

E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher
Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyhme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
JANKÓ Ferenc
KOLOSZÁR László
SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FÁBIÁN Attila
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁTSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant
TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth 1

ÚR Norbert

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban

B2B Relationship in Business Network 12

GYÖRKÖS Rita

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer 22

KATONA Attila Imre

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control 35

KATONA Attila Imre

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control 46

KURBUCZ Marcell

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben

Impacts of Human Resources on Project Planning 58

NÉMETH Anikó

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects 79

NÉMETH Kristóf

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében

GARCH Models in the Perception of Financial Risks 99

KISS Ágota

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms 116

CZELLENG Ádám

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre

The Impact of Flexibility on the Capital Structure 128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

*Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and
Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House.....* 156

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében¹

CSUGÁNY Julianna²

A 20. század végén az infokommunikációs technológiák térnyerésével ismét a közgazdaságtan érdeklődésének középpontjába kerültek a technológiai változások. A gazdasági növekedés hajtóerejének tekintett technológiai haladás vizsgálatában a kutatás-fejlesztés és innováció folyamatai mellett egyre inkább előtérbe kerül az intézményi tényezők jelentősége. Az endogén növekedésméletek világítanak rá a humán tőke és az innováció szerepére, amelyek makrogazdasági hatásának érvényesülésében meghatározó az intézményi környezet.

Az empirikus vizsgálat az Európai Unió tagállamainak vonatkozásában a gazdasági növekedés, a technológiai haladás és az intézmények makrogazdasági összefüggéseinek feltárására irányul. A dolgozat állítása szerint a K+F+I és az intézmények együttesen alkotják azt a technológiai környezetet, amely nélkülözhetetlen ahhoz, hogy a technológiai fejlődés megvalósuljon. A technológiai-intézményi környezet és a jövedelmek kapcsolatát kétváltozós regressziós függvényben modellezve megfogalmazható, hogy a technológiai környezet nagymértékben hozzájárul a jövedelmek alakulásához az EU tagállamaiban. A technológiai környezet elemeiből útmodellt alkotva, kiemelten a tulajdonjogi védelem fontos a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében.

Kulcsszavak: kutatás-fejlesztés-innováció, intézmények, tulajdonjogok védelme
JEL kód: O11, O34, O43

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth

At the end of 20th century, due to the expansion of information and communication technologies, technological changes were again in the centre of interest in economics. Analysing the technological progress, which is the driving force of the economic growth, the relevance of institutions is more important in addition to research and development and innovation. In endogenous growth theories, the institutional environment is important in realising the macroeconomic effect of human capital and innovation.

The empirical study demonstrates the macroeconomic relations between economic growth, technological progress and institutions. The main hypothesis of this paper is the technological environment consists of research and development (R&D) and innovation, as well as institutions. The relationship of technological-institutional environment and income is modelled by regression analysis, which demonstrates that the technological environment is an important determinant of income across the EU member states. Finally, a path model constructed from the elements of technological environment, emphasizing that the protection of property rights plays an essential role in realising the effects of technological progress on economic growth.

Keywords: research - development - innovation, institutions, protection of property rights
JEL codes: O11, O34, O43

¹ A tanulmány a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi Szekciójának Közgazdasági elmélet III. Tagozatában első helyezést elért dolgozat alapján készült. Az OTDK-pályamunka konzulense Dr. Czeglédi Pál egyetemi docens.

² A szerző a Debreceni Egyetem Közgazdaságtudományi Doktori Iskolájának PhD hallgatója, az Eszterházy Károly Főiskola Regionális- és Környezetgazdaságtan Tanszékének tanársegéde (csugany.julianna AT ektf.hu).

Bevezetés

A több mint 200 éve tartó technológiai fejlődés az infokommunikációs technológiák (IKT) megjelenésével újabb lendületet vett. Az információ gyorsabb áramlása révén a gazdaság valamennyi részében alapvető változások mennek végbe, melyek hatására a gazdasági növekedés és a technológiai haladás kapcsolatrendszerében is új elemek kerülnek előtérbe. A 20. század elején *Schumpeter* munkássága hívta fel a figyelmet a jelenségre, aki felismerte, hogy a gazdasági fejlődés lényegében az erőforrások új kombinációiban gyökerezik.

A technológiai haladás és a növekedés kapcsolatát *Solow (1956)* matematikai alapokon modellezte, és elsőként tekintette a technológiai fejlődést a hosszú távú növekedés forrásának, amely a klasszikus termelési tényezők – a munka és a tőke – felhalmozásán túl járul hozzá a kibocsátás növekedéséhez. A növekedéseméleti kutatások kiindulópontjaként szolgáló Solow modellt, a kulcstényezőnek számító technológiai haladás exogén jellege miatt azonban számos kritika érte. A technológiát olyan közjóságnak tekintette, mely mindenki számára szabadon elérhető. Modelljével nem magyarázta, hanem feltételezte a gazdasági növekedést.

A 20. század második felében az új növekedésemélet képviselői (kiemelten *Arrow, 1962; Lucas, 1993; Romer, 1990*) endogén tényezőként, a többi gazdasági változóval összefüggően modellezték a technológiai változásokat és rávilágítottak mikroszintű összefüggésekre. A modellek középpontjában az innováció és a humán tőke vizsgálata állt, amelyekkel összefüggésben egyre inkább hangsúlyozni kezdték az intézmények szerepét. A technológiai fejlődésben az intézményi környezet meghatározó, hiszen a változások az intézmények alkalmazkodását igénylik.

A tanulmány statisztikai módszerek segítségével támasztja alá, hogy a technológiai haladás az EU tagországaiban jelentős szerepet tölt be a kibocsátás alakulásában. Főkomponens-analízis segítségével a technológiai–intézményi környezet mérésére alkalmas indikátor állítható össze, mely alkalmas a jövedelmi és technológiai különbségek összefüggéseinek alátámasztására.

Az empirikus elemzés arra az eredményre jut, hogy az országok közötti jövedelmi eltérések a technológiai fejlődést indukáló kutatás–fejlesztés–innováció, valamint az intézményi környezet elemeinek sajátos ötvözetével magyarázhatóak. Útmodell segítségével az is megállapíthatóvá válik, hogy a tulajdonjogi védelem szerepe kiemelkedő a technológiai haladás realizálódásában.

A technológiai haladás értelmezése és makrogazdasági összefüggései

A technológiai haladás összetett folyamat, amely hozzájárul a gazdasági teljesítmény növeléséhez. A technológia leginkább tudás, felhalmozott ismeret, amelyet a gyakorlatban hasznosítanak és a gazdaság termelékenységét javítja (*Jones, 1995, pp. 764–765*). A tőkefelhalmozás és a technológiai haladás komplementer jelentkeznek, az innovációk lényegében a fizikai és humán tőke kombinációjából születnek. *Caselli (1999, pp. 78-79)* értelmezésében a technológia különböző típusú gépek és azok használatához szükséges képességekkel rendelkező munkások kombinációja, tehát magában foglalja az újonnan megjelenő eszközöket és azt a tanulási folyamatot is, amellyel a munkások képessé válnak alkalmazni azokat. *Jones (1998, p. 72)* egyszerűen fogalmaz: „*amivel jobbat és többet tudunk termelni*”, vagyis a hatékonyságra helyezi a hangsúlyt. Első lépés a feltalálás (*invention*), azaz az új ötlet, új gondolat megszületése, amelynek gyakorlati hasznosításából születik meg az újítás (*innovation*).

Napjainkban tudatos kutató–fejlesztő tevékenység eredményéből születnek meg azok az innovációk, amelyek mozgatják a technológiai fejlődést. Ezek többsége inkrementális jellegű, kevés a teljes egészében új találmány. A szociális infrastruktúra – az intézmények és a kormányzati politika által – hosszú távon meghatározza a gazdasági teljesítményt, közvetetten tehát az intézmények teremtik meg a növekedéshez szükséges feltételeket, valamint a technológia létrehozásának, illetve alkalmazásának lehetőségeit (*Hall-Jones, 1999*). A technológiai

fejlődés nem csupán a tudás és az innováció eredménye, hatása nem érvényesülhetne intézmények nélkül.

A technológiai fejlődés a mokyri értelemben vett mikro– és makrotalálmányok³ jelentette fizikai technológia, valamint az intézményeket és a szervezeteket magában foglaló társadalmi technológia kölcsönhatásában nyilvánul meg (Kapás, 2007). Az empirikus tapasztalatok mutatnak rá arra, hogy a technológiai haladásban nem csupán annak tartalma, tehát a tudás és a tudomány eredményei, valamint azok gyakorlati alkalmazása lehet fontos, hanem az intézményi környezet is, amelyben ezek az újdonságok megszületnek. A technológiai változásoknak elengedhetetlen feltételei az intézmények, az újítások ugyanis igénylik az intézményi környezet alkalmazkodását. A technológiai változásokat lényegében a tudás gyakorlati alkalmazása generálja, amelyhez szükséges ismeretek és készségek megszerzésének irányát az intézményi keretek szabják meg (North 2010, p. 133). Az innovációvezérelt növekedés csak megfelelő intézményi háttérrel valósítható meg. North (2010, p. 222) rámutat továbbá arra is, hogy a világ nagy részén nem érvényesülnek a technológia lehetséges előnyei, vagyis több kell ahhoz, hogy növekedést generáljon.

A technológiai-intézményi környezet modellezése

A gazdasági növekedés és a technológiai fejlődés dinamikus folyamat, az összefüggéseik statisztikai elemzését azonban adott évre vonatkoztatva, statikusan végeztem. Az EU jelenlegi 27 tagállamára vonatkozóan a 2007. évi adatokat vettem alapul, néhány esetben azonban korrekcióra volt szükség, ugyanis a statisztikai adatok erre az évre nem minden esetben elérhetőek. Az adatok az Eurostat (EC, 2011) és a Penn World Table (Heston-Aten-Summers, 2011) adatbázisból, valamint a Fraser Institute által összeállított gazdasági szabadság indexéből⁴ (Gwartney-Hall-Lawson 2010) származnak.

A technológiai haladást megalapozó környezet elemeit átfogó indikátor összeállításához az Eurostat és az EFW adatbázisából 16 statisztikai mutatószámot⁵ jelöltem ki és vettem főkomponens–analízis alá. Az adatredukciós eljárás során az egymással szorosan korreláló változók összevonásával, az eredeti struktúra információtartalmának jelentős részét megőrizve a technológiai–intézményi környezet jellemzésére aggregált indikátort hoztam létre.

A főkomponens–analízis eredményeként kapott, egy komponensbe sűrített mutatók kritériumértékei6 módszertanilag megfelelőek. A minta főkomponens–analízisre való alkalmasságát mérő Kaiser–Meyer–Olkin érték 0,879, tehát a főkomponensben lévő 8 mutató együttesen alkalmas a vizsgált jelenség jellemzésére. A változók függetlenségére vonatkozó Bartlett–féle próba szignifikáns. A varianciahányad 78,98%, a főkomponens tehát a mutatóstruktúra teljes információtartalmának jelentős részét megőrzi. Összességében megállapítható, hogy módszertanilag az eredeti 16 mutatóból álló minta 8 elemének egy főkomponensbe való sűrítése robosztus. Az 1. táblázatban szemléltetett főkomponens statisztikailag reprezentálja a technológiai haladást megalapozó technológiai–intézményi környezetet.

³ Moky (2004) makrotalálmányoknak tekinti a teljesen új, előzmények nélküli újításokat, amelyek lényegében determinálták az ipari forradalmat, míg a meglévő dolgok tökéletesítésére, leegyszerűsítésére irányulnak mikrotalálmányok. Makrotalálmányoknak tekintjük a radikális innovációkat, míg a mikrotalálmányok inkrementális jellegű újítások.

⁴ EFW= *Economic Freedom of the World Index*, az intézményi környezet egészét jellemző, 5 komponensből álló index, amely a gazdaságon belül 10 területen méri az intézményi tényezőket.

⁵ A mutatók struktúráját és forrását a függelékben az A. táblázat tartalmazza.

⁶ A főkomponens-analízis eredményeit a függelékben a B. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A technológiai haladást megalapozó környezetet jellemző indikátor összetétele

Szélessávú internet hozzáférés aránya	Infokommunikációs technológiák
IKT ráfordítás a GDP %-ában	
K+F ráfordítás aránya	Pénzügyi-finanszírozási feltételek
1 millió lakosra jutó szabadalom	
kutatók száma a foglalkoztatottakon belül	A tudás létrehozása
tudásintenzív szektorokban foglalkoztatottak aránya	
tulajdonjogok védelme	Intézményi tényezők
üzleti élet szabályozása	

Forrás: EC/Eurostat (2011) és Gwartney-Hall-Lawson (2010) alapján saját számítás

A technológiai környezet mutatói pozitív irányú korrelációt mutatnak a főkomponenssel, amely alapján az alábbi következtetések vonhatók le. A legnagyobb magyarázó erővel rendelkező változó a szélessávú internet hozzáférések aránya, mely az IKT korszakának jellegzetes mutatója. A tudás és technológia gazdaságban való terjedéséhez napjainkban elengedhetetlen az információs infrastruktúra kiépítése, melynek finanszírozási hátterét jellemzi az IKT ráfordítások GDP-n belüli aránya. A technológia létrehozásához és átvételéhez szükséges magasabb szintű tudás létrehozásának humán erőforrás feltételeihez kapcsolható a kutatók száma, illetve a tudásintenzív ágazatokban foglalkoztatottak aránya, továbbá a kutatás-fejlesztés pénzügyi hátterét biztosító K+F ráfordítások GDP-n belüli aránya. Az egy millió lakosra jutó szabadalmi kérelmek jelzik statisztikailag leginkább az innovációs aktivitást. Az innovációk többsége napjainkban leginkább inkrementális jellegű és a drága szabadalmaztatási folyamat, valamint a gyorsan születő újítások miatt már nem is kifizetődő, mely a szabadalmak számának mérséklődésében is megfigyelhető. A tulajdonjogok védelme és az üzleti élet szabályozása az intézményi feltételrendszerét teremti meg az újítások létrehozásának, melyek elengedhetetlenek a folyamathoz

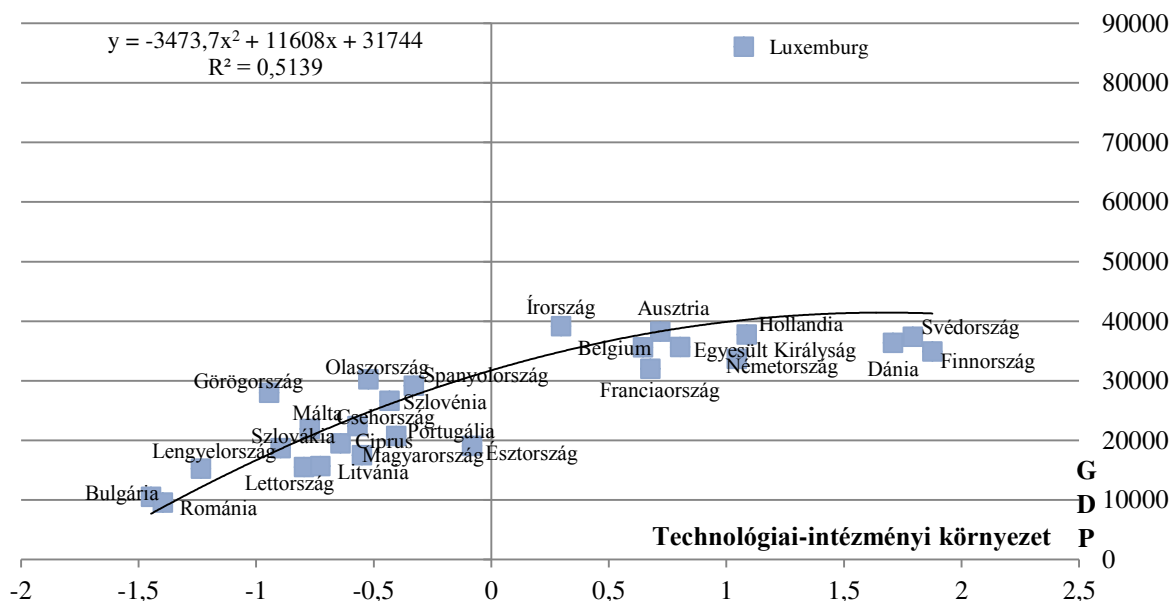
A technológiai-intézményi környezet és a jövedelmek összefüggései

A technológiai fejlődést megalapozó tényezőket összefogó főkomponens segítségével, regressziós modellben illusztrálható a technológiai-intézményi környezet és a jövedelmeket átfogó mutató, az egy főre eső GDP összefüggése. Az Európai Unió 27 tagállamának jövedelmi adatait nézve szembevetendő, hogy az egy főre vetített GDP tekintetében egy ország jelentős kiugró értékkel bír, amely statisztikailag torzított eredményekhez vezethet. Az EU alapító tagja, az elsősorban banki-pénzügyi szolgáltatásokra szakosodott Luxemburg sajátos helyzeténél fogva kiugróan magas jövedelmi értékkel rendelkezik. Az első modellt az EU 27 országra vonatkoztatva úgy alkottam meg, hogy Luxemburg is benne van a mintában. Az outlier értéket azonban a regressziós vizsgálatból előzetesen célszerű kizárni.

A regresszió-számítás alkalmazásakor előre kijelölt függő és független változó van, amely a mutatók között lévő előzetesen feltételezett kapcsolat alátámasztására alkalmas. Elemzésem során a független változó a technológiai környezet, míg függő változónak az egy főre eső GDP-t választottam⁷. Az első lépés a változók közötti lineáris kapcsolat megállapítása, amely megmutatja, hogy milyen irányú és mennyire szoros kapcsolat áll fenn a változók

⁷ A lineáris regressziók eredményeit a *függelékben a C. táblázat* tartalmazza

között, tehát a regressziós elemzés elvégezhető-e. A Pearson-féle együttható (r) értéke az egy főre eső GDP és a technológiai haladást megalapozó főkomponens között 0,686, vagyis pozitív irányú, közepesnél erősebb kapcsolatot áll fenn. A módszer segítségével továbbá meghatározható, hogy a magyarázó változó, azaz a technológiai környezet mennyiben determinálja az eredményváltozót, azaz egy főre eső GDP-t. A lineáris determinációs együttható (r^2) értéke 0,45, mely alapján a technológiai környezet az egy főre eső GDP-nek kevesebb, mint felét magyarázza. A kapott adatokra polinomiális függvényt illesztve a determinációs együttható értéke már átlépi a 0,5-t. A mutatók alacsony értékei leginkább azzal magyarázhatóak, hogy van kiugró adat az adatsorban. A két vizsgált változó között feltárt összefüggés stabilitását jelző F próba, valamint a regressziós paraméterek megfelelőségét vizsgáló t próba szignifikáns, vagyis a regressziós modell általánosságban is magyarázhatja a két változó közötti összefüggést, azaz a technológiai környezet elemei együttesen nagymértékben befolyásolják a jövedelmek alakulását. A technológiai haladást megalapozó tényezők értékeinek együttes emelkedésével a GDP kisebb mértékű növekedését eredményező polinomiális regresszió eredményeit az 1. ábra szemlélteti. A vízszintes tengelyen jelölt technológiai-intézményi környezet lényegében azt mutatja, hogy az ország berendezkedése mennyire kedvez a technológiai változásoknak, milyen szerepet tölt be az innováció, és a K+F a gazdaságban és hogyan alkalmazkodtak ehhez az intézmények.



