihs, C. (szerk.): *Analysis and Modeling of Complex Data in Behavioral and Social Sciences*. 283–291.
- Woolf, M. B. (2012): *CPM Mechanics: The Critical Path Method of Modeling Project Execution Strategy*. ICS-Publications.