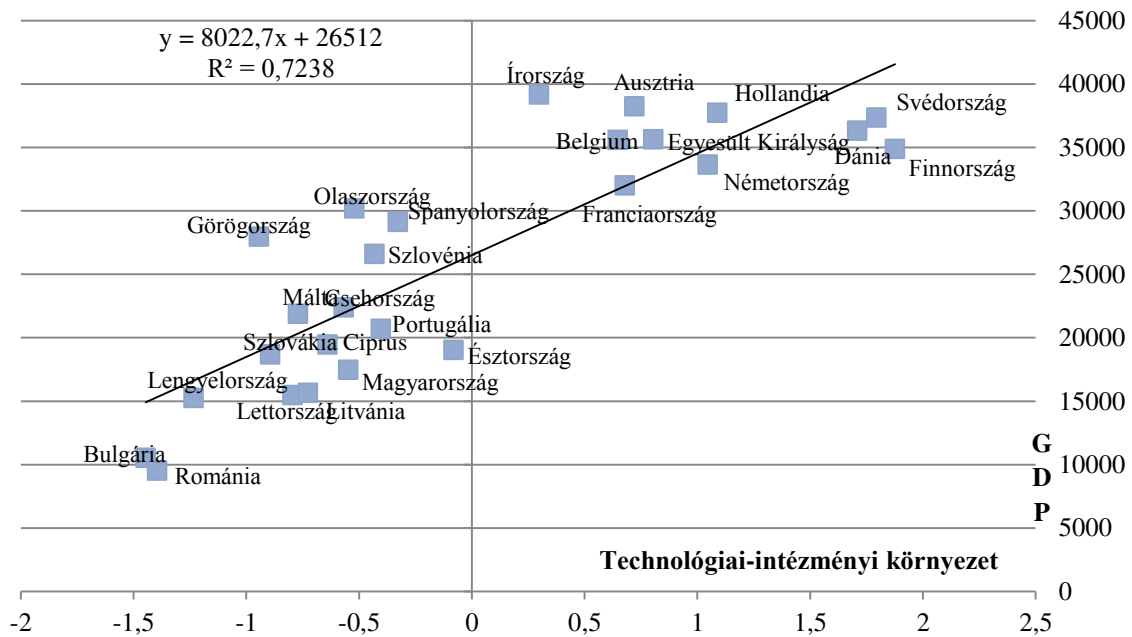
1. ábra: Az egy főre jutó reál GDP és a technológiai környezet közötti összefüggés az Európai Unió tagállamaiban

Forrás: Heston–Summers–Aten (2011); EC/Eurostat (2011); Gwartney-Hall-Lawson (2010) alapján saját számítás

Az ábra kiválóan szemlélteti azt a tendenciát, amely Európában megfigyelhető. Negatív értékkel rendelkező tagállamok átlag alatt helyezkednek el, ide tartozik Kelet–Közép–Európa valamennyi országa, de a déli mediterrán államok is. Ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy esetükben a technológiai környezet kedvezőtlenebb és alacsonyabb jövedelmeket generál. Utolsó helyen a 2007-ben csatlakozott két legalacsonyabb értékkel rendelkező tagország, Románia és Bulgária áll, ahol az alacsony GDP, alacsony technikai kompetenciákkal párosul. Az egykori szovjet utódállam, Észtország átlag közeli pozíciója azt mutatja, hogy kedvező környezetet teremt a technológiai fejlődésnek, a jövedelmek tekintetében mégis lemarad. A pozitív, átlag feletti értékkel rendelkező „régibb” tagállamok magasabb GDP értékei elsősorban átlagot meghaladó mértékű technológiai képességeiknek, innovációt és a tudás létrehozását

támogató intézményi környezetüknek köszönhető. A skandináv jóléti államokban kedvez leginkább a technikai környezet a fejlődésnek, bár a regressziós függvényből arra a következtetésre lehet jutni, hogy ez nagyobb GDP értéket is generálhatna, ahogy ez igaz az európai technikai vezető államok, az Egyesült Királyság és Németország esetén is.

Statisztikailag megkérdőjelezhető az *outlier* érték mintában tartása, így az Európai Unióra nézve Luxemburgot kivéve is lefuttattam a regressziós modellt. Előzetes várakozásaim szerint szorosabb összefüggést kell kapnom, mint a kiugró értéket tartalmazó mintával. Az új lineáris regressziós függvényt a GDP/fő és a technológiai környezet vonatkozásában a 2. ábra szemlélteti.



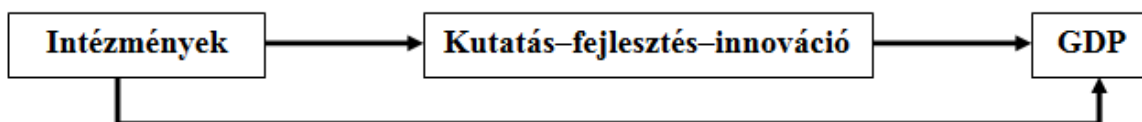
3. ábra: Az egy főre jutó reál GDP és a technológiai környezet közötti összefüggés az Európai Unió 26 tagállamában

Forrás: Heston–Summers–Aten (2011); EC/Eurostat (2011); Gwartney-Hall-Lawson (2010) alapján saját számítás

A módszertanilag megkérdőjelezhető kiugró érték kivételével a lineáris regressziós függvény paraméterei javultak. A lineáris determinációs együttható (r^2) értéke 0,7238, mely alapján a technológiai környezet az egy főre eső GDP közel 3/4-ét magyarázza. Az F próba, valamint a t próba egyaránt szignifikáns. Az EU 26 tagállamának adataira illesztett regressziós modell robusztusabb, mely alapján megállapítható, hogy a technológiai környezet elemei együttesen nagymértékben befolyásolják a jövedelmek alakulását.

Intézményi alapokra épülő útmodell

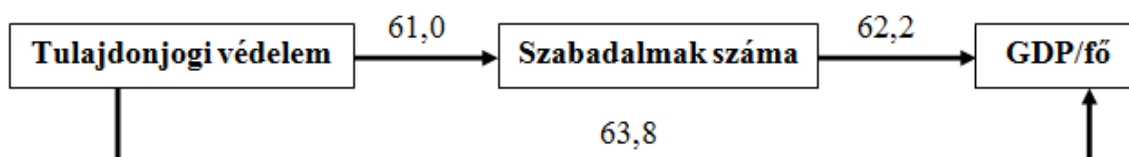
A főkomponensbe került elemek közötti összefüggések feltárásához kiterjesztettem a regresszió-analízist. A regressziós modellekből összeállított útmodell felépítésének hipotézise az, hogy *intézmények nélkül a technológiai haladás nem generálna növekedést, kiemelten a tulajdonjogok védelme lényeges*. Czeglédi (2009) is hangsúlyozza, hogy a szilárd, jól definiált tulajdonjogokat biztosító intézmények szerepe a gazdasági növekedés szempontjából lényeges, továbbá az egyes országokban a hatalmat korlátozó exogén korlátok hiánya hátráltathatja a technológiai fejlődés folyamatát. A főkomponensbe került mutatócsoportok közötti összefüggéseket, azaz az egy főre eső GDP-t magyarázó útmodell sémáját szemlélteti a 4. ábra.



4. ábra: Az egy főre eső GDP-t magyarázó útmodell sémája

Forrás: Saját összeállítás

Hipotézisem alátámasztásaként, a közvetett és közvetlen hatások elkülönítésére irányuló útmodell kiinduló változójának a tulajdonjogi védelmet választottam, amely közvetlenül hat az eredményváltozóra, az egy főre eső GDP-re, közvetett hatásai pedig a technológiai fejlődéssel összefüggésben jelentkezhetnek a kutatás–fejlesztés–innováció folyamatainak keresztül a szabadalmak számában. Az EU 26 tagállamának⁸ egy főre eső GDP értékeinek alakulását a tulajdonjog védelme 63,8%-ban magyarázza. A közbülső változóként beépített szabadalmak számának GDP-hez való hozzájárulása 62,2%. A szabadalmak számát befolyásoló, egymással szorosan összefüggő tényezőket az egyszerűsítés kedvéért egy-egy főkomponensbe rendeztem. Ezen elv mentén, az IKT és a K+F ráfordítások együttesen 79,8 %-ban határozzák meg a szabadalmi aktivitást. A kutatókból és a tudásintenzív ágazatokban foglalkoztatottakból álló humán tényezők 69,2%-ban járulnak hozzá a szabadalmak számának alakulásához. A tulajdonjogi védelemre épülő, egy főre eső GDP-t magyarázó útmodellt szemlélteti az 5. ábra.



5. ábra: Tulajdonjogi védelmen alapuló, egy főre eső GDP-t magyarázó útmodell

Forrás: Heston–Summers–Aten (2011); EC/Eurostat (2011); Gwartney-Hall-Lawson (2010) alapján saját számítás

Az Európai Unió tagállamainak adataiból felépített útmodellben a tulajdonjogi védelem 61%-ban határozza meg a szabadalmak számának alakulását, amely az egy főre eső GDP alakulásához 62,2%-ban járul hozzá. *A tulajdonjogok védelme közvetlenül 63,8%-ban determinálja az egy főre eső GDP-t*, amelynek szabadalmakon keresztüli közvetett hatása 37,9%-ot magyaráz, míg 25,9%-ban egyéb tényezők járulnak hozzá. A fentiekből összességében az a következtetés vonható le, hogy a technológiai környezetből kiemelt tulajdonjogi védelem nagymértékben hozzájárul a jövedelmek alakulásához, amelynek nagyobb része a technológiai haladással összefügg.

Konklúzió

Napjainkban a technológiai változások vizsgálatánál az intézmények egyre nagyobb hangsúlyt kapnak, ugyanis a fejlődés a fizikai és humán tényezők, valamint az intézmények sajátos ötvözetében valósulhat meg. Elemzésem a technológiai haladás komplexitását és az intézmények relevanciáját támasztja alá. Matematika–statisztikai módszerekkel alátámasztható, hogy az Európai Unió tagállamaiban, a jövedelmek alakulásában a technológiai-intézményi környezet szerepe meghatározó. A technológiai fejlődést megalapozó technológiai környezet nagymértékben befolyásolja a kibocsátás alakulását. A tagállamok között kialakult jövedelmi különbségek nagyrészt a technológiai környezet eltéréseiből adódnak. Azok az országok, amelyek kedvezőbb környezet teremtenek az újításoknak, magasabb jövedelmet képesek rea-

⁸ Luxemburg jövedelembeli outlier értéke miatt itt sem kerül a mintába.

lizálni. Az országok technológiai színvonalbeli lemaradása a technológiai környezet javításával mérsékelhető. A stabil, kiszámítható üzleti és szabályozási környezet kialakítása, illetve a tulajdonjogok védelmének biztosítása, a humán és információs infrastruktúra fejlesztése alapvető az innovációs folyamatok ösztönzésében.

Összességében megállapítható, hogy az Európai Unió tagállamaiban a tulajdonjogi védelmet alapvetően igénylő technológiai fejlődés nagymértékben hozzájárul a gazdasági teljesítményhez. Az európai integráció lehetőséget teremt arra, hogy az országok szorosabb együttműködése révén, a technológiaáramlás hatékony megvalósulásával a jövedelem-egyenlőtlenségek mérséklődjenek és Európa újra az egyik legdinamikusabban fejlődő kontinens legyen.

Hivatkozások

- Arrow, K. J. (1962): The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, 29, 155–173.
- Caselli, F (1999): Technological Revolutions. *The American Economic Review*, 98(1), 78–102.
- Czeglédi P. (2009): A tulajdonjogi biztonság szerepe a technológia elterjedésében. *Közgazdasági Szemle*, LVI(9), 790–813.
- European Commission/Európai Bizottság: Eurostat adatbázis. Retrieved september 6, 2011, from http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
- Gwartney, J. D. – Hall, J. C. – Lawson, R. (2010): *Economic Freedom Dataset*, published in *Economic Freedom of the World: 2010 Annual Report*. Retrieved July 27, 2011, from http://www.freetheworld.com/datasets_efw.html.
- Hall, R. E. – Jones, Ch. I. (1999): Why do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others. *The Quarterly Journal of Economics*, 114(1), 83–116.
- Heston, A. – Summers, R. – Aten, B. (2011): *Penn World Table Version 7.0* Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania, May 2011. Retrieved July 12, 2011, from http://pwt.econ.upenn.edu/php_site/pwt_index.php
- Jones, Ch. I. (1995): R&D-based Models of Economic Growth. *The Journal of Political Economy*, 103(4), 759–784.
- Jones, Ch. I. (1998): *Introduction to Economic Growth*. New York and London: W. W. Norton & Company. First Edition.
- Kapás J. (2007): Hogyan fejlődik a vállalat? A fizikai és a társadalmi technológia kölcsönhatásos evolúciós folyamata. *Közgazdasági Szemle*, LIV(1), 49 – 66.
- Lucas, R. E. (1993): Making a Miracle. *Econometrica*, 61(2), 251–273.
- Mokyr, J. (2004): *A gazdaság gépezete – technológiai kreativitás és gazdasági haladás*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- North, D. C. (2010): *Intézmények, intézményi változás és gazdasági teljesítmény*. Budapest: Helikon Kiadó.
- Romer, P. M. (1990): Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98, S71-S102.
- Schumpeter, J. A. (1912[1980]): *A gazdasági fejlődés elmélete*. Budapest: Közgazdasági és Jogi Kiadó.
- Solow, R. M. (1956): A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94.

Függelék

A. táblázat: A főkomponens–analízisbe bevont mutatók és az adatok forrása

Mutató	Adatforrás
<i>Kormányzat mérete</i>	Gwartney-Hall-Lawson: 2010 Economic Freedom Dataset.
<i>Tulajdonjogok védelme</i>	Gwartney-Hall-Lawson: 2010 Economic Freedom Dataset.
<i>Külkereskedelem szabadsága</i>	Gwartney-Hall-Lawson: 2010 Economic Freedom Dataset.
<i>Munkapiac szabályozása</i>	Gwartney-Hall-Lawson: 2010 Economic Freedom Dataset.
<i>Üzleti élet szabályozása</i>	Gwartney-Hall-Lawson: 2010 Economic Freedom Dataset.
<i>IKT ráfordítás a GDP százalékában</i>	European Commission/Európai Bizottság: Eurostat (2011)
<i>Szélessávú internet hozzáférés aránya (100 lakosra jutó hálózat)</i>	European Commission/Európai Bizottság: Eurostat (2011)
<i>Kutatók aránya a foglalkoztatottakon belül</i>	European Commission/Európai Bizottság: Eurostat (2011)
<i>High-tech és medium high-tech ágazatban foglalkoztatottak aránya</i>	European Commission/Európai Bizottság: Eurostat (2011)
<i>Tudásintenzív ágazatokban foglalkoztatottak aránya</i>	European Commission/Európai Bizottság: Eurostat (2011)
<i>Tudomány és technológiai HR részesedése a munkaerőből</i>	European Commission/Európai Bizottság: Eurostat (2011)
<i>25-64 korosztály részvétele képzésben és oktatásban (LLL)</i>	European Commission/Európai Bizottság: Eurostat (2011)
<i>1 millió lakosra jutó szabadalmi kérelmek</i>	European Commission/Európai Bizottság: Eurostat (2011)
<i>Oktatásra fordított kiadások a GDP %-ában</i>	European Commission/Európai Bizottság: Eurostat (2011)
<i>K+F ráfordítás a GDP %-ában</i>	European Commission/Európai Bizottság: Eurostat (2011)
<i>High tech export részesedése 2006</i>	European Commission/Európai Bizottság: Eurostat (2011)

B. táblázat: A főkomponens-elemzés eredménytáblái

KMO és Bartlett Teszt		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.879
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	223,220
	df	28
	Sig.	.000
Komponens mátrix		Komponens
Szélessávú_internethozzáférés_aránya_100_lakosra_jutó_hálózat		.934
KF_ráfordítás_a_GDP_%ában		.922
Szabadalmi_kérelmek_1millio_lakosra		.918
Tudásintenzív_ágazatokban_foglalkoztatottak_aránya		.905
IKT_ráfordítás_a_GDP_százalékában		.883
Tulajdonjogok_védelme		.881
Kutatók_aránya_a_foglalkoztatottakon_belül		.878
Üzleti_szabályozás		.781

Kommunalitás	Initial	Extraction
Tulajdonjogok védelme	1,000	,776
IKT ráfordítás a GDP százalékában	1,000	,779
Szélessávú internethozzáférés aránya 100 lakosra jutó hálózat	1,000	,873
Tudásintenzív ágazatokban foglalkoztatottak aránya	1,000	,818
Szabadalmi kérelmek 1millio lakosra	1,000	,842
KF ráfordítás a GDP %ában	1,000	,851
Üzleti szabályozás	1,000	,609
Kutatók aránya a foglalkoztatottakon belül	1,000	,770

C. táblázat: A lineáris regresszió eredményei

Minta elem- száma	R ²	F	Sig.	Standardizált Beta koefficiens	t	Sig.
27	0,471	22,280	,000	,686	4,720	,000
26	0,724	62,890	,000	,851	7,930	,000

D. táblázat: Az útmodell eredménytáblái: Az egy főre eső GDP-re közvetlenül ható változók

Függő változó	Egy főre jutó GDP	
	A tulajdonjog védelme	1 millió lakosra jutó szabadalom
Független változó		
Minta elemszáma	26	26
R ²	0,638	0,622
F próba	42,322	39,415
t próba	6,506	6,278
Standardizált β	0,799	0,788

Az F és a t próba szignifikanciaszintje 0,000.

A szabadalmakra közvetlenül ható változók

Függő változó	1 millió lakosra jutó szabadalom		
	Tulajdonjog védelme és az üzleti élet szabályozása (együtt)	Ráfordítások (IKT és K+F)	Humán erőforrás (Kutatók és tudásintenzív ágazatokban foglalkoztatottak aránya)
Független változó			
Minta elemszáma	26	26	26
R ²	0,567	0,798	0,692
F próba	31,396	95,051	53,955
t próba	5,603	9,749	7,345
Standardizált β	0,753	0,894	0,832

Az F és a t próba szignifikanciaszintje 0,000.

Közvetett tényezők hatásai

<i>Függő változó</i>	Tudásintenzív ágazatokban foglalkoztatottak	Szélessávú internet-hozzáférés aránya	Kutatók aránya
<i>Független változó</i>	Szélessávú internet-hozzáférés aránya	IKT ráfordítás	K+F ráfordítás
<i>Minta elemszáma</i>	26	26	26
<i>R²</i>	0,778	0,647	0,817
<i>F próba</i>	84,031	43,934	106,832
<i>t próba</i>	9,167	6,628	10,336
<i>Standardizált β</i>	0,882	0,804	0,904

Az F és a t próba szignifikanciaszintje 0,000.

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher
Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyhme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
JANKÓ Ferenc
KOLOSZÁR László
SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FÁBIÁN Attila
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁTSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant
TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth 1

ÚR Norbert

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban

B2B Relationship in Business Network 12

GYÖRKÖS Rita

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer 22

KATONA Attila Imre

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control 35

KATONA Attila Imre

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control 46

KURBUCZ Marcell

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben

Impacts of Human Resources on Project Planning 58

NÉMETH Anikó

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects 79

NÉMETH Kristóf

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében

GARCH Models in the Perception of Financial Risks 99

KISS Ágota

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms 116

CZELLENG Ádám

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre

The Impact of Flexibility on the Capital Structure 128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

*Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and
Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House.....* 156

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban¹

ÚR Norbert²

A kutatás az ipari szervezetekre jellemző kapcsolatok sajátosságaira terjed ki a dunaujvárosi járőrács gyártó cég, a MEISER Ferroste Kft. gyakorlatában és partnerei körében. Az egyéni mélyinterjúk alapját Porter versenyerő modellje, a B2B marketing fogalmi kerete adták, kiegészítve a versenypolitikai közgazdaságtan meghatározásaival. A megfelelő beszállító vállalat megtalálásához lényeges, hogy a partnerek az együttműködést kölcsönösen előnyösnek tartásuk, képességeik és erőforrásaik összehangolhatóak legyenek. Ebben az esetben lehetőség nyílik magas kapcsolati szint elérésére a szervezetek között, amely elsősorban a napi interakciók során érhető tetten és a vállalatok értékesítési piacán nélkülözhetetlen versenyelőny terén – mint például rugalmasság, adaptációs készség, gyors teljesítés – kamatozhat.

A primer kutatás célja az volt, hogy megismerhetőek legyenek a szervezeten belüli kapcsolatok főbb jellemzői. Egy-egy vállalat alkupozícióját erősen befolyásolja, hogy termékei helyettesíthetőségére mennyire van lehetősége a vásárlóknak. A vizsgált vállalatok többsége sokszereplős iparágban tevékenykedik, így a hálózatban betöltött szerepük nem lehet jelentős. Ezt felismerve, a szervezetek törekednek szoros, közvetlen kapcsolat kiépítésére vevőikkel és beszállítóikkal. Marketing szempontból lényeges az ügyfélkapcsolatok rendszeres figyelemmel kísérése és a leginkább fejlődőképességek kiemelt státusz biztosítása az egész szervezetben.

Kulcsszavak: B2B piac, szervezeti kapcsolatok, alkupozíció, hálózati szerep

JEL Codes: L14, M31

B2B Relationships in Business Network

The research covers the organizational relationships in Dunaújváros grating manufacturer in the practice of MEISER Ferroste Ltd. and partners. Deep interviews are based on Porter's competitive forces model, the conceptual framework for B2B marketing and economics of competition policy. Finding the right supplier, if the partners are equally important in the relationship, the abilities and resources could be aligned. In this case, the opportunity is to achieve a high level of contact between organizations, which can be perceived in daily interactions. The very good relationship the companies create a competitive advantage in the sales market, such as flexibility, adaptability, fast performance.

The primary research aims to market for customers to be learned from business to business relationships. A company's bargaining position is strongly influenced by how much opportunity to substitutable products to customers. The most of customers operating in industries with many actors, so their role in the network is not significant. Recognizing this, the organizations would like to close, direct contact with their customers and suppliers to build. Important is for marketing the customer relationships to analyze and for prime partners a seeded state to secure.

Key-words: B2B market, business relationships, bargaining power, position in network

JEL kódok: L14, M31

¹ A tanulmány a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi Szekciójának Fogyasztói magatartás Tagozatában első helyezést elért dolgozat alapján készült. Az OTDK-pályamunka konzulense Tamus Antalné Dr. főiskolai tanár.

² A szerző a Károly Róbert Főiskola volt hallgatója (ur.norbert AT gmail.com).

Bevezetés

A kutatás célja, hogy az iparági hálózatban feltárja azokat a kapcsolati sajátosságokat, amelyek segítenek megérteni a szervezetek viselkedését, hatással lehetnek üzleti magatartásukra. A gyártó vállalat megrendelői körében folytatott primer kutatás pedig segítséget nyújtott a vevők képességeinek megismerésében, a hálózatban betöltött szerepük és pozíciójuk feltérképezésében. Az eredmények értékelését követően felvázolhatóak lesznek a vállalkozás fejlődési lehetőségei kapcsolatai révén. A vizsgált kérdéskörökkel a szervezeti kapcsolatok jelentőségére, a vállalkozói marketing-szemlélet hasznosságára szeretnék rávilágítani. A szervezet, hálózati pozíciójának aspektusából történő elemzése, az üzleti viszonyok új szemléletű megközelítését teszi lehetővé.

Az üzleti kapcsolatok a szervezetek közötti interakciók révén kialakuló kölcsönös függőségi viszonyt jelentik. A vállalkozás üzleti kapcsolatainak szempontjából történő értékelése kiterjed az érintettekkel való kontaktus hálózatban betöltött szerepének, a szervezet iparágban elfoglalt pozíciójának vizsgálatára is. Egy vállalat hálózati pozícióját kapcsolatainak összessége, iparágában való megítélése, jogai, kötelezettségei képességei és erőforrásai határozzák meg (Ford 2007, Mandják 2012).

A szervezet által az iparági hálózatnak biztosított képességek és erőforrások befolyásolják a vállalat partnerkapcsolatait, körülhatárolják az alkupozícióját, amelyekkel a tranzakciókban részt vesz, és hosszabb távon determinálják az iparági hálózatban betöltött szerepét (1. ábra).



1. ábra: A vizsgálat tárgya

Forrás: Ford et al. 2007, Low 1997, Mandják et al. 2012, Snehota 2011, illetve primer kutatások 2012 alapján, saját szerkesztés

A hálózati pozíció tehát a szervezetek közötti üzleti kapcsolatok komplexitásának és sokféleségének rögzítését jelenti. Külső szemlélő számára ezek a pozíciók nem léteznek, mert a kapcsolatok a hálózat tagjai között meglévő üzleti logikára és interperszonális kapcsolatokra épülnek. Ha a tagok között a kapcsolatok fejlettek, a hálózat stabil és a hálózati pozíciók kiépültek. A hálózati struktúra és a hálózatban elfoglalt pozíciók a kölcsönös együttműködés és az egymáshoz való alkalmazkodás, illetve ezek kombinációjának megtalálása eredményeképpen jönnek létre (Low, 1997).

Anyag és módszer

Az egyéni mélyinterjúkat követően a kérdőíves megkérdezés lebonyolítása 2012. március 21. és április 5. között történt. Az alapsokaság a MEISER Ferroste Kft.-nél 2010-2011-es gazdasági évben megrendelést feladó 512 vállalkozás. A mintavétel nem reprezentatív. A megrendelők körében végzett Pareto-elemzés bebizonyította, hogy az összes eladott mennyiség 80%-a 47-54 vevőnek tudható be. Annak érdekében, hogy a legjelentősebb vevők alkotta minta álljon rendelkezésre, a MEISER Ferroste Kft. 85 gyakori szervezeti vásárlójának juttattam el a kérdőívet. A válaszadói hajlandóság kimagaslónak mondható, hiszen a gyakorlat azt mutatja, hogy a B2B piacon végzett, online kutatásoknál a kitöltött kérdőívek aránya 10-30%, a visszaérkezett 52 darab azonban több mint 60%-os arányt jelent.

1. táblázat: Alkalmazott módszerek

Szekunder kutatás	Primer kutatás
	Elemzés
Szakirodalmi feldolgozás: Porter versenyerők modell Versenypolitikai közgazdaságtan megközelítései Üzleti hálózat és B2B kapcsolatok fogalmi keretei Bergen – Peteraf modell Webster – Wind modell	Minta: üzleti piaci szereplők (vállalkozások), szervezetközi kapcsolattartók <i>Kvalitatív kutatás:</i> egyéni mélyinterjú Interjúk száma: 4 Interjúk időtartama: egyenként 60 perc Interjúvázat, félig strukturált kérdőív Interjúalanyok: Járórács gyártó cég kereskedelmi vezetője; Járórács gyártó cég beszerzője; Ipari lépcsőszerkezet gyártó beszerzője; Acéltermékkel kereskedő cég munkatársa. <i>Kvantitatív kutatás:</i> kérdőíves megkérdezés Eszköze: standardizált kérdőív A minta nagysága: 52 vállalkozás
	Értékelés
Összefüggés-vizsgálat Pareto-elemzés Kraljic-mátrix	Kapcsolati költség-idő mátrix Youle-féle asszociációs vizsgálat Csuprov féle asszociációs vizsgálat Keresztábrák Herfindahl-Hirschman-index
	Következtetések
Ansoff-mátrix Rendelési mennyiség-teljesítési költség-mátrix Beszállítói pozíciók Magas kapcsolati szint követelményei SWOT-mátrix	

Forrás: Saját szerkesztés, 2012

Az elemzés leíró statisztikák, keresztábrák elemzések, összefüggés-, illetve asszociációs vizsgálatok alkalmazásával történt. (1. táblázat) Szem előtt tartva jelen publikáció terjedelmi korlátait, a kutatás során felhasznált és a feldolgozás során megfogalmazott legfontosabb módszerek, illetve eredmények kerülnek bemutatásra a következőkben.

Eredmények

Az szervezet alkupozíciója és terméke elérhetőségének összefüggése

Az összefüggés vizsgálatának alapja a megkérdezettek észlelése saját, vevőikkel szembeni érdekérvényesítő képességükről, valamint termékeik helyettesíthetőségéről. A szervezet saját termékeinek/szolgáltatásainak értékelése 1-5-ig terjedő Likert skálán történt, ahol 1: egyálta-

lán nem jellemző, 5: teljes mértékben jellemző. A válaszadók körében meghatározó volt, hogy a vevőkkel szembeni magas érdekérvényesítési képességet akkor jelölték meg inkább, ha egyedi termék/szolgáltatás értékesítését is bejelölték. Elmondható, hogy az egyedi terméket forgalmazók körében a vevőkkel szembeni magas alkupozíciójú válaszadók dominálnak. (2. táblázat)

2. táblázat: Az asszociáció szorosságának vizsgálata, Youle-féle asszociációs együttható segítségével az alkupozíció és a termék elérhetősége között (me: gyakoriság)

<i>Elérhetőség</i>	Nehéz (egyedi termék)	Egyszerű (tömegtermék)	Összesen
Alupozíció			
Vevővel szembeni magas alkupozíció	26	3	29
Vevővel szembeni alacsony alkupozíció	2	7	9
Összesen	28	10	38

Forrás: Kérdőíves megkérdezés 2012 alapján, saját szerkesztés, N=38

$$a_y=0,936$$

Az együttható értéke tehát +1-hez közelít. Ez azt jelenti, hogy a vevővel szembeni magas alkupozíció és a nehezen elérhető, egyedi termékek fordulnak elő a leggyakrabban együtt. Ugyanakkor a magas alkupozícióval rendelkezőkre nem jellemző tömegtermékek értékesítése.

3. táblázat: A szervezetközi kapcsolatokat befolyásoló beszállítói képességek jellemzői

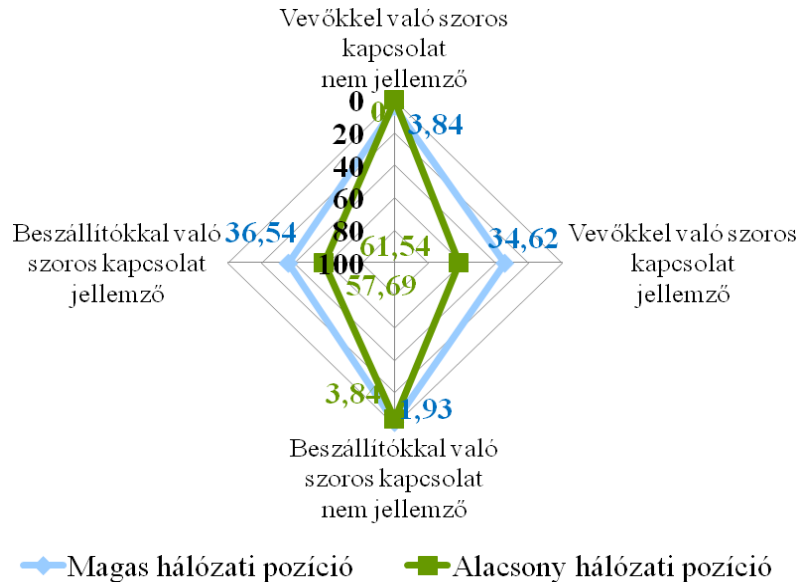
Szempont	Beszerező 1	Beszerező 2	Beszerező - Kereskedő
Nem közvetlen kapcsolat jellemzője	barátságtalan hangnem, nem megfelelő teljesítés	erőfölény fitogtatás, egyoldalú érdekérvényesítés	nem megfelelő tájékoztatás, kiszolgálás
Nem közvetlen kapcsolat oka lehet	kis rendelési mennyiség	monopolhelyzetben lévő gyártó	
Beszerezési lehetőségek korlátja	kis rendelési mennyiség	egyedi termékigény	speciális termékfajta

Forrás: Egyéni mélyinterjúk 2012 alapján, saját szerkesztés

Az egyedi, speciális termék forgalmazásából eredő magas szervezeti érdekérvényesítő képesség hatással van a szervezetközi kapcsolatokra. Ez az összefüggés egyéni mélyinterjúk során került felszínre. Ennek felismerésében segítséget nyújtott interjú során, rendszerterméket értékesítő cég és MEISER Ferroste Kft. beszerzője (Beszerező 1 és Beszerező 2), illetve egy kereskedelmi tevékenységet folytató vállalkozás munkatársa (Beszerező-Kereskedő) (3. táblázat).

A B2B kapcsolat szorossága és a szervezet hálózati pozíciójának összefüggései

Az 52 válaszadó szervezet közül, 32 olyan vállalkozás törekszik jellemzően, vevőivel szoros kapcsolatot kiépíteni, akiknek hálózatban betöltött szerepükre vonatkozó észlelésük alacsony volt. Tehát saját maguknak nem tulajdonítanak nagy hálózati jelentőséget. Hasonlóképpen a beszállítóikkal is leginkább azok törekednek szoros kapcsolati szint kiépítésére, akik negatívan ítélték meg hálózati szerepüket. Elmondható, hogy azokra jellemző, hogy partnereikkel szoros kapcsolatot szeretnének kialakítani, akik hálózatban betöltött szerepüket nem észlelik jelentősnek. (2. ábra)

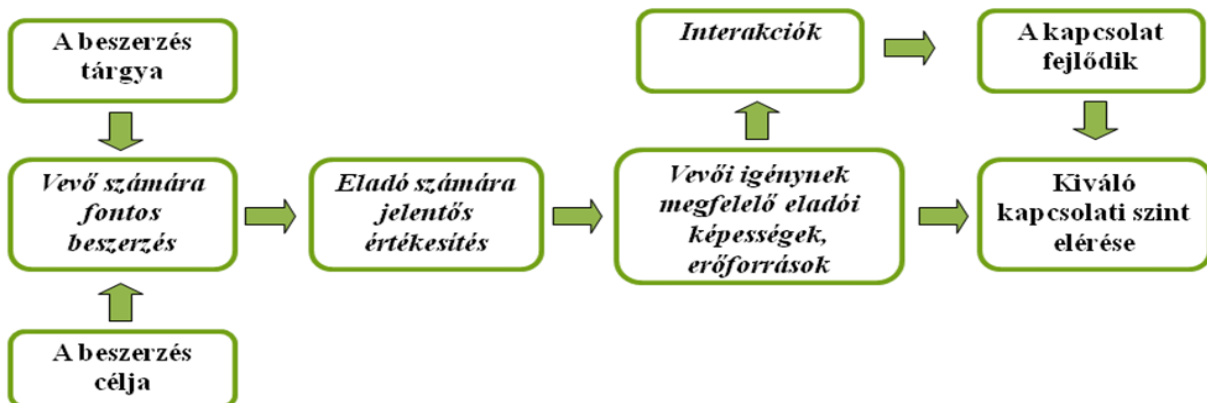


2. ábra: A vevői és beszállítói kapcsolat szorossága és az észlelt hálózati pozíció közötti összefüggés (me: %)

Forrás: Kérdőíves megkérdezés 2012 alapján, saját szerkesztés, N=52

A csekély piaci jelentőséggel rendelkező partnerek esetén megfigyelhető ez a viselkedés a vállalati gyakorlatban. Azok a partnerek ugyanis, akik alacsony alkupozícióval rendelkeznek jellemzően igyekeznek közvetlen viszonyba kerülni a MEISER Ferroste Kft.-vel. Vélhetően kompenzálni szeretnék alacsony érdekérvényesítő képességüket azzal, hogy igyekeznek tárgyalásos úton hosszú távú megállapodáshoz jutni, amelyben előre rögzíthetőek például az árak vagy egyéb teljesítési feltételek. Ez olyan termékek esetén fordul elő, amelyek gyártása például nem térül meg elvárt módon, jelentős alternatív költségekkel jár az ipari gyártó cég számára vagy előállításuk nem gazdaságos.

Szükséges volt annak megvizsgálása, hogy vajon a szervezeteket mi akadályozza meg abban, hogy egyes partnerekkel közvetlen kapcsolatot építsenek ki? A szakirodalmi feldolgozás és a szakemberekkel folytatott egyéni mélyinterjúk válaszaiból leszűrhető, ha a vevő számára fontos beszerzés az eladó szempontjából is jelentősnek minősül, illetve az eladó rendelkezik a vevői igények teljesítéséhez megfelelő erőforrásokkal és képességekkel, akkor az ismétlődő tranzakciók révén a kapcsolat fejleszthető. A magas kapcsolati szint követelményeit a 3. ábra foglalja össze.



3. ábra: Magas kapcsolati szint követelményei

Forrás: Saját szerkesztés Ford et al. 2007, Szegedi-Prezenszki 2003, Porter 2006, Snehota 2011, illetve Egyéni mélyinterjúk 2012 alapján

Az egyéni mélyinterjúk során lehetőség nyílt annak megvizsgálására, hogy a vállalati gyakorlatban miért szeretnék a vevők beszállítóikkal közvetlen kapcsolatot kiépíteni. A szervezetek elsődleges célja, hogy a gyártáshoz, értékesítéshez nélkülözhetetlen anyagok a megfelelő helyen és időben rendelkezésre álljanak. A szoros kapcsolattól rugalmasságot, gyors információáramlást várnak az érintettek, főként azért, hogy értékesítői piacaikon a versenytársaikkal szemben előnyhöz jussanak a gyors kiszolgálás és rugalmas adaptáció révén. (4. táblázat)

4. táblázat: A szervezetközi kapcsolatokat befolyásoló beszerzési döntés jellemzői

Szempont	Beszerző1	Beszerző 2	Beszerző - Kereskedő
A beszerzéssel szembeni legfontosabb követelmény	a szükséges termék, anyag a megfelelő időben, a megfelelő időben rendelkezésre álljon a gyártáshoz és/vagy értékesítéshez		
Interakció jellemzője közvetlen kapcsolat esetén	nincs szoros kötődés	bizalom, megfelelő információáramlás, rugalmas és gyors ügyintézés, szerződés szerinti teljesítés	rugalmasság, nagyobb odafigyelés, baráti hangnem

Forrás: Egyéni mélyinterjúk 2012 alapján, saját szerkesztés

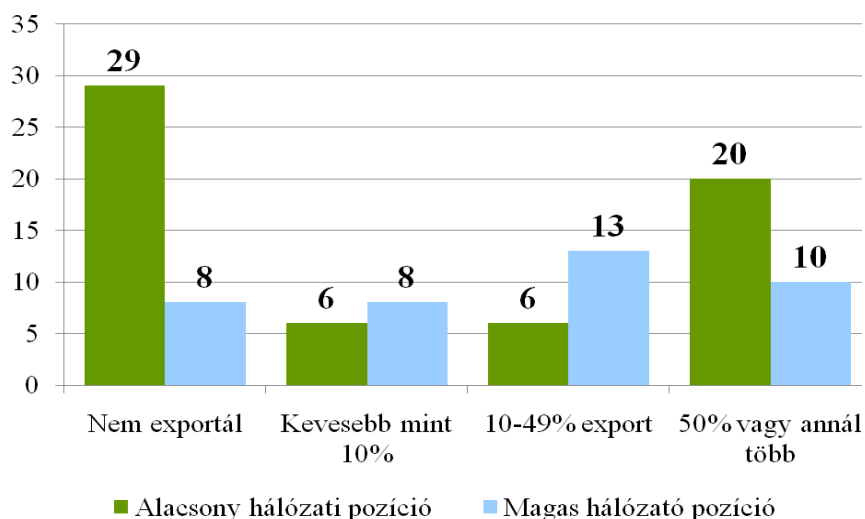
A szervezetek exportértékesítésének és a hálózati szerepének összefüggései

A kérdőív 3. kérdése a vevők exporttevékenységére irányult. Ennek megítéléséhez a közgazdaságtanból ismert nyitott gazdaság meghatározásai nyújtottak segítséget. Nyitott gazdaságnak tekinthető az az ország, amely GDP-jének több mint fele a külföldön realizálódik. Meghatározása nyitottsági mutatókkal, például az export, import össztermékhez való aránya alapján lehetséges. Ha a mutató 15% alatti zárt gazdaságról, ha 50% feletti nyitott gazdaságról beszélhetünk (*Blahó-Kutasi 2010*).

Kicsit enyhítve a közgazdaságtani megközelítésen, 10%-nál húztam meg a „zártság” határát, aminek az lett az eredménye, ami a válaszokból kiderül, hogy a kérdőívet visszaküldőknek gyakorlatilag a fele egyáltalán nem vagy nagyon csekély exporttevékenységet folytat. Míg a közgazdaságtani megfogalmazás szerinti nyitottságról, több mint 50% exporttevékenység esetén beszélhetünk, amelyet 15 válaszadó jelölt csak meg. A megkérdezettek körében tehát a többség nem rendelkezik, közvetlen külföldi kapcsolatokkal, kiterjedt nemzetközi kapcsolathálóval.

Az export értékesítési arány és a vevők által észlelt hálózati pozíció összefüggéseit mutatja be a 4. ábra. A vevők észlelése szerint, minél nagyobb exporthányaddal rendelkezik egy vállalat, annál inkább érzi magát erőfölényben, így annál inkább tulajdonít magának magas hálózati pozíciót. Az eredmények tükrében világossá válik, hogy amint növeli egy cég az értékesítését és egyre nagyobb hányadot képvisel ebből a kivitelre szánt termékmennyiség, annál inkább észlelik úgy a megkérdezettek, hogy a hálózatban betöltött jelentőségük nagy.

Érdekes fordulat mutatkozik az export-értékesítési arány 50%-os átlépésekor. Amint egy vállalat eléri ezt a küszöböt, vélhetően azt a piacot fogja elsődlegesnek tekinteni, amelyiken termékei nagyobb részét adja el. A nemzetközi piacon azonban más versenyhellyel találja magát szemben, mint amihez belföldön hozzászokott és jellemzően nem lesz központi szereplője iparágának, hiszen a nemzetközi piacon vélhetően globális versenytársai vannak. A szervezet és (képviselőinek) fókusza tehát átkerül a számára jelentősebb eladással kecsegtető piacra, ahol a korábbiaktól teljesen eltérő erőviszonyokkal találkozik. Ezért fordulhat elő a fokozott (több mint 50%-os) külpiacon értékesítéssel rendelkező megkérdezettek körében, hogy hálózati szerepüket – saját percepciójuk alapján – nem jelentősnek értékelték. (4. ábra)



4. ábra: A hálózati pozíció és az exportértékesítés összefüggése (me: %)

Forrás: Kérdőíves megkérdezés 2012 alapján, saját szerkesztés

A piaci koncentráció, az érdekérvényesítő képesség és a hálózati pozíció összefüggései

A piaci koncentráció mérésére a versenypolitikai közgazdaságtan egyik népszerű mutatója a Herfindahl-Hirschman-index (HHI) szolgál, amely megmutatja, hogy az iparág versenyzőinek piaci részesedése alapján, mennyire koncentrált a piac, vagyis mennyire összpontosul a „hatalom” egy vagy több szereplő kezében az adott hálózatban. Ha a mutatót a %-os piaci részesedésekből számoljuk, két szélső értéke 0, illetve 10 000 lehet. A 0-hoz közelítő érték azt jelenti, hogy a piac teljesen töredezett, minden vállalat csekély részesedéssel rendelkezik. Ennek ellenkezője igaz, ha az értéke 10 000, ez esetben egyetlen vállalat van jelen az adott piacon, amelynek részesedése értelemszerűen 100% (Motta 2007).

A kérdőív egy kérdése arra irányult, hogy a megkérdezettek becsülik meg saját piacukon a legnagyobb értékesítők részesedését. Az 52 válaszadóból 18-an tudták meghatározni az összes értékesítés megoszlását saját iparágukban. Akik üresen hagyták a válaszok helyét ennél a kérdésnél, jellemzően nem rendelkeznek információval az értékesítési volumenekről. A válaszok alapján számított tizennyolc indexet az 5. táblázat mutatja be.

5. táblázat: A válaszadók piaci koncentrációja Herfindahl-Hirschman-index alapján, saját megítélésük szerint

HHI:	3 950	HHI:	2 650	HHI:	1 826	HHI:	469
HHI:	3 400	HHI:	2 550	HHI:	1 225	HHI:	400
HHI:	3 325	HHI:	2 400	HHI:	1 200	HHI:	101
HHI:	2 850	HHI:	2 075	HHI:	1 150		
HHI:	2 750	HHI:	1 900	HHI:	900		

Forrás: Saját kutatás, 2012. N=18

A 18 válaszadó észlelése alapján kialakított Herfindahl-Hirschman-indexek legnagyobb értéke a 4 000-et sem éri el, ami azt jelenti, hogy a MEISER Ferroste Kft. vevői között, a megkérdezettek körében nincs olyan vállalkozás, amely erősen koncentrált piacon működne. A válaszok alapján kialakított HHI-indexeket három csoportba célszerű rendezni az összefüggés-vizsgálathoz. Ezt követően megvizsgálható, hogy a válaszadó szervezetek piacának koncentráltasága és saját partnereikkel szembeni érdekérvényesítő képessége között van-e kapcsolat. A piaci koncentráció és a vevőkkel, szállítókkal szembeni érdekérvényesítő képességek közötti összefüggést a 6. táblázat szemlélteti.

6. táblázat: A piaci koncentráció és a megkérdezettek partnereikkel szembeni érdekérvényesítő képességének összefüggései

<i>alkupozíció</i> \ <i>koncentráció</i>	HHI 3 950-2 650	HHI 2 550-1 225	HHI 1 200-101
<i>A beszállítókkal/vevőkkel szembeni alkupozíció alacsony</i>	0%	5,5%	0%
<i>A beszállítókkal/vevőkkel szembeni alkupozíció magas</i>	33,3%	27,9%	33,3%

Forrás: Kérdőíves megkérdezés 2012 alapján, saját szerkesztés

Az eredmény azt mutatja, hogy a megkérdezettek észlelését, saját beszállítóikkal, illetve vevőikkel szembeni érdekérvényesítő képességét illetően, nem befolyásolja, hogy hány versenytársuk van, mennyire jellemző (vagy mennyire nem) piaci koncentráció, saját iparáguk versenyzői között. A válaszokból kiderült, hogy nincs összefüggés a közvetlen partnerekkel szembeni alkupozíció és a piaci koncentráció között. Az eredmény másik oldalról, úgy értelmezhető, hogy a megkérdezettek sokszereplős, inkább versenyző piacon működnek ugyan, de alkupozíciójukat ennek ellenére magasnak érzékelik. Feltehetően ez azzal magyarázható, – ami a mélyinterjúknál is szóba került – hogy a vállalkozások igyekeznek olyan partnerekkel együttműködni, amelyekkel összehangolhatóak az erőforrások, azaz a vevői igényeknek megfelelnek az eladói képességek és fordítva, az eladó számára hasznos a vevői kapcsolat ápolása. Vélhetően törekednek szoros viszony kiépítésére, amely mindkét fél számára előnyökkel jár. Ahogyan az a mélyinterjúknál is kiderült, az ilyen együttműködésekben pedig elvárható rugalmas megrendelés teljesítés, gyors reagálás és adaptálási készség. Ezek miatt érezhetik úgy a megkérdezettek, hogy beszállítóiknál és vevőiknél is érvényesíthetik akarataikat, alkupozíciójuk kedvező.

Azonban az észlelt hálózati pozíció, illetve a piaci koncentráció között van összefüggés. Vagyis minél inkább koncentrált piacon tevékenykedik egy vállalat, annál inkább érzékeli jelentősnek az iparági hálózatban betöltött szerepét. Az alacsony koncentrációjú piacokon a szervezetek jellemzően alacsony hálózati pozícióval is rendelkeznek. A sokszereplős piacokon tehát, az egyes versenyző vállalatok kevésbé érzik magukat meghatározónak iparágukban. A MEISER Ferroste Kft. vevőinek piaci koncentrációja és hálózati szerepükkel kapcsolatos észlelésük összefüggéseit a 7. táblázat mutatja be.

7. táblázat: A piaci koncentráció és az észlelt hálózati pozíció összefüggései a válaszadók körében

<i>hálózati pozíció</i> \ <i>koncentráció</i>	HHI 3 950-2 650	HHI 2 550-1 225	HHI 1 200-101
<i>Hálózati pozíció alacsony</i>	5,56%	16,67%	22,22%
<i>Hálózati pozíció magas</i>	27,78%	16,67%	11,12%

Forrás: Kérdőíves megkérdezés 2012 alapján, saját szerkesztés

Következtetések javaslatok

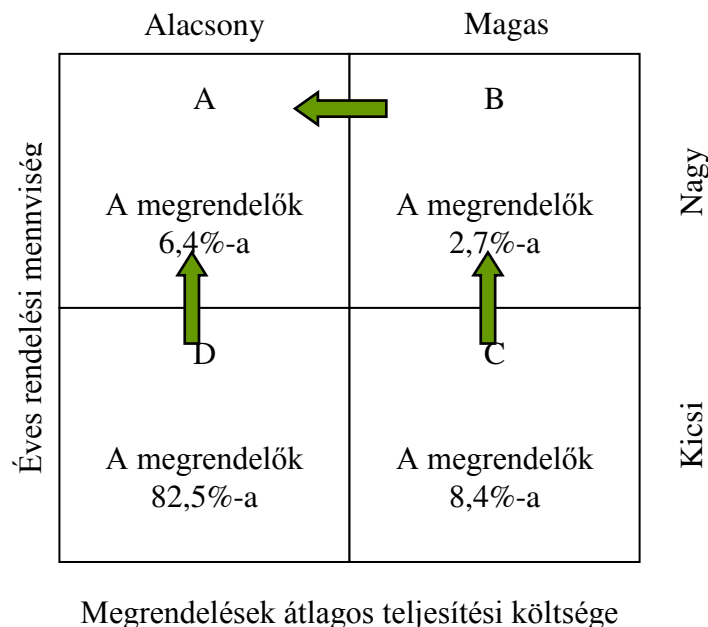
A MEISER Ferroste Kft. vevői körében végzett szekunder adatelemzést alapul véve megállapítható, hogy a megrendelők körülbelül tizedének tudható be az éves értékesítés legnagyobb hányada. Ez bizonyos ügyfélkörtől való függőséget jelent, amely egyrészt kockázatos, ha létezik versenytárs, másrészt indokolja a szervezetek közötti kapcsolatok vizsgálatát, elemzését és ápolását. A függőség csökkentése érdekében a teljes éves vevőszám szűkítésére, illetve egyes megrendelők jelentős mennyiséget vásárlókhöz történő felzárkóz(tat)ására kellene törekedni. Mindkét eshetőséghez megoldás lehet, hogy egyes vevők, saját piacaikon megerősödjenek, fokozzák megrendeléseiket, lehetőleg egyedi innovatív termékek révén, hiszen ezek

egyértelműen jelentős piaci pozíciót és hálózati szerepet biztosítanak a MEISER Ferroste Kft.-nek.

A növekvő exportpiaci aktivitással is növekszik a vállalkozások hálózati pozíciója. Fontos azonban, hogy ez csak addig érvényes, amíg egy vállalat külföldi értékesítésével át nem lépi eladásainak 50%-át. Ekkor más versenyhelyezettel találja magát szemben, hiszen legfőbb piacán globális versenytársai lesznek. Azok a megrendelők kezelendők tehát kiemelt partnerként, akik fokozzák (viszonylag alacsony szintről indulva) külföldi értékesítéseiket. Esetükben jelentős forgalombővülést realizálhat a MEISER Ferroste Kft., ha külföldön érvényesíthető feltételeket biztosít számukra.

A MEISER Ferroste Kft.-nél 2010-2011-es gazdasági évben megrendelést feladók – teljes vevőkör – körében többségben vannak, akiknek éves rendelési mennyisége nem éri el az összes mennyiség 80%-át adó vevőkre jellemző vásárlási átlagot (5. ábra, C+D cella). Ez a teljes vevőkör több mint 90%-át jelenti. Ezek között 43 vállalat van (C cella), akiknek megrendeléseit szubjektív és gazdaságossági kritériumok alapján, az átlagnál magasabb költséggel lehet teljesíteni.

A szervezeti kapcsolatok fejlesztése érdekében a partnerek, gyártó számára kedvező elmozdulását jelölik a nyilak (5. ábra). A magas és alacsony teljesítési költségűeknél a megrendelt mennyiség fokozására, a nagy mennyiséget, magas teljesítési költségen vásárlóknál pedig a költségek leszorítására érdemes törekedni. A mennyiségek növelésében a vevő saját eladásainak javítása, a MEISER Ferroste Kft. részéről pedig a megfelelő ajánlati feltételek kialakítása segíthet. Ahogyan a teljesítési költségek csökkentéséért is tehet a vevő, termékek standardizálásával, illetve a gyártó is (a folyamatok standardizálásával).



5. ábra: A MEISER Ferroste Kft. vevőinek csoportosítása éves rendelési mennyiség, illetve az egyes megrendelések átlagos teljesítési költsége alapján

Forrás: Porter (2006), illetve Pareto elemzés 2012 alapján, saját szerkesztés

A kérdőíves megkérdezés összefüggés-vizsgálatai azt mutatják, hogy az alacsony hálózati pozícióval rendelkező szervezetek törekednek inkább szoros kapcsolat kiépítésére partnereikkel. Hiszen ők kevésbé koncentrált piacon, több versenytárssal vetélkedve végzik tevékenységüket. Csekély piaci jelentőségük ellenére vevőikkel és beszállítóikkal szemben meglepően jól tudják érvényesíteni érdekeiket.

A szervezetek többsége tehát felismerte a kapcsolatok kiépítésében és ápolásában rejlő lehetőségeket. Tisztában vannak azzal, hogy sokszereplős piacon csak úgy maradhatnak versenyben, ha jó kapcsolati szintet érnek el közvetlen partnereikkel. Törekednek arra, hogy jó viszonyt építsenek ki és fenn is tudják tartani, hogy mozgásterüket, lehetőségeiket növelhessék a piaci versenyben. Ez alátámasztja az egyéni mélyinterjúk során megfogalmazódott véleményeket. Ezekben az interjúalanyok felhívták a figyelmet a kölcsönösen előnyös együttműködés fontosságára. Egyértelmű tehát – ahogyan a B2B marketing szakirodalom is hangsúlyozza – hogy a kapcsolatok, illetve azok ismerete, elemzése, fejlesztése segítik a szervezet hálózatban betöltött szerepének meghatározását és magában hordozzák fejlődésének lehetőségeit.

Potenciális kutatási irányok

A kutatás témája, az üzleti kapcsolatok vizsgálata, a B2B marketing számtalan irányában folytatható. De ezen túllépve úgy gondolom, új kihívásokat tartogathat a szervezeten belüli kapcsolatok vizsgálata a versenypolitika összefüggéseiben vagy a különféle piactípusokkal való összevetésben.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom elsősorban Tamus Antalné Dr. konzulensemnek és témavezetőmnek, a Károly Róbert Főiskola oktatójának, aki gyakorlatias és rendkívül hasznos tanácsaival átsegített a „holtponthoz” a kutatás során, ha a munkában való előrehaladást kétség és bizonytalanság nehezítette. Ezen túl pedig rugalmasan alakítható, gyakorlatilag „non-stop” konzultációs lehetőségeket biztosított, gyakran szabadidejét sem kímélve.

Természetesen köszönöm kollégáim, a MEISER Ferroste Kft. dolgozóinak segítségét, akik évek, sőt évtizedek alatt szerzett vállalati, piaci gyakorlatukat, tapasztalataikat a kedvemért rendszerezték és tartalmas beszélgetések során megtiszteltek tudásuk, ismereteik, benyomásaik megosztásával. Név szerint: Brückner Zita és Pavlicsek Krisztina beszerzőknek, illetve Hegyi István kereskedelmi vezetőnek. Továbbá köszönöm a MEISER Ferroste Kft. vezetésének, hogy lehetővé tették a kutatást, illetve a vállalat partnereinek, hogy részt vettek a kérdőíves megkérdezésben.

Hivatkozott források

- Blahó A.–Kutasi G. (2010): *Erőközpontok és régiók*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 472o.
- Ford, D. et al. (2007): *The business marketing course: managing in complex networks*. Chichester, England, John Wiley & Sons, 271 p.
- Low, B. K. H. (1997): Managing business relationships and positions in industrial networks. *Industrial Marketing and Management*, Volume 26 Issue 2, 189-202 pp.
- Mandják T. – Wimmer Á. – Juhász P. (2012): A hálózati pozíció és a versenyképesség kapcsolata. *Vezetéstudomány*, XLIII. Évf. Különszám, 14-23 oldal
- Motta, M. (2007): *Versenypolitika*. Budapest, Gazdasági Versenyhivatal Versenykultúra Központ, 665 o.
- Porter, M. (2006): *Versenysztratégia*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 355 o.
- Snehota, I. (2011): New business formation in business networks. *The IMP Journal*, Volume 5 Issue 1, 1-9 pp.
- Szegedi Z. – Prezenszki J. (2003): *Logisztika – Menedzsment*. Budapest, Kossuth Könyvkiadó, 450 o.

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief

JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher

Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address

9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyhme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address

9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board

CZEGLÉDY Tamás

JANKÓ Ferenc

KOLOSZÁR László

SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board

BÁGER Gusztáv

BLAHÓ András

FÁBIÁN Attila

FARKAS Péter

GILÁNYI Zsolt

KOVÁCS Árpád

LIGETI Zsombor

POGÁTSA Zoltán

SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor

TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant

TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth 1

ÚR Norbert

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban

B2B Relationship in Business Network 12

GYÖRKÖS Rita

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer 22

KATONA Attila Imre

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control..... 35

KATONA Attila Imre

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control..... 46

KURBUCZ Marcell

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben

Impacts of Human Resources on Project Planning..... 58

NÉMETH Anikó

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects..... 79

NÉMETH Kristóf

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében

GARCH Models in the Perception of Financial Risks..... 99

KISS Ágota

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms 116

CZELLENG Ádám

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre

The Impact of Flexibility on the Capital Structure..... 128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and

Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House..... 156

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

GYÖRKÖS Rita¹

Gyártósor-kiegyenlítés (Assembly line balancing = ALB) során műveleteket rendelünk munkahelyekhez oly módon, hogy a munkahelyek terheltsége lehetőleg kiegyenlített legyen, ugyanis a gyártósor kapacitását a szűk keresztmetszetben lévő munkahely kapacitása határozza meg. A gyártósor-kiegyenlítési modellek a műveletek munkahelyekhez való optimális hozzárendelését határozzák meg a műveleti idők alapján. A gyártósor-kiegyenlítési feladatra kapott tényleges megoldás és az elméletileg optimális megoldás viszonyát a hozzárendelés hatékonysága (HH) fejezi ki, mely a termelésmenedzsment döntéstámogató eszköze. Ezért is fontos, hogy a valóságot lefedő, vagy jól közelítő modelleket alkossunk. A gyártás kezdeti szakaszában a műveletek elvégzéséhez szükséges idők jelentősen csökkennek, ami a tanulási hatás jelenségével magyarázható. E tanulmány keretében egy elektronikai eszközök összeszerelő folyamat példáján mutatom be, hogyan vizsgálható különböző gyártósor-elrendezések teljesítménye egyszerű gyártósor-kiegyenlítési modellekkel, továbbá vizsgálom a tanulási hatás és a hozzárendelési hatékonyság kapcsolatát. Az esettanulmányban szintén bemutatom, hogy a folyamatok javítása milyen módon csökkenti a költségeket és növeli a kapacitást.

Kulcsszavak: gyártósor-kiegyenlítés, gyártósor konfigurációk, termelésmenedzsment, matematikai programozás, lean termelés, termelési kapacitás

JEL-kódok: L680, O210, O220

Analysis of assembly line configurations with assembly line balancing models in case of a part manufacturer

In the course of assembly line balancing (ALB) tasks are assigned to workstations preferably in a way that the loading of the workstations is equal, since the capacity of an assembly line is determined by the capacity of the workstation in the bottle-neck. Assembly line balancing models determine the optimal assignment of task to workstation by task times. The efficiency of task assignment is defined as the ratio of time available for production at the actual solution of the ALB model and at the theoretical optimum. This ratio can be a useful tool for production managers in line configuration decisions. Consequently, it is important that ALB models reflect all important aspects of reality. In the initial phase of production the task times decrease rapidly as a consequence of the learning effect. This paper analyses two assembly line configurations with simple assembly line balancing models and the effect of learning on the efficiency of task assignment with the help of the assembly process of an electrical motor. This case study also shows how improving production processes can decrease costs and increase capacity.

Keywords: assembly line balancing, assembly line configurations, production management, mathematical programming, lean production, production capacity

JEL Codes: L680, O210, O220

¹ A szerző a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaságtudományi Karának PhD hallgatója (gyorkos AT mvt.bme.hu)

Bevezetés

Olyankor beszélünk gyártósor-kiegyenlítési (assembly line balancing = ALB) problémákról, amikor számos oszthatatlan tevékenységet (műveletet) kell csoportokba rendezve munkaállomásokhoz rendelni egy folyamatos gyártást végző gyártósornál oly módon, hogy a hozzárendelés a menedzsment szempontokat érvényesítő célfüggvény tekintetében optimális legyen. A hozzárendelésnél figyelembe kell venni számos korlátozó feltételt, például ciklusidő korlátokat, a műveletek logikai sorrendjét, területi feltételeket, és további technológiai és logikai korlátokat. A korlátozó feltételeket gyakran több megoldás is kielégíti, ezek közül optimalizáló modellek segítségével tudjuk kiválasztani a legjobbat. Erőforrás-felhasználás szempontjából optimális hozzárendelés esetén a szükséges dolgozók száma és ezen keresztül a működési költségek a lehető legkisebbek. A gyártósor-kiegyenlítési problémák tipikus példája az autóipar és az elektronikai ipar (hűtőgépek, televízió készülékek összeszerelése stb.), de sok szolgáltató rendszer folyamata is hasonló a gyártósorok szerelési műveleteihez (*Boysen et al., 2008*).

Számos publikáció született az ALB modellek gyakorlati alkalmazásáról (*ld. pl. Corominas et al., 2008; Koltai és Tatay, 2010; Cortes et al., 2010*). A következőkben egy általam készített esettanulmányon keresztül mutatom be, hogyan használhatóak az egyszerű gyártósor-kiegyenlítési modellek gyártósorok teljesítményének összehasonlítására és értékelésére. Kutatásaimat a Phoenix Mecano Kecskemét Kft. Dewert profitcenterében végeztem, ahol ágymozgató berendezéseket állítanak elő széles választékban. A gyártott termékek elsődlegesen az ápolási-, illetve kórházszektorban alkalmazhatók, emellett beépíthetők a legkülönbözőbb bútorapplikációkba is. Ezen termékek közül én egy egymotoros külső vezérlésű emelő készülék összeszerelését vizsgáltam, amelyet elsősorban kézi szereléssel állítanak elő, az egyedüli gépi művelet a tesztelés. A vizsgált időszakban ezt a készüléket kétféle gyártósoron szerelték össze: szigetszerű elrendezésnél, melynél négy operátor dolgozott, és U-cella elrendezésben, ahol heten dolgoztak (*ld. még Koltai és Györkös, 2012*).

Mindennapi életünkben is tapasztaljuk, hogy minél többször végzünk el egy feladatot, annál rövidebb idő alatt készülünk el vele. Termelés-gazdaságtani kérdéseknél, ahol magas az élő munka aránya, a tanulási hatás a fajlagos gyártási idő csökkenésén keresztül jelentkezik. Ez két dolgot jelent. Egyrészt a gyártott mennyiség növekedésével csökken a fajlagos gyártási költség. Másrészt közvetetten nő az egy időszakra jutó kapacitás, mert azonos idő alatt többet tudunk gyártani.

Ha egy gyártósoron ugyanazt a terméket kevesebb operátor szereli össze, akkor egy operátorra több művelet jut, így a hozzá tartozó műveleti idők összege is nagyobb. Ezáltal adott műszak alatt egy-egy műveletet kevesebbszer végez el, mintha ugyanezen a gyártósoron több dolgozó szerelné ugyanezt a típusú terméket. Utóbbi esetben ugyanis egy dolgozóra fajlagosan kevesebb művelet jut, így az egy operátorhoz tartozó műveleti idők összege is alacsonyabb. Ennek azért is van jelentősége, mert a tanulási hatás a kezdeti szakaszban a legszámottevőbb, tehát az első pár ismétlésnél, darabnál a legnagyobb a műveletek elvégzéséhez szükséges idő csökkenése.

A gyártósor kiegyenlítése mellett további kedvező hatás érhető el a folyamatok javításával, a folyamatokban rejlő veszteségek kiküszöbölésével, ami részben költségcsökkenésen, részben kapacitásnövekedésen keresztül érvényesül.

A tanulmányban először bemutatom a vizsgált terméket és áttekintem a termelési folyamatot. Ezután ismertetem az alkalmazott ALB modelleket. Majd bemutatásra kerül a tanulási hatás, a hozzárendelés hatékonysága, valamint szót ejtek az alternatív optimális megoldásokról. Ezt követően bemutatom a folyamatok javításának ÁKFN struktúrára és kapacitásjellemzőkre gyakorolt hatását. Végezetül összefoglalom a kapott eredményeket és a kutatásomból levonható következtetéseket.

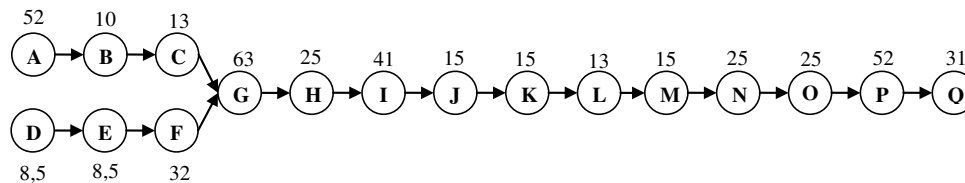
A vizsgált szerelési folyamat

Az általam vizsgált és e tanulmányban bemutatott szerelési folyamatot a Phoenix Mecano Kecskemét Kft-nél valósítják meg, amely a világszerte több gyártóbázissal és az egész világot átfogó értékesítési hálózattal rendelkező Phoenix Mecano AG svájci központú multinacionális cégcsoport 1993-ban megalapított legjelentősebb leányvállalata. A vállalat különböző ipari ágazatok beszállítójaként műanyag-, alumínium- és poliészterházakat, mozgatóstechnológiai berendezéseket és vezérléseket, emelőberendezéseket, műanyag alkatrészeket, valamint lineáris egységeket és védőrács-rendszereket gyárt (*Phoenix Mecano honlapja, 2013*).

A vállalat nagy hangsúlyt fektet a termelékenység és a hatékonyság folytonos javítására, ezért érdekelt minden olyan módszer alkalmazásában, ami ezt elősegíti.

A vizsgált berendezés, amelyen keresztül bemutatom az egyszerű gyártósorkiegyenlítési modellek alkalmazását, egy egymotoros külső vezérlésű emelő készülék, amelyet főként kórházi ágyak dőlésszögének beállításához használnak. A szerelési folyamat műveleteit, a hozzájuk tartozó időadatokat, valamint a műveleteket közvetlenül megelőző műveletek listáját az 1. táblázat foglalja össze.

Az 1. táblázat alapján elkészíthető a készülék szerelési műveleteinek logikai kapcsolatát szemléltető precedencia gráf (ld. 1. ábra).



1. ábra: A vizsgált készülék összeszerelési műveleteinek idejét (másodpercben) és logikai kapcsolatát szemléltető precedencia gráf

Forrás: Saját szerkesztés Phoenix Mecano-s vállalati információk alapján

A terméket a vizsgált időszakban kétféle gyártósoron gyártották: szigetszerű elrendezésben, és az akkor még próbajelleggel működő U-cella koncepcióban.

A szigetszerű gyártósoron 4 operátor dolgozott és a készülékeket hatosával továbbították. Ebben az elrendezésben a dolgozók körbeállták a munkaasztalt, így végezték a műveleteket. A dolgozóknak sokat kellett forogniuk, egyes esetekben lépniük is, mert bizonyos alkatrészek mögöttük helyezkedtek el. A fölösleges, értéket nem teremtő mozdulatok veszteséget, "mudát" jelentenek, cél ezeknek a kiküszöbölése.

Az U-cella koncepcióban heten dolgoznak, és egyesével továbbítják a munkadarabokat, tehát ezen a soron darabonkénti anyagáramlást, vagy másként "one piece flow"-t valósítanak meg. Az operátorok egy U alakú asztal belső oldalán állnak, és kívülről kapják az anyagokat, megszüntetve ezzel a fölösleges forgásokból és lépésekből adódó veszteségeket. Az U-cella kialakítás egyik célja a nullhiba koncepció volt, amely a one piece flow-val kombinálva megteremti a legjobb minőség elérésének lehetőségét. A minőség javításán túl fontos cél volt még a termelékenység növelése, a terület-kihasználás javítása és a költségek csökkentése is.

1. táblázat: A vizsgált készülék műveleteinek leírása, a műveleti idők másodpercben és a közvetlenül megelőző műveletek listája

Forrás: Saját szerkesztés Phoenix Mecano-s vállalati információk alapján

Műv. kód	Műveletek leírása	Műv. idők (mp)	Közvetlenül megelőző műv.
A	Menetes orsó szerelése (alátét, csapágy, csigakerék, stift)	52	-
B	Menetes orsót zsírzógépbe tesz	10	A
C	Menetes orsó zsírása (típusfüggő)	13	B
D	Kupakot a vezetőprofilra kézzel rányom, befogóba betesz	8.5	-
E	Kupakot présel	8.5	D
F	Kupakot csavaroz, zsíroz, végállskapcsolót behelyez	32	E
G	Hajtóműházat + csoportszerelt orsót + hajtóműoldali villafejet összeszerel	63	C, F
H	Kábelszerelés (csatlakozó kábel)	25	G
I	Motor csatlakozó kábelek fűzése, csatlakoztatása, kábelleszorító behelyezése	41	H
J	Motort zsíroz, házba tesz	15	I
K	Motort csavaroz	15	J
L	Rögzítőcsavart fúr, csavaroz	13	K
M	Motorkupak + emelőprofil betekérése	15	L
N	Készüléket tesztelőre felhelyez	25	M
O*	Tesztelés	25	N
P	Tesztelőről levesz, meghúz, dugóz, címkéz	52	O
Q	Takarít és kartonba tesz	31	P

A tanulmányban használt jelöléseket az alábbi felsorolás tartalmazza.

- Indexek:
 - i = műveletek indexe (sorszama) ($i=1, \dots, I$),
 - k = a műveletek egy részhalmazának indexe,
 - p = a műveletek egy részhalmazának indexe,
 - q = a műveletek egy részhalmazának indexe,
 - j = munkahelyek indexe (sorszama) ($j=1, \dots, J$).
- Paraméterek:
 - I = műveletek, tevékenységek száma,
 - J = munkahelyek feltételezett száma a modell felírásakor,
 - N = munkahelyek tényleges száma,
 - t_i = az i tevékenység végrehajtásához szükséges idő,
 - $\sum_{i=1}^I t_i$ = egy darab termék előállításához szükséges összes idő,
 - T = a gyártáshoz rendelkezésre álló összes idő,
 - T_c = ciklusidő,
 - LJ_i = a legelső olyan munkahely, amelyhez az i tevékenység hozzárendelhető,
 - UJ_i = a legutolsó olyan munkahely, amelyhez az i tevékenység hozzárendelhető,
 - Q = gyártósoron gyártandó mennyiség,
 - T_c^{\max} = a ciklusidő maximális értéke,
 - HH = hozzárendelés hatékonysága,
 - Y_Q = a feladat Q -edik végrehajtásához szükséges idő,
 - b = tanulási hatást kifejező paraméter,
 - L = tanulási ráta,

- N_y = nyereség,
- \hat{A} = árbevétel,
- a = egységár,
- r = fajlagos közvetlen anyagköltség,
- c = munkaidő egységnyi költsége,
- $K_{f\ddot{o}}$ = összes fix költség,
- $K_{p\ddot{o}}$ = összes proporcionális költség,
- Halmazok:
 - R = a közvetlen megelőzési kapcsolatok halmaza, tehát $(p; q) \in R$, ha p művelet közvetlenül megelőzi q műveletet,
 - P_i = az i tevékenységet megelőző összes tevékenység halmaza,
 - S_i = az i tevékenységet követő összes tevékenység halmaza,
- Döntési változók:
 - x_{ij} = 0-1 értékű döntési változó; x_{ij} értéke 1, ha az i tevékenységet a j munkahelyen végezzük el; x_{ij} értéke minden más esetben 0.

A matematikai programozási modell

Célunk, hogy meghatározzuk a maximálisan gyártható mennyiséget két eltérő hosszúságú gyártósorra: a négy munkaállomással rendelkező szigetszerű elrendezésre és az U alakú hetes gyártósor-konfigurációra. A feladatot az egyszerű gyártósor-kiegyenlítési modell kettes típusával (SALBM-2) oldjuk meg, amely minimalizálja a ciklusidőt adott munkahely-szám esetén. Az SALBM-2 modell a következőképpen írható fel (Koltai és Tatay, 2010; Koltai és Györkös, 2012):

$$\text{Min } T_c \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^I t_i x_{ij} \leq T_c \quad j = 1, \dots, J \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, I \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J j \cdot (x_{qj} - x_{pj}) \geq 0, \quad (p, q) \in R \quad (4)$$

$$LJ_i = \left\lceil \frac{t_i + \sum_{k \in P_i} t_k}{T_c^{\max}} \right\rceil \quad (5)$$

$$UJ_i = (J+1) - \left\lfloor \frac{t_i + \sum_{k \in S_i} t_k}{T_c^{\max}} \right\rfloor \quad (6)$$

$$x_{ij} = 0 \quad j < LJ_i; j > UJ_i; i = 1, \dots, I \quad (7)$$

Az SALBM-2 modell célja (1), hogy minimalizálja a ciklusidőt adott munkahely-szám mellett. Ez egyben a gyártható mennyiség és a kapacitáskihasználás maximalizálását is jelenti. Az első feltétel (2) azt írja elő, hogy a munkahelyekhez rendelt műveleti idők összege sehol nem haladhatja meg a ciklusidőt. A második feltétel (3) azt mutatja, hogy minden műveletet

el kell végezni. A harmadik feltétel (4) a műveletek logikai kapcsolatát határozza meg, amely grafikusan precedencia gráffal szemléltethető (esetünkben ld. 1. ábra). A döntési változók száma a (6)-os és (7)-es egyenletekkel csökkenthető, amelyek korlátozzák a munkahelyek lehetséges indexeit azzal, hogy a nagyon korai tevékenységek nem kerülhetnek nagyon késői műveleti helyekre, illetve a precedencia gráf végén lévő műveletek nem rendelhetők nagyon korai munkahelyekhez. A lehetséges munkahely-indexek korlátozására egy hatékonyabb modellt fejlesztett ki *Pastor és Ferrer (2009)*, de az esetpéldánk, méreténél fogva, nem igényli ennek a kifinomultabb módszernek az alkalmazását.

Megoldottam a SALBM-2 modellt a vizsgált készülék adataira. Az SALBM-2 modell döntési változóinak száma a műveletek számának és a munkahelyek számának a szorzata, tehát $I \cdot N$. Esetünkben ez 68 döntési változót jelent a szigetyszerű elrendezésnél, és 119 döntési változót az U-cella gyártósor esetében. Egy matematikai programozó szoftver egy ilyen méretű példát másodpercek alatt megold. Számításaimat a Lingo elnevezésű professzionális operációkutatási szoftverrel végeztem, de a gyakorlati használhatóság érdekében az adatokat MS Excel segítségével jelenítettem meg.

Az egyszerű gyártósor-kiegyenlítési feladatok 1-es modelljének (SALBM-1) célja, hogy adott idő alatt meghatározott mennyiségű termék legyártása mellett minimalizálja a műveleti helyek számát. Tehát adja meg azt a munkahely-számot, amely minimálisan szükséges ahhoz, hogy a kívánt mennyiséget le tudjuk gyártani adott időkorlát (pl. 1 műszak) alatt. Mivel a gyártósorok hossza adott volt, ezért az 1-es modell nem kerül részletes ismertetésre, ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy az 1-es és 2-es modellt gyakran használják együtt: az 1-es modellel kapott minimális munkahely-számhoz a 2-es modellel a ciklusidő minimalizálásán keresztül meghatározzák a maximálisan gyártható mennyiséget.

A kapott eredmények értelmezése

Az SALBM-2 modell megoldásával a 4-es és 7-es gyártósor-konfigurációkra kapott eredményeket és a tapasztalati adatokat (a gyakorlatban a műszakonkénti gyártási mennyiségekre előírt normákat) a 2. táblázat foglalja össze.

A 2. táblázatból látható, hogy mind elméleti (SALBM-2 oszlopok), mind gyakorlati (normaadat oszlopok) esetben a 7-es elrendezésnél alacsonyabb a ciklusidő és magasabb a műszakonként maximálisan gyártható készülékek száma. Mivel U-cella koncepció esetén ugyanannyi mennyiségű munkát, feladatot több munkahely között kell szétosztani, így egy emberre kevesebb tevékenység jut (az egy munkahelyhez rendelt műveletek összes ideje alacsonyabb), ezáltal csökken a ciklusidő, ennek eredményeként pedig nő a műszakonként maximálisan gyártható mennyiség. (Fontos megjegyezni, hogy ez nincs mindig így. A gyártósor kapacitását a szűk keresztmetszet kapacitása határozza meg. Ha a tevékenységek között szerepel egy nagyon magas végrehajtási idejű művelet, amit már nem lehet tovább osztani, és ezt a tevékenységet egyedüli műveletként rendeljük egy munkahelyhez, akkor amint e munkahely szűk keresztmetszetté válik, a gyártósor hosszának növelése nem jár már termelésnövekedéssel - feltételezve, hogy párhuzamosan egy műveletcsoportot csak egy munkahely végez.)

Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy amíg az elméleti modellek alapján a 4-es elrendezés bizonyult hatékonyabbnak, tehát a vizsgált időszakban az egy főre jutó fajlagos gyártási mennyiség a szigetyszerű gyártás esetén a magasabb, addig a tapasztalati adatok ezzel pont ellentétes eredményt mutatnak, ugyanis a normatáblázat alapján az U-cella gyártósor-kialakítás az előnyösebb. Ez részben a tanulási hatással is magyarázható, amit az egyszerű gyártósor-kiegyenlítési modellek nem vesznek figyelembe.

2. táblázat: A gyártósor-konfigurációk összehasonlítása

Forrás: Saját szerkesztés a SALBM-2 modell eredményei és Phoenix Mecano-s vállalati információk alapján

SALBM-2 megoldásával kapott eredmények és a tapasztalati adatok összehasonlítása	Szigetszerű elrendezés, SALBM-2	U-cella koncepció, SALBM-2	Szigetszerű elrendezés, normaadat	U-cella koncepció, normaadat
Munkahelyek száma [db]	4	7	4	7
Ciklusidő [mp]	124	81	114,8	60
Maximálisan gyártható mennyiség műszakonként [db/műszak]	212,9	325,9	230	440
1 főre vetített gyártási mennyiség műszakonként [db/műszak/fő]	53,23	46,56	57,50	62,86

Tanulási hatás

A tanulási hatás a gyártási mennyiség növekedésével járó fajlagos végrehajtási idő csökkenését leíró jelenség. Az olyan gyártási folyamatokban, ahol magas az emberi munka aránya, a tanulási hatás jelentős szerepet játszik a gyártási idő csökkenésében, különösen új termék gyártása esetén, vagy ha egy új dolgozó kerül a gyártósorra, ugyanis a tanulási hatás a kezdeti időszakban a legszámottevőbb. Mivel az U-cella elrendezésben 7-en dolgoznak, ezért egy emberhez kevesebb művelet van rendelve, emiatt adott műszak alatt a hozzárendelt műveleteket többször végzi el, tehát a fajlagos gyártási idő csökkenése jobban érvényesül.

A tanulási görbe a következő matematikai függvénnyel írható le (Yelle, 1979; Conway és Schultz, 1959):

$$Y_Q = Y_1 \cdot Q^b \quad b \leq 0, \quad (8)$$

A gyakorlati életben inkább a tanulási ráta használata terjedt el, amely azt fejezi ki, hogy megduplázva a végrehajtott feladatok számát, hányad részére csökken a fajlagos végrehajtási idő. A tanulási ráta a következő összefüggés alapján számolható:

$$L = \frac{Y_{2Q}}{Y_Q} = \frac{Y_1 \cdot [2Q]^b}{Y_1 \cdot [Q]^b} = 2^b. \quad (9)$$

A tanulási ráta segítségével a tanulási hatás 0 és 1 között mérhető, illetve szokás megadni százalékos formában is.

A két gyártósor között a korábban említettekén túl eltérés van még abban is, hogy egy dolgozó mennyi időt tölt egy munkahelyen. A szigetszerű soron ugyanis hetente cserélnek, míg az U-cella esetében kétóránként mennek a dolgozók következő munkahelyre, így az adott munkahelyhez rendelt tevékenységek tanulási folyamata megszakad. A kétóránkénti váltás a tanulási hatásból származó előnyök szempontjából kevésbé kedvező, ugyanakkor szükség van rá, mert a gyártósoron vannak olyan munkahelyek, műveletcsoportok, amelyek fizikailag megterhelőbbek a többinél, ezért pusztán ezeket a műveleteket nem lehetne napi nyolc órán keresztül folyamatosan végezni. Számításba kell venni továbbá azt is, hogyha nagyon kevés műveletet végzünk egy munkahelyen, az túlzottan monoton, ami a figyelem csökkenésével, így a hibázás kockázatának növekedésével jár. Tehát a műszakonkénti többszöri munkahelyváltás több szempontból is indokolt lehet.

Hozzárendelés hatékonysága lineáris esetben

A gyártósor-kiegyenlítési feladatra kapott tényleges megoldás és az elméletileg optimális megoldás a műveleti idők egyenletlensége miatt gyakran eltérnek egymástól. A kettő viszonyát a hozzárendelés hatékonysága (HH) fejezi ki.

Az optimális elrendezésekhez az egyszerű gyártósor-kiegyenlítési modell 2-es típusát (SALBM-2) kell megoldani különböző számú munkahelyekre (N). Az SALBM-2 a ciklusidő

minimalizálásán keresztül azt vizsgálja, hogy adott számú munkahely esetén mennyi a maximálisan legyártható mennyiség.

A különböző számú munkahelyekhez (N) tartozó optimális elrendezések meghatározásával kapjuk meg a hozzárendelési hatékonyság és a gyártandó mennyiség (Q) közötti kapcsolatot leíró függvényt ($HH(Q,N)$), amely a termelésmenedzsment fontos eszköze. Lineáris esetben ez az összefüggés a következőképpen írható le (*Koltai és Tatay, 2010; Koltai és Györkös, 2013*):

$$HH(Q,N) = Q \cdot \frac{\sum_{i=1}^I t_i}{N \cdot T} \quad (10)$$

A hozzárendelés hatékonyságának legkedvezőbb (maximális) értéke 1. Ez csak akkor érhető el, ha a műveleti idők az egyes munkahelyeken megegyeznek, tehát a gyártósor teljesen kiegyenlített. A műveleti idők egyenlensége miatt azonban az ideális $HH = 1$ érték a gyakorlatban csak ritkán fordul elő. A hozzárendelés hatékonysága egyben a gyártósor hatékonyságának is a legfontosabb jellemzője.

A (10) képletből látható, hogy a hozzárendelés hatékonysága (HH) a gyártási mennyiség (Q) lineáris függvénye. Adott munkahelyszám (N) mellett azonban nem gyártható akármekkora mennyiség, Q maximális értékét (Q^{Max}) a szűk keresztmetszet műveleteinek összes ideje határozza meg. Ezért a $HH(Q)$ függvény csak a független változó 0 és Q^{Max} közötti tartományán értelmezhető. Tehát $0 \leq Q \leq Q^{\text{Max}}$.

$$Q^{\text{Max}} = \frac{T}{\text{Max}(s_j)} \quad (11)$$

Azt is látjuk, hogy ha megváltozik a munkahelyek száma (N), akkor a hozzárendelés hatékonysága is változik. Abban az esetben, ha egy mennyiség kevesebb munkahellyel is legyártható, akkor több munkahelynél alacsonyabb hatékonyságot – és ennek megfelelően az egyes munkahelyeken többnyire alacsonyabb kapacitáskihasználást – kapunk. N változásakor általában Q^{Max} értéke is megváltozik. Kevesebb munkahelynél több művelet kerül egy munkahelyre, megnő a munkahelyek műveleti ideje, így lecsökken a gyártható maximális mennyiség. Több munkahely esetén jobban szétoszthatók a műveletek a munkahelyek között, így többnyire csökken a munkahelyek műveleti ideje, és ennek megfelelően nő a maximálisan gyártható mennyiség. A feltételes mód használata azért indokolt, mert előfordulhat, hogy a munkahelyek számának változása nem változtatja meg a szűk keresztmetszet műveleti idejét.

Hozzárendelés hatékonysága tanulási hatást figyelembe vevő esetben

A szigetszerű gyártásról az U-cellára történő átállás egyik előnye, hogy adott idő alatt többet tudnak gyártani, mint amennyit a négy dolgozóról hét dolgozóra történő váltás arányosan jelentene. A gyártható mennyiségnek ez a növekedése a tanulási hatással magyarázható.

A tanulási hatást figyelembe vevő hozzárendelés hatékonyságának képlete a következők szerint módosul (*Koltai és Györkös, 2013*):

$$HH(Q,N) = \frac{\sum_{i=1}^I t_i \cdot \sum_{i=1}^Q i^b}{N \cdot T} \quad (12)$$

A tanulási hatásból következik, hogy ha kevesebb műveletet ismételtünk egymás után, tehát kevesebb műveletet kell az adott munkahelyen elvégezni, akkor adott idő alatt többször tudjuk végrehajtani a tevékenységsorozatot, így a fajlagos gyártási idő csökkenése hamarabb következik be.

Hozzárendelési hatékonyság szemléltetése a vizsgált készülék példáján

Az általam vizsgált készülék műveleteinek logikai kapcsolata az 1. ábrán látható precedencia gráffal írható le.

Az egy műszakban rendelkezésre álló nettó idő 440 perc = 26400 mp, a műveleti idők összege 444 mp. Az SALBP-2-vel kapott ciklusidőket különböző munkahely-szám esetén a 3. táblázat tartalmazza:

3. táblázat: Ciklusidők különböző N -re

Forrás: Saját szerkesztés saját modell alapján

N :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_c [mp]:	444	232	161	124	95	88	81	66	63	63

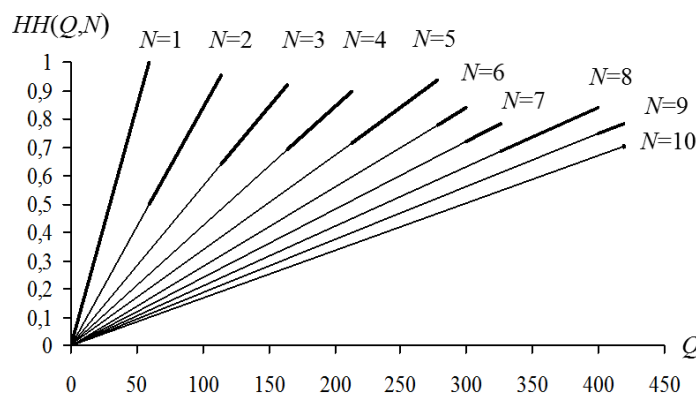
A hozzárendelés hatékonyságának ($HH(Q,N)$) alakulását az elvégzendő feladatmennyiség (Q) és a munkahelyszám (N) függvényében lineáris esetben a 2. ábra szemlélteti. Az ábra elkészítéséhez minden lehetséges N értékre meg kell oldani egy SALBP-2 modellt.

A $HH = 1$ értéket csak akkor lehet elérni több munkahely esetén, ha a tevékenységek munkahelyhez rendelésekor a műveleti idők minden munkahelyen azonosak. A gyakorlati életben ez ritkán lehetséges.

Ha adott Q mennyiség a munkahelyek számát tekintve többféle elrendezésben is legyártható, akkor a kevesebb munkahelyes elrendezés nagyobb hozzárendelési hatékonyságot eredményez, és költségek szempontjából is előnyösebb megoldáshoz vezet. Emiatt akkor a legkedvezőbb a gyártósor kialakítása, ha Q mennyiség legyártásához annyi munkahelyet alakítunk ki, amennyivel a Q mennyiség még legyártható, de ennél kevesebb munkahellyel már nem lehetne legyártani a kívánt mennyiséget. Minden N munkahelyes elrendezéshez megadható egy olyan Q tartomány - érvényességi tartomány - amely a hozzárendelési hatékonyság, és így a költségek szempontjából is a legkedvezőbb (Koltai és Györkös, 2013):

$$Q_{\max}^{opt}(N-1) \leq Q \leq Q_{\max}^{opt}(N). \quad (13)$$

Az optimális tartományok a 2. ábrán kivastagítva láthatóak.



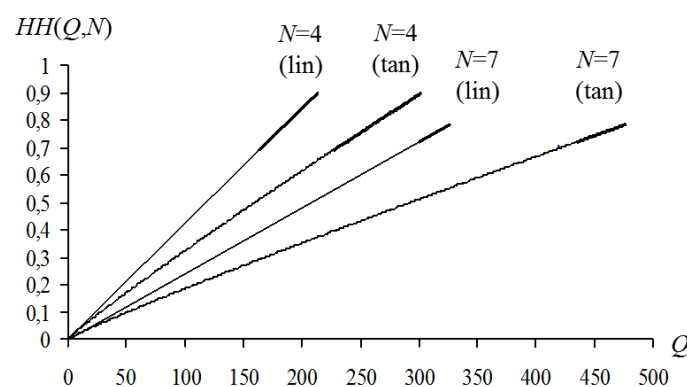
2. ábra: A hozzárendelés hatékonyságának (HH) változása a munkahely szám (N) és a gyártandó mennyiség (Q) függvényében

Forrás: Saját szerkesztés saját modell alapján

Mivel a ciklusidő értéke nem csökkenhet a (tanulási hatást is figyelembe vevő) legnagyobb műveleti idő alá ($T_c \geq t_{i,\max}$), ezért egy adott ponton túl a munkahelyek számának növelésével sem gyártható már nagyobb mennyiség (feltételezve, hogy nincsenek párhuzamos munkaállomások, mellyel a szűk keresztmetszet is változ(hat)na, és a technológia is adott). Ez látható

a 3. táblázat $N=10$ oszlopában is, ugyanis a 9-munkahelyes gyártósoron már a leghosszabb tevékenységidejű, 63 másodperces művelet képezi a szűk keresztmetszetet. Így a gyártósor hosszának további növelésével már nem érhető el termelékenységnövekedés, tekintve, hogy a gyártósor kapacitását a szűk keresztmetszetben lévő munkahely kapacitása határozza meg, ugyanakkor költségesebb megoldás lenne.

A 3. ábrán a hozzárendelés hatékonysága látható négyes és hetes elrendezésű gyártósoroknál, lineáris és tanulási hatást figyelembe vevő esetben. A számításokhoz használt tanulási ráta értéke $L = 0,95$. A hozzárendelés hatékonysága lineáris esetben a (10) képlet segítségével határozható meg, a tanulási hatást figyelembe vevő nemlineáris esetben pedig a (12) képlettel számítható. A 3. ábráról leolvasható, hogy azonos hosszúságú gyártósorok esetén többet tudunk gyártani, ha érvényesül a tanulási hatás, mint lineáris esetben, amikor nincs tanulás. Az is jól látszik, hogy tanulásnál a hosszabb gyártósoron (arányaiban) jóval magasabb optimális mennyiségi tartomány érhető el, mint rövidebb gyártósorokkal.



3. ábra: Hozzárendelés hatékonysága (HH) 4-munkahelyes és 7-munkahelyes elrendezésnél lineáris és tanulási hatást figyelembe vevő esetben

Forrás: Saját szerkesztés saját modell alapján

Alternatív optimális megoldások

A hosszabb és a rövidebb gyártósorra is igaz, hogy a feladatnak alternatív optimális megoldásai vannak, tehát a célfüggvény szempontjából ezek mindegyike optimális (SALBM-2 esetén ez a ciklusidő minimumát jelenti). Azt, hogy ezek közül melyiket válasszuk, másodlagos szempontok alapján kell eldönteni. Gyártósor-kiegyenlítésnél az alternatív optimális megoldások között különbség mutatkozik abban, hogy mely munkahely(ek) kerülnek szűk keresztmetszetbe, illetve eltérő lehet a munkahelyek kapacitáskihasználása (a munkahelyhez rendelt műveletek összes idejének és a ciklusidőnek a hányadosa) is az egyes esetekben. Így, ha például új dolgozó kerül a gyártósorra, akkor célszerű őt olyan munkahelyre beállítani, ami nincs szűk keresztmetszetben.

Lean szemlélet, ÁKFN struktúra és kapacitásjellemezők

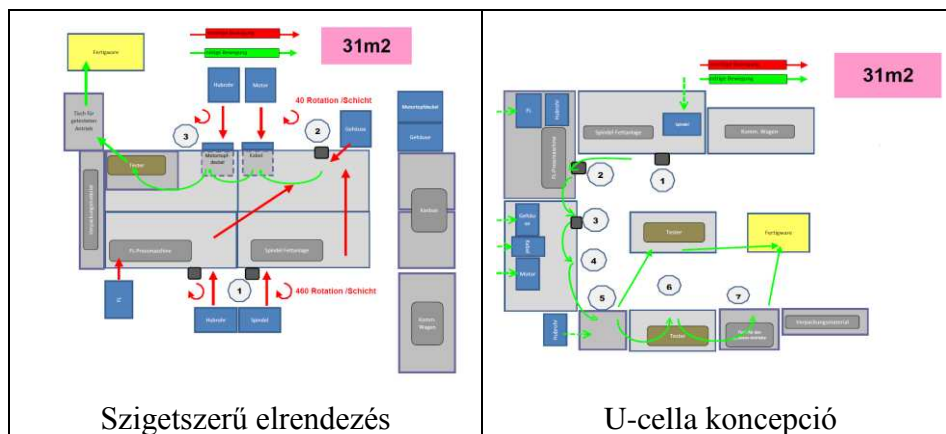
Egy gyártósor kapacitását a gyártósor szűk keresztmetszetében lévő munkaállomás kapacitása határozza meg. Gyártósor-kiegyenlítéssel a meglévő folyamatainkat, műveleteinket rendezhetjük el optimális módon. Ha további javulást szeretnénk elérni, akkor javítanunk kell a meglévő folyamatainkon. Ez minőség, kapacitás, és költségek szempontjából egyaránt előnyös lehet, melyet lean-, minőség- és folyamatmenedzsmenttel kapcsolatos szakirodalmak is tárgyalnak.

A *muda* szó jelentése veszteség (pazarlás). Olyan tevékenységeknél merül fel, amelyek erőforrást igényelnek, használnak, de nem termelnek, nem teremtenek értéket. Tekintve, hogy

a vevő csak azért hajlandó fizetni, ami számára értéket jelent, cél, hogy az értéket nem teremtő műveleteket megszüntessük, ahol lehet, és a lehető legjobban minimalizáljuk ott, ahol nem lehet teljes mértékben kiküszöbölni (Kosztolányi és Schwahofer, 2011). Ezzel jelentős költségcsökkenés érhető el, ezzel egy időben kapacitásjellemzőink is javulnak.

A veszteségnek hét fajtáját különböztetjük meg: az anyag mozgatásából (szállításából) eredő veszteség, készletben rejlő veszteség, mozdulatokban rejlő veszteség, várakozásból fakadó veszteség, túltermelésből adódó veszteség, felesleges tevékenységek miatti veszteség, és javításból eredő veszteség (Kosztolányi és Schwahofer, 2010-2011).

A négyes elrendezésről a hetes elrendezésű gyártósorra való átálláskor a vállalat nem csak a kedvezőbb kiegyenlítés és a tanulási hatás jobb kihasználása révén ért el termelékenységnövekedést, hanem azért is, mert az átállást megelőzően javították a gyártási folyamataikon.



4. ábra: A szigetszerű elrendezés és az U-cella koncepció sematikus ábrája

Forrás: Phoenix Mecano

A 4. ábrán a piros nyilak a mudákat jelölik. A szigetszerű elrendezésről U-cella koncepcióra való átállás során a vállalat jelentősen csökkentette:

- az értéket nem teremtő *mozdulatokban* rejlő veszteségeket (a szigetszerű elrendezésnél bizonyos alkatrészek a dolgozók mögött helyezkedtek el, ezért számottevő volt a forgásból, főlegesen lépésekből adódó veszteség – ezzel szemben az U-cella koncepcióban kívülről befelé kapják az alapanyagokat az operátorok, megszüntetve ezzel a forgások okozta idő- és energiavesztéséget), és

- az *anyagmozgatásból* eredő veszteséget (az ábrán látható, hogy a dolgozóknak maguk mögött kellett az anyagokat az asztalra átemelni, illetve az asztalon keresztül (görgősor segítségével) kellett a munkadarabokat a következő munkahelyre továbbítani).

- A kedvezőbb elrendezés miatt egyik dolgozónak sem kell a munkasztalt megkerülnie, amikor besegít az egyik, majd másik munkahelyen lévő műveletcsoportok szerelésénél.

Látható, hogy a szigetszerű elrendezésnél jelölt mudákat az U-cella koncepciónál már kiküszöbölték. Emellett a kiegyenlített gyártósornak köszönhetően egyenletesebb a munkahelyek terhelése, ezáltal csökkent a *várakozásokból* adódó veszteség és nőtt a termelékenység.

A hagyományos és McIntyre (1977) tanulási hatást is figyelembe vevő Árbevétel-Költség-Fedezet-Nyereség (ÁKFN) struktúráját kiegészítve az alábbi, (14) összefüggéshez jutunk:

$$Ny = \acute{A} - K_{p\ddot{o}} - K_{f\ddot{o}} = a \cdot Q - (r \cdot Q + c \cdot Y_1 \cdot Q^{b+1}) - K_{f\ddot{o}} \quad (14)$$

ahol a zárójelben lévő összeg első tagja a fajlagos közvetlen anyagköltség és a mennyiség szorzata, az összes proporcionális költségen belül a lineáris rész, melyből az r tényező a termék darabjegyékéből a mindenkori árak ismeretében kiszámítható. A zárójeles kifejezés

második tagja adja a nemlineáris részt, ahol a tanulási hatás révén a darabszám növekedésével csökken az egy termék előállításához szükséges idő, így a munkaidővel járó fajlagos költségek is csökkennek.

Az ÁKFN-struktúra logikáját követve nyereségünket az alábbi módokon növelhetjük (feltételezve, hogy egy-egy tényező változásakor minden más tényező változatlan):

- növeljük a termelt (és eladott!) mennyiséget (feltételezve, hogy egységnyi termék fajlagos fedezete pozitív),
- egységnyi termék árának növelésén keresztül növeljük az árbevételt,
- csökkentjük a költségeket. Ezen belül két lehetőségünk van: csökkentjük a fix költségeket, illetve csökkentjük a változó költségeket.
- valamint a fentebbiek megfelelő lineáris kombinációját alkalmazzuk.

A vállalat a gyártósor optimalizálása, veszteségek csökkentése, folyamatainak javítása révén a *változó költségek csökkenésén* keresztül ért el profitnövekedést. Ezzel egy időben az üzem a kapacitásjellemzőit is javította, hiszen ha csökken a termék fajlagos előállítási ideje, akkor nő mind a tervezési, mind az effektív kapacitás (vö. *Koltai, 2006, 77.o.*).

Összefoglalás

A Phoenix Mecano Kecskemét Kft. nagy hangsúlyt fektet a termelékenység és a hatékonyság folytonos javítására, ezért érdekelt minden olyan módszer alkalmazásában, ami ezt elősegíti.

A vizsgált időszakban a tanulmányban bemutatott terméket még kétféle gyártósoron szerelték össze, 4-es elrendezésben és az akkor még próba jelleggel működő 7-es elrendezésben. Mára ezt a készüléket kizárólag U-cella koncepcióban gyártják, ugyanis ez bizonyult hatékonyabbnak minőség, termelékenység és költségek tekintetében egyaránt.

A tanulmányban bemutattam az egyszerű gyártósor-kiegyenlítés 2-es modelljét (SALBM-2), melynek célja a ciklusidő adott munkahely-szám melletti minimalizálása. Ezt alkalmaztam a két gyártósorra, amelyen a vizsgált készüléket a kutatás kezdetekor gyártották. Ismertettem, hogy az elméleti modell és a gyakorlati normaadatok ellentétes eredményre vezetnek az egy főre vetített hatékonyság tekintetében a két gyártósornál, amely különbség (részben) a tanulási hatással magyarázható.

A 2-es modell különböző munkahely-szám melletti megoldásával egy olyan ábra készíthető, amely megadja, hogy adott gyártandó mennyiség esetén mely gyártósor-elrendezés a legkedvezőbb költségek és hozzárendelés hatékonysága szempontjából. Ha a tanulási hatást is figyelembe vesszük, láthatjuk, hogy noha a hozzárendelés hatékonyságának maximális értéke megegyezik a lineáris esettel, az optimális mennyiségi tartományok lényegesen eltérnek, ami jelentősen befolyásolja azt, hogy adott gyártandó mennyiség esetén milyen elrendezést ajánlatos kialakítani. Ezért fontos, hogy a tanulás mértékét jól mérjük fel a gyártás egyes fázisaiban. A hozzárendelés hatékonysága diagram a menedzsment számára fontos döntéstámogató eszköz lehet, azonban fontos figyelembe venni a tanulási hatást a számítások során, hogy a valóságot jobban közelítő modellt kapjunk.

A tanulási hatást figyelembe vevő modellben homogén tanulást feltételeztünk, tehát azt, hogy minden munkahelyen azonos tanulási ráta érvényesül. A másik feltételezés, hogy a szűk keresztmetszet helye nem változik a gyártás során. A harmadik feltételezés, hogy a teljes mértékben kiegyenlített gyártósorral érhető el maximális termelékenység. Alacsony gyártási téteknagyság esetén ez nem feltétlenül van így, ugyanis hatékonyabb lehet egy meghatározott módon kiegyenlítettlen gyártósor, tekintve, hogy kis téteknagyság esetén a szűk keresztmetszet helye is változik (erről ld. bővebben Cohen, 2006).

Bemutattam továbbá azt is, hogy a folyamatokban lévő veszteségek csökkentése, ilyen módon a folyamatok javítása hogyan hat a változó költségen keresztül a nyereségre, valamint hogyan javítja a kapacitásjellemzőket.

Kutatásom további iránya a modellek másodlagos szempontok mentén történő továbbfejlesztése és gyakorlati megvalósíthatóságának vizsgálata. Diszkrét szimuláció segítségével fogom vizsgálni a tanulás gyártósorokra, azok szűk keresztmetszetére, kapacitására és további működési jellemzőire kifejtett hatását.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőm, Dr. Koltai Tamás (egyetemi tanár, BME MVT), valamint vállalati konzulensem, Angeli Attila (minőség- és környezetirányítási vezető, Phoenix Mecano Kecskemét Kft.) segítségét, továbbá köszönöm a Phoenix Mecano Kecskemét Kft. dolgozóinak, hogy segítették munkámat és a szükséges információkkal hozzájárultak a kutatásomhoz.

A munka szakmai tartalma kapcsolódik az "Új tehetséggondozó programok és kutatások a Műegyetem tudományos műhelyeiben" c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását a TAMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0009 program támogatta.

Irodalomjegyzék

- Boysen, N., Fliedner, M., & Scholl, A. (2008). *Assembly Line Balancing: Which Model to Use When?*, International Journal of Production Economics, 111, pp. 509-528.
- Cohen, Y., Vitner, G., & Sarin, S. C. (2006). *Optimal Allocation of Work in Assembly Lines for Lots with Homogenous Learning*, European Journal of Operational Research, Vol. 168, Issue 3, pp. 922-931.
- Conway, R., & Schultz, A. (1959). *The Manufacturing Progress Function*, Journal of Industrial Engineering, Vol. 10, No.1, pp. 39-53.
- Corominas, A., Pastor, F., & Plans, J. (2008). *Balancing Assembly Line with Skilled and Unskilled Workers*, Omega, Vol. 36, pp.1126-1132
- Cortes, P., Onieva, L., & Guadix, J. (2010). *Optimizing and Simulating the Assembly Line Balancing Problem in a Motorcycle Manufacturing Company: A Case Study*, International Journal of Production Research, Vol. 48, No. 12, pp. 3637-3656
- Koltai, T. (2006). *Termelésmenedzsment, Kapacitáselemzés* (pp.76-90.), Typotex, Budapest
- Koltai, T., & Györkös, R. (2012). *Comparison of the Optimal Performance of Assembly Line Configurations with Simple Assembly Line Balancing Models*, In: XXVI. microCAD International Scientific Conference: Economic Challenges in the 21st Century, Miskolc, Hungary, pp. 1-6.
- Koltai, T., & Györkös, R. (2013). *Analysis of the Efficiency of Task Assignment in the Presence of Learning Effect*, In: XXVI. microCAD International Scientific Conference: Economic Challenges in the 21st Century, Miskolc, Hungary, pp. 1-6.
- Koltai, T., & Tatay, V. (2010). *Application of Simple Assembly Line Balancing Models to Support Production Quantity Related Decisions*, 16th International Working Seminar on Production Economics, Innsbruck, Ausztria, Vol. 1, pp. 285-296.
- Kosztolányi, J., & Schwahofer, G. (2011). *Lean szótár*, Kaizen Pro, Oktató és Tanácsadó Kft.
- McIntyre, E.V. (1977). *Cost-Volume-Profit Analysis Adjusted for Learning*, Management Science, Vol.24, No.2, pp.149-160.
- Pastor, R., & Ferrer, L. (2009). *An Improved Mathematical Program to Solve the Simple Assembly Line Balancing Problem*, International Journal of Production Research, Vol. 47, No. 11, pp. 2943-2959
- Phoenix Mecano honlapja (2013, June 24). www.phoenix-mecano.hu
- Yelle, L. E. (1979). University of Lowell, Education, *The Learning Curve: Historical Review and Comprehensive Survey*, Decision Sciences, Vol.10., pp. 302-328.

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher
Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyhme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
JANKÓ Ferenc
KOLOSZÁR László
SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FÁBIÁN Attila
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁTSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant
TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth 1

ÚR Norbert

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban

B2B Relationship in Business Network 12

GYÖRKÖS Rita

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer 22

KATONA Attila Imre

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control 35

KATONA Attila Imre

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control 46

KURBUCZ Marcell

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben

Impacts of Human Resources on Project Planning 58

NÉMETH Anikó

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects 79

NÉMETH Kristóf

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében

GARCH Models in the Perception of Financial Risks 99

KISS Ágota

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms 116

CZELLENG Ádám

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre

The Impact of Flexibility on the Capital Structure 128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

*Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and
Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House.....* 156

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban¹

KATONA Attila Imre²

A statisztikai folyamatszabályozás során alkalmazott ellenőrző kártyák a legtöbb esetben a pénzügyi kockázatok kezelésére nem képesek, főként megbízhatóság alapon működnek. Egy korábbi munkámban olyan ellenőrző kártyaillesztési folyamatot dolgoztam ki, amely újítként tartalmazza a mérési bizonytalanság figyelembe vételét, és a vizsgált folyamatra kockázatalapon működő ellenőrző kártyát (kártyákat) illeszt. A pénzügyi kockázatok azonban nem csak a mérések bizonytalanságából eredhetnek. Egyes termékek esetében a figyelemmel kísért termékparaméter megváltozik bizonyos idő elteltével, így ez a jelenség ismételtlen csak bizonytalansághoz vezet. Munkám célja a korábban kidolgozott kártyaillesztési folyamat továbbfejlesztése. Így az új kártyaillesztési folyamat már nem csak a mérések bizonytalanságát, hanem a termékparaméterek időbeni megváltozását is képes lesz kezelni, ezzel még tovább csökkentve a pénzügyi kockázatot.

Kulcsszavak: folyamatszabályozás, termékparaméter változás, ellenőrző kártyák
JEL-kód: C15

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control

In the most cases, control charts are not able to handle financial risks, they work on reliability base. In my former paper, I have designed a new control chart fitting method with consideration of the measurement uncertainty. This method fits a risk based control chart to the analysed process. Nevertheless, the financial risks do not only come from the uncertainty of the measurement but in some cases the analysed product parameter can shift during a given time period too. The purpose of this paper is to improve the former created control chart fitting method. The new method will be able to handle the measurement uncertainty and the product parameter shift also by reducing the financial risks.

Keywords: process control, product parameter shift, control charts
JEL-code: C15

¹ A tanulmány a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi Szekciójának Termelésmenedzsment, logisztika III. Tagozatában első helyezést elért dolgozat alapján készült. Az OTDK-pályamunka konzulensei Dr. Kosztyán Zsolt Tibor egyetemi docens és Prof. Dr. Telcs András egyetemi tanár.

² A szerző a Pannon Egyetem Gazdaságtudományi Karának hallgatója.

Bevezetés

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

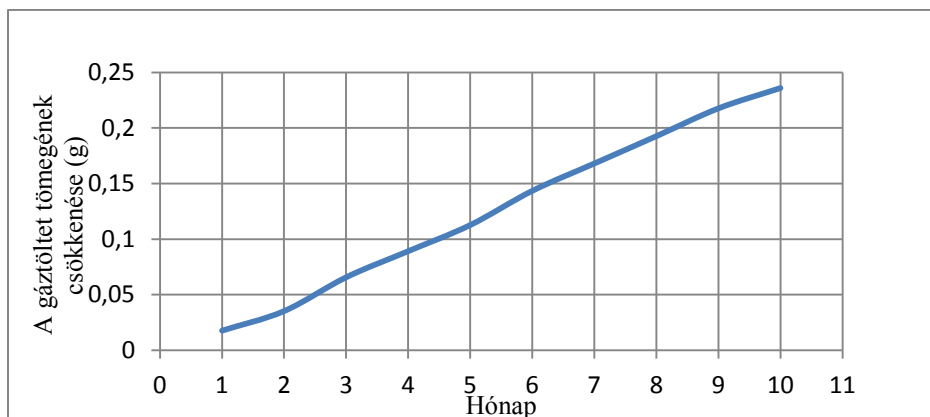
A statisztikai folyamatszabályozás segítségével vizsgált termékparaméter (termékparaméterek) sok esetben nem mondható állandónak. Egyes termékek esetében a figyelemmel kísért termékparaméter megváltozik bizonyos idő elteltével. Ez főleg akkor bír nagy jelentőséggel, ha az értékesítési folyamat olyan jellegű, hogy a termék előállítása és a vevői átvétel között huzamosabb idő telik el. Ha ezt figyelmen kívül hagyjuk, és nem módosítjuk az ellenőrző kártya beavatkozási határait ennek megfelelően, akkor azon termékeket, melyek vizsgált paraméterének értéke a kritikus tartományba esik, megfelelőnek fogjuk nyilvánítani, pedig a paraméter-változás következtében a fogyasztó már könnyen a nem megfelelő termékkel találhatja szemben magát. Kockázatalapon működő ellenőrző kártyákra vonatkozóan már történtek kutatások, melyek a mérési bizonytalanságot veszik figyelembe a méréses ellenőrzőkártyák beavatkozási határainak módosításánál (*Kosztján Zs. T., Dr. Csizmadia T., Hegedűs Cs.: 2008, Hegedűs Cs., Dr. Kosztján Zs., 2008*).

E cikk első részében kitérek arra, hogy miért is fontos a termékparaméter változás figyelembevétele, majd röviden ismertetem az általam korábban kidolgozott kártyaillesztési folyamatot. A továbbiakban bemutatom a termékparaméter változás figyelembevételének menetét, illetve annak, a korábban definiált folyamatba történő integrálását. Végül gyakorlati példán keresztül mutatom be a módszer alkalmazhatóságát.

Elsőként vizsgáljuk meg, hogy miért is fontos számolni a termékparaméterek időbeni megváltozásával!

Miért fontos a termékparaméter változás figyelembevétele?

Egy adott vállalat által előállított termékek legtöbb esetben nem kerülnek azonnali felhasználásra. Abban az esetben, ha az előállított termék olyan jellemzőkkel bír, hogy ezeknek rövidtávú megváltozása csekély mértékű, illetve a paraméter-változás nem jár komoly következményekkel a felhasználás során, akkor valóban elhanyagolható ennek figyelembe vétele. Sok esetben viszont számolnunk kell azzal is, hogy a vizsgált terméken az előállítástól a felhasználásig eltelt időtartam alatt olyan változások mennek végbe, melyek befolyásolják a termék felhasználhatóságát. A gyógyszeriparban használt hajtógázzal működő fecskendők esetében például nagyon fontos tényező a gázpatron töltetömege, hiszen nem mindegy, hogy milyen nyomáson fecskendezi be a szerkezet az adott anyagot a szervezetbe. Ha a raktározást, kiszállítást is figyelembe véve hosszabb időtartam telik el a tényleges felhasználásig, akkor a szivárgás hatására a gáz töltetömege már nem fog megegyezni azzal a mennyiséggel, melyet az előállítás után mérhetünk. Így a kártyatervezéskor célszerű a termékparaméterek időbeli megváltozását is figyelembe vennünk, és adott esetben a kártyaszabályokat ennek megfelelően szigorítanunk. Az alábbi ábrán egy gázpatron töltetömegeinek csökkenését láthatjuk havi bontásban.



1. ábra: A töltettömeg csökkenés mértéke

Forrás: saját szerkesztés

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

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

A kártyaillesztés módszere a mérési bizonytalanság figyelembevételével

Előző munkámban már kidolgoztam egy olyan kártyaillesztési folyamatot, amely magába foglalja az ellenőrző kártya kiválasztását és a beavatkozási határainak módosítását a mérési bizonytalanság figyelembe vételével. A mérési és minősítési kártyák közötti döntési mód megjelenik a *Shah, Gobil és Shridar (2010)* által kidolgozott folyamatban is. Az általam kidolgozott módszer annyiban jelent újítást, hogy nemcsak a mért jellemzők kategorizálásával indul, hanem figyelembe veszi a technológiai folyamat jellemzőit, az ellenőrzést mélyebben elemzi, továbbá megjelenik benne a bemenő paraméterek vizsgálata, és lehetőséget nyújt a változó paraméterek kiválasztására is, továbbá ami a legfontosabb, hogy kiegészül a mérési bizonytalanság figyelembe vételével és így a folyamatra kockázatalapon működő ellenőrző kártyát illeszt.

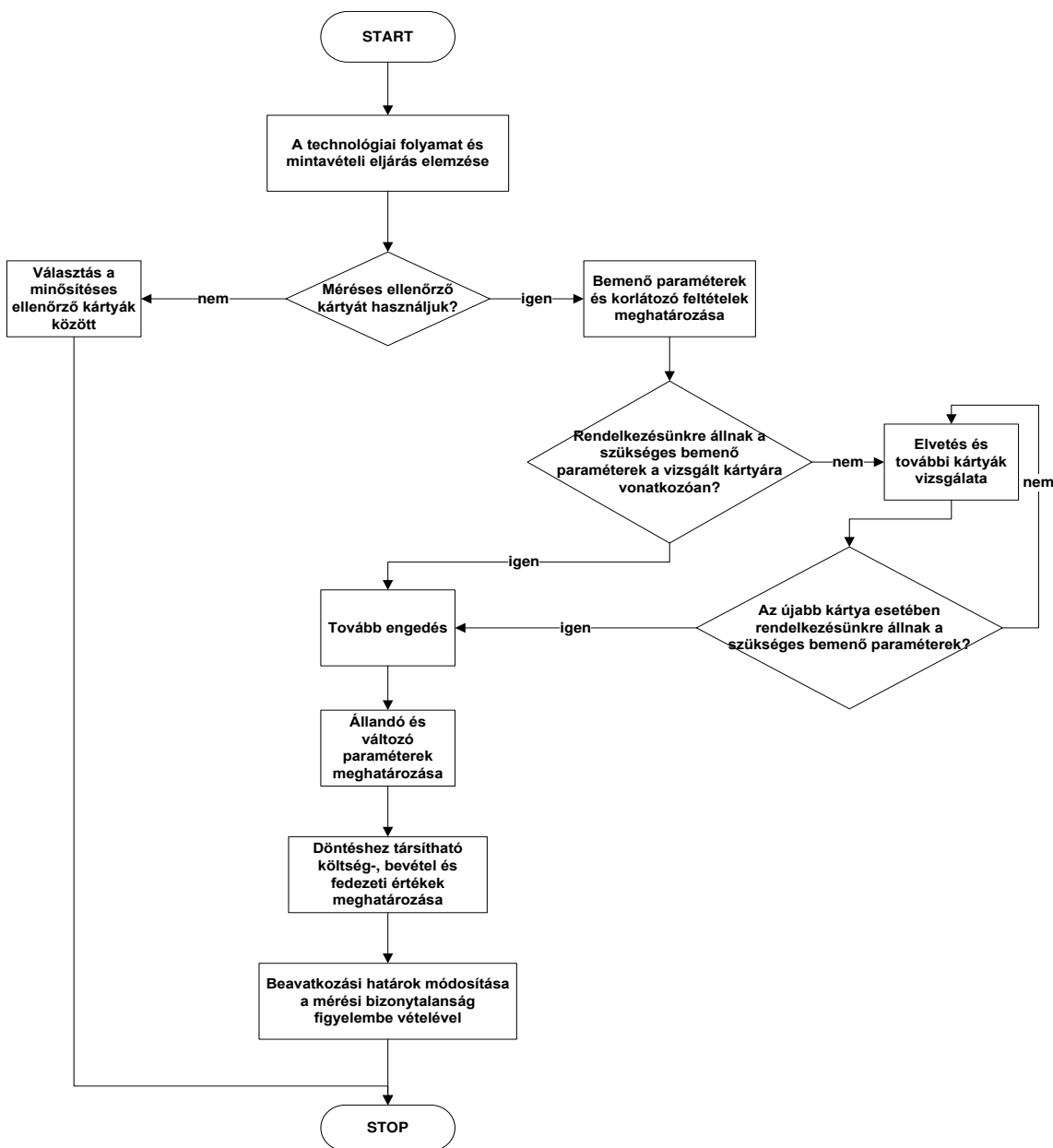
A továbbiakban röviden összefoglalom e módszer lépéseit, illetve menetét, majd meghatározom a további kutatási útvonalat.

A kártyaillesztés lépései

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

1. A technológiai folyamat és az ellenőrzés tulajdonságainak összegyűjtése.
2. Mérési vagy minősítési ellenőrző kártyák közötti döntés.
3. Bemenő paraméterek és korlátozó tényezők meghatározása az egyes kártyák esetében.
4. Az eddigi információk figyelembe vételével a feltételeknek eleget tevő kártya (kártyák) kiválasztása.
5. Az állandó és változó paraméterek kiválasztása.

6. A döntéshez társítható költség-, bevétel, és fedezeti értékek meghatározása.
 7. A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság figyelembe vételével.
- A kártyaillesztés folyamatát mutatja be a 2. ábra:



2. ábra: A kártyaillesztési folyamat menete

Forrás: saját szerkesztés

Az általam korábban továbbfejlesztett kártyaillesztési módszer alkalmas arra, hogy kockázatalapon működő ellenőrző kártyát illesszen a szabályozni kívánt folyamatra. Arra viszont nem képes, hogy kezelni tudja a termékparaméterek időbeli változásából eredő következményeket. Munkám során célom a már korábban kidolgozott módszer továbbfejlesztése oly módon, hogy kiegészítsem a termékparaméter-változás figyelembe vételével is.

A következőkben a módszer elméleti kidolgozásának bemutatására kerül sor.

A beavatkozási határok módosítása a termékparaméter változás figyelembevételével

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

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

Az eddig alkalmazott kártyaillesztési folyamatokban is megjelenik az első két lépés. A harmadik lépéstől viszont már újításként jelenik meg, hogy az előrejelzést a szabályozni kívánt termékparaméterre vonatkozóan végzem, valamint, hogy olyan ellenőrzőkártyát illesztek a folyamatra, amely figyelembe veszi a paraméterei megváltozását az idő függvényében.

A felsorolt lépéseket vegyük át részletesebben is!

1. lépés: A szabályozni kívánt jellemző kiválasztása, illetve több jellemző esetén ezek összegyűjtése

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

2. lépés: A szabályozni kívánt jellemző (jellemzők) értékére vonatkozó specifikációs, illetve beavatkozási határok meghatározása

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

3. lépés: Az adott jellemzőre vonatkoztatott előrejelzés készítése

Itt meg kell vizsgálnunk a rendelkezésre álló adatok alapján, hogy adott időpillanatban várhatóan milyen értéket fog felvenni, az általunk szabályozni kívánt paraméter. Ez megfigyelések alapján is kivitelezhető. Ha az adott terméktípus néhány egyedét elkülönítjük, majd megfigyelésnek vetjük alá és meghatározott időközönként feljegyezzük külön-külön az egyes termékegyedeken mért értékeket, akkor kellő adat áll rendelkezésünkre ahhoz, hogy képet alkothassunk a termékparaméter időbeli változásáról. A kapott értékeket átlagolva kiszámíthatjuk a termékparaméter átlagos változását.

4. lépés: Az előrejelzés és az előállítástól felhasználásig terjedő időtartam ismeretében a paraméter-változás várható értékének meghatározása

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

5. lépés: Az előrejelzés és az előállítástól felhasználásig terjedő időtartam ismeretében a paraméter-változás várható értékének meghatározása

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

6. lépés: A paraméterváltozás várható értékének ismeretében az alkalmazott ellenőrző kártya beavatkozási határainak módosítása

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

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

$$UCL' = UCL - l_{UCL}$$

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

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

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

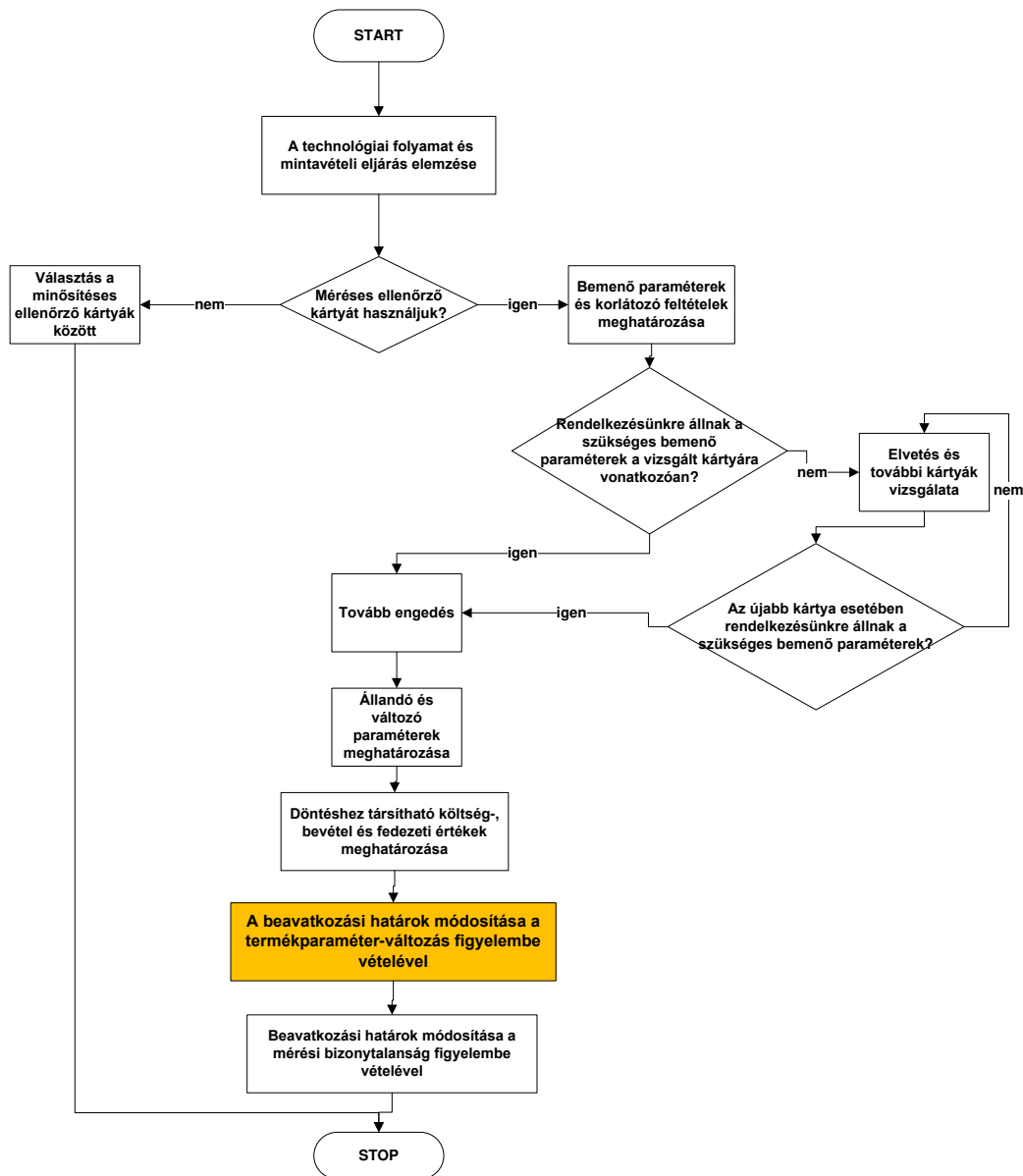
A termékparaméter-változás módszere a kártyaillesztési folyamatba kétféle módon is integrálható.

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

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

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

A teljes folyamatot bemutató folyamatábra módosulását ismerteti a 3. ábra.



3. ábra: A kártyaillesztési folyamat kibővítése a termékparaméter változás figyelembe vételével

Forrás: saját szerkesztés

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

A következő részben a módszer gyakorlati alkalmazhatóságát mutatom be egy példán keresztül.

A módszer alkalmazhatóságának bemutatása gyakorlati példán keresztül

A gyakorlati példa egy gáztöltési folyamat, melynek során a patronokba betölteni kívánt célérték 7,6 g. A mérési adatok normáleloszlást követnek, melynek várható értéke $\mu=7,618$, szórása pedig $\sigma=0,109$. A mintavételt tekintve összesen negyvenötször veszünk $n=5$ elemű mintát. Továbbá

tudjuk még azt is az értékesítéssel kapcsolatban, hogy az előállítástól az átvételig megközelítőleg három hét telik el. Mivel statisztikai folyamatszabályozást alkalmazunk, ezért a várható érték megváltozása esetén beavatkozunk a folyamatba. A folyamat figyelemmel kísérésére Mozgóátlag- (MA), illetve Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártyát (EWMA) alkalmazok. A módszer alkalmazása során végighaladtam a folyamatábrán is látható lépéseken. A beavatkozási határok módosításakor elsőként a termékparaméter változást vettem figyelembe, majd a beavatkozási határokat tovább módosítottam a mérési bizonytalanság figyelembe vételével is.

A kapott eredményeket a következő táblázat összegzi mindkét ellenőrző kártyára vonatkozóan.

1. táblázat: Az elért eredmények összefoglaló táblázata

	MA				EWMA			
	Termékparaméter-változás figyelembe vétele		Mérési bizonytalanság figyelembe vétele		Termékparaméter-változás figyelembe vétele		Mérési bizonytalanság figyelembe vétele	
A módszer alkalmazása előtt	LCL	7,553	LCL	7,558	LCL	7,583	LCL	7,59
			UCL	7,6754			UCL	7,661
	UCL	7,684	CL	7,619	UCL	7,667	CL	7,618
			σ_m	0,05			σ_m	0,05
	CL	7,618	μ_m	0	CL	7,618	μ_m	0
	n_a	0	n_a	0	n_a	0	n_a	2
	n_β	1	n_β	1	n_β	2	n_β	0
	Fedezet	2.294,72 Ft	Fedezet	1.430,97 Ft	Fedezet	1.724,67 Ft	Fedezet	1.516,75 Ft
A módszer alkalmazása után	LCL	7,567	LCL	7,576	LCL	7,597	LCL	7,582
			UCL	7,668			UCL	7,663
	UCL	7,684	CL	7,619	UCL	7,667	CL	7,618
			k_{LSL}	0,018			k_{LSL}	-0,0082
	CL	7,618	k_{USL}	0,0065	CL	7,643	k_{USL}	-0,00184
	l_{LCL}	0,0137	σ_m	0,05	l_{LCL}	0,0137	σ_m	0,05
	l_{UCL}	0	μ_m	0	l_{UCL}	0	μ_m	0
	n_a	0	n_a	0	n_a	0	n_a	0
	n_β	0	n_β	0	n_β	0	n_β	0
	Fedezet	2.476,32 Ft	Fedezet	1.612,57 Ft	Fedezet	2.087,87 Ft	Fedezet	1.830,53 Ft
	Fedezet növekedés	181,60 Ft	Fedezet növekedés	181,60 Ft	Fedezet növekedés	363,20 Ft	Fedezet növekedés	313,18 Ft

Forrás: saját szerkesztés

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

A mozgóátlag kártya esetében azt mondhatjuk, hogy a termékparaméter-változás figyelembe vétele és a beavatkozási határok ennek megfelelően történő módosítása előtt az összes vett mintára vonatkoztatott fedezeti érték 2.294,72 Ft volt. Ekkor a termékparaméter-változás szempontjából egyszer követtünk el másodfajú hibát. A módszer alkalmazásával a termékparaméter-változásból elkövetett másodfajú hibák száma nullára csökkent, és az összes vett mintára vonatkoztatott fedezeti érték 2.476,32 Ft-ra nőtt. A fedezetnövekedés ekkor 181,6 Ft.

A mérési bizonytalanság figyelembe vétele előtt ugyanezt a kártyát alkalmazva, az összes mintára számított fedezeti érték 1.430,97 Ft volt. Ekkor a mérés bizonytalanságának szempontjából egyszer követtünk el másodfajú hibát. A módszer alkalmazása után a fedezet 1.612,57 Ft-ra nő, az elkövetett másodfajú hibák száma nullára csökken. Ebben az esetben 181,6 Ft-os fedezet növekedéssel számolhatunk.

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

Az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártya alkalmazása során a termékparaméter-változás figyelembevétele előtt összesen 225 mintára az összegzett fedezeti érték 1.724,67 Ft volt. A beavatkozási határok módosítása után a fedezeti érték 2.087,87 Ft. Így az összes vett mintára vonatkoztatott fedezet 363,2 Ft-tal nőtt a módszer alkalmazása során, és kettőről nullára csökkentettük a termékparaméter megváltozásából eredő másodfajú hibák számát.

Ugyanerre a kártyára (EWMA) vonatkoztatva a beavatkozási határoknak a mérési bizonytalanság figyelembe vételével történő módosítása előtt a fedezeti érték 1.516,75 Ft volt. A módszer alkalmazása és a beavatkozási határok módosítása után az összes vett mintára vonatkozó fedezet értéke 1.830,53 Ft, így ebben az esetben 313,78 Ft-os fedezet növekedéssel számolhatunk és az elkövetett elsőfajú hibák számát kettőről nullára csökkentettük.

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

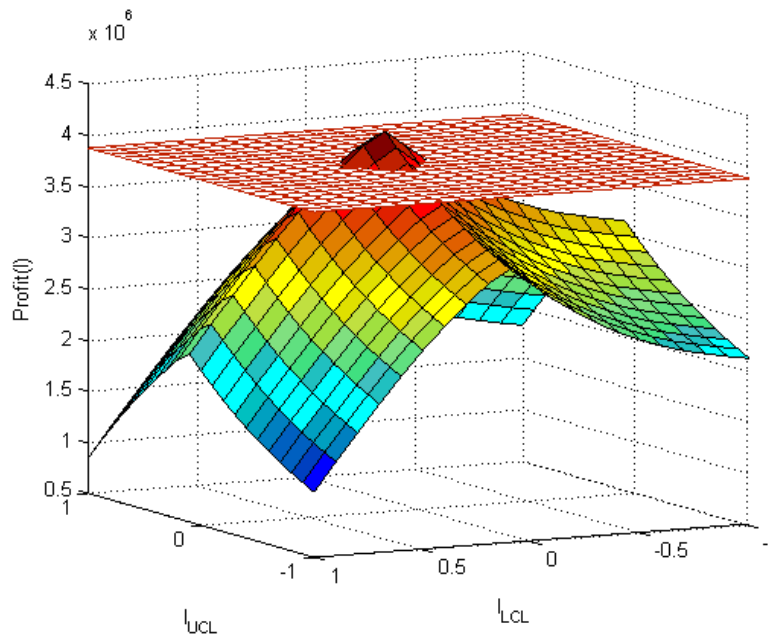
Összefoglalás

Munkám során bemutattam a termékparaméter változás figyelembe vételének fontosságát továbbá ismertettem egy korábban kidolgozott kártyaillesztési folyamatot, amely a szabályozni kívánt folyamatra kockázatalapon működő ellenőrző kártyát illeszt. Munkám során célul tűztem ki az említett ellenőrző kártya-illesztési módszer továbbfejlesztését a termékparaméter-változás figyelembe vételével. Bemutattam ennek elméleti kidolgozását és meghatároztam a beavatkozási határok termékparaméter-változás figyelembe vételével történő módosításának öt lépését. A lépések közül az első kettő megjelent korábbi modellekben is. Újításként jelenik meg azonban, hogy az előrejelzést magára a termék vizsgált jellemzőjére vonatkoztatva végzem, továbbá az, hogy az előrejelzés és az előállítástól felhasználásig terjedő időtartam ismeretében a paraméter-változás várható értéke meghatározásra kerül. Ezen kívül a paraméterváltozás várható értékének ismeretében az alkalmazott ellenőrző kártya beavatkozási határainak módosítása szintén újdonságnak mondható.

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

Az általam továbbfejlesztett termékparaméter-változás figyelembe vételére vonatkozó módszer 45-ször vett ötelemű mintavétel esetén eredményesnek bizonyult a szimulációk alapján. MATLAB program segítségével azt is szimuláltam, hogy a fedezet nagyobb nagyszámú minta esetén hogyan változik az l_{UCL} , l_{LCL} paraméterek függvényében. A szimuláció eredményét

mutatja be a 4. ábra, Mozcgóátlag-kártya alkalmazása során 100.000 elemű minta esetén, ha a mért értékek Weibull eloszlást követnek.



4. ábra: A fedezet alakulása L_{UCL} és L_{LCL} paraméterek függvényében, Mozcgóátlag kártya alkalmazása során, 100.000 elemű minta esetén, ha a mért értékek Weibull eloszlást követnek

Forrás: saját szerkesztés

Az elért eredmények alátámasztják a kidolgozott módszer alkalmazhatóságát és működőképességét. Látható, hogy a saját munkám során tovább fejlesztett módszer miként illeszthető a már meglévő kártyaillesztési folyamatba. Mind a Mozcgóátlag-, mind az Exponenciálisan súlyozott mozcgóátlag-kártya esetén fedezet növekedéssel számolhatunk az immár termékparaméter-változás figyelembe vételével is kibővített kártyaillesztési folyamat alkalmazása során.

E cikkben bemutatott kártyaillesztési módszer újdonsága, hogy a szabályozni kívánt folyamatra kockázatalapon működő ellenőrző kártyát illeszt. A korábbi kártyaillesztési módokkal szemben itt, nem csak a mérési bizonytalanság, hanem a vizsgált termékparaméterek megváltozásának figyelembevétele is megjelenik a kártyák beavatkozási határainak módosításakor. Láthattuk, hogy ez a továbbfejlesztett módszer sikerrel alkalmazható a gyakorlatban is. Mindkét vizsgált ellenőrző kártya esetén sikerült fedzeti érték növekedést elérni. A módszer gyakorlati alkalmazhatóságát a 100.000 mintavételre vonatkoztatott szimuláció is alátámasztja.

További kutatási irányvonalat jelentene az előrejelzési modell dinamikussá alakítása, mely figyelembe venné a technológiai folyamat változásait, ezzel együtt a termékparaméter-változás ütemének ingadozásait is.

Irodalomjegyzék

Hegedűs Cs., Kosztyán Zs., (2008): Mérési bizonytalanság kezelése a mintavételes minőségsszabályozásban. V. Jedlik Ányos Szakmai Napok, Veszprém, 2008. március 27-29.

- Kemény S., Papp L., Deák A., (1998): Statisztikai minőség-(megfelelőség) szabályozás, Budapest, Műszaki könyvkiadó. pp.: 37-38, 81-82, 87-88, 205-206.. ISBN: 963 16 3006 4
- Kosztján Zs. T., Csizmadia T, Hegedűs Cs. (2008) : A mérési bizonytalanság kezelése mindendarabos és mintavételes mérések esetén, International Joint Conferences on Computer, Information, and System Sciences, and Engineering, 2008. december 5-13.
- Kovács Z., Kosztján Zs., T., Csizmadia T., Hegedűs Cs., (2010): Mérési bizonytalanság figyelembe vétele a megfelelőség értékelésekor. Minőség és Megbízhatóság, 43(8). pp: 87-93.
- S. Shah, P. Shridhar, D. Gohil (2010), Control chart : A statistical process control tool in pharmacy, Asian Journal of Pharmaceutics, 4(3) , pp.: 184-192.

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher
Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyhme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
JANKÓ Ferenc
KOLOSZÁR László
SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FÁBIÁN Attila
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁTSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant
TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth 1

ÚR Norbert

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban

B2B Relationship in Business Network 12

GYÖRKÖS Rita

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer 22

KATONA Attila Imre

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control 35

KATONA Attila Imre

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control 46

KURBUCZ Marcell

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben

Impacts of Human Resources on Project Planning 58

NÉMETH Anikó

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects 79

NÉMETH Kristóf

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében

GARCH Models in the Perception of Financial Risks 99

KISS Ágota

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms 116

CZELLENG Ádám

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre

The Impact of Flexibility on the Capital Structure 128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

*Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and
Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House.....* 156

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban¹

KATONA Attila Imre²

A statisztikai folyamatszabályozás (Statistical Process Control), széles körben elterjedt eszközei az ellenőrző kártyák (Control Charts). Segítségükkel azt vizsgáljuk, hogy a mért értékek ingadozásai csak a véletlennek tulajdoníthatók-e (stabil folyamat), vagy olyan rendszeres hatások lépnek fel, amelyek a folyamat jellegét megváltoztatják, és kiküszöbölésükhöz beavatkozás szükségeltetik (instabil folyamat). A napjainkban alkalmazott ellenőrző kártyák sok esetben nem számolnak az alkalmazott mérőműszer mérési bizonytalanságával.

Munkám első részében ismertetem a témával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű szakirodalmat, valamint az általam végzett kutatás eredményét, amely az ellenőrző kártyák alkalmazhatósági feltételeinek vizsgálatára irányuló munkákat figyelembe véve meghatározza a kártyák azon szegmensét, ahol még hiányosságok fedezhetők fel, ezzel további kutatási irányvonalat definiálva. A második részben bemutatom az általam kidolgozott kártyaillesztési módszert, mely a megfelelő ellenőrző kártya kiválasztása mellett újítként tartalmazza többek közt a mérési bizonytalanság figyelembevételét a kártya beavatkozási határainak számításakor. Végül a kártyaillesztési módszer alkalmazhatóságát mutatom be egy gázpatron-töltési folyamaton keresztül, amely során a mozgóátlag (MA)-, és az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag (EWMA)-, kártyákra vonatkozóan ismertetem a beavatkozási határok módosításának menetét a mérési bizonytalanság figyelembevételével.

Kulcsszavak: folyamatszabályozás, mérési bizonytalanság, ellenőrző kártyák
JEL-kód: C15

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control

The control charts are widely used instruments of the statistical process control (SPC). By using this method we can analyse the fluctuation of the measured values spawn from random shift or systematic effects. In most cases this control charts do not consider the measurement uncertainty.

Firstly, in this paper I paraphrase the result of the literature research. During my work, I investigated the segments of the control charts, where incompleteness can be found considering the applicability criterions.

In the second part, I present an improved method for control chart fitting, which takes the measurement uncertainty into consideration at the calculation of control lines.

At the end of my paper, I summarise the practical applicability of this control chart fitting method. The practical example is a stencil filling procedure. During the process of the practical example I apply the improved control chart fitting method, considering the measurement uncertainty in case of moving average (MA) – and exponential weighted moving average (EWMA) chart.

Keywords: process control, measurement uncertainty, control charts
JEL-code: C15

¹ A tanulmány a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi Szekciójának Termelésmenedzsment, logisztika II. Tagozatában első helyezést elért dolgozat alapján készült. Az OTDK-pályamunka konzulensei Prof. Dr. Telcs András egyetemi tanár és Dr. Kosztyán Zsolt Tibor egyetemi docens.

² A szerző a Pannon Egyetem Gazdaságtudományi Karának hallgatója.

Bevezetés

A statisztikai folyamatszabályozás széles körben elterjedt eszközei az ellenőrző kártyák (control charts), melyek a legtöbb esetben nem számolnak a várható pénzügyi kockázattal. Továbbá alkalmazhatóságuk korlátozódik, ha az eloszlás nem normális. Ez esetben az alkalmazott ellenőrző kártya nem alkalmas arra, hogy a fellépő kockázatokat kellő biztonsággal kezelhessük. E dolgozat célja, a módszer felülvizsgálata, illetve olyan megoldás kidolgozása, amely segítségével a szabályozó kártyák használata során a pénzügyi kockázatok nagyobb biztonsággal kezelhetővé válnak.

Munkám célja olyan kártyaillesztési folyamat kidolgozása a statisztikai folyamatszabályozásban, amely újításként tartalmazza a mérési bizonytalanság figyelembe vételét, és a vizsgált folyamatra kockázatalapon működő ellenőrző kártyát (kártyákat) illetst. További cél volt a mérési bizonytalanság figyelembe vételének és a beavatkozási határok módosításának bemutatása olyan ellenőrző kártyára vonatkozóan, mely alkalmazása a kockázatalapú kártyák területén újdonságnak tekinthető.

Az ellenőrző kártyák használata az egyes alkalmazhatósági feltételek figyelembe vételével

Ahogy azt a fentiekben is említettem, a témával kapcsolatban irodalomkutatást végeztem, melynek eredményét az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A méréses ellenőrző kártyák csoportosítása alkalmazhatósági feltételek alapján

		Ellenőrző kártyák			
		Megbízhatóság alapú		Kockázatalapú	
		Állandó paraméter	Változó paraméter	Állandó paraméter	Változó paraméter
Egydimenzió	<i>Normáleloszlás</i>	p, np, X-bar, s, R, CUSUM, EWMA, u, c, MA	CUSUM, X-bar, EWMA, T ² , MA, p, np, s	X-bar,	-
	<i>Normálistól eltérő eloszlástípus</i>	X-bar, CUSUM, R, EWMA, MA	X-bar, CUSUM, EWMA, MA	-	-
Többdimenzió	<i>Normáleloszlás</i>	T ² , kontrollellipszis (2 változónál), CUSUM, EWMA	T ² , CUSUM, EWMA	-	-
	<i>Normálistól eltérő eloszlástípus</i>	CUSUM, EWMA	-	-	-

Források: Alexander S, (1995), Chen Y. S., Yang Y. M (2002), Chen Y. S., Yang Y. M., (2002), Chen, Y. K Hsieh, K. L, (2006), Chou C.-Y., (2006), Epprecht E. K, (2010), Haridy Abdellatif M: A., (1996), He Dadi, (2005), Kao S.-C., (2007), Luo Z., Li Z., Wang Z (2009), Maravelakis P. E., (2005), Serel Dog'an A., Moskowitiz H, (2008), Wang, H.,(2007), Yu F.-J., Wu H. H (2004), Zhou W., Lian Z., (2011). Hegedűs Cs., Kosztyán Zs., (2008)

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

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

Javasolt módszer bemutatása

Az eddig alkalmazott ellenőrző kártyák nagy része megbízhatóság alapú. Ezt láthatjuk fenti táblázatból is. Ezért a kockázatalapú ellenőrző kártyák fejlesztése további kutatási lehetőségeket jelent. a Pannon egyetem munkatársai a mérési eredményeket már nem mérési pontokra, hanem mérési intervallumokra vonatkoztatták. Továbbá megfelelő termék esetén az $[y(t) - k_{LSL} \cdot u > LSL]$ és $[y(t) + k_{USL} \cdot u < USL]$ $k_{LSL}, k_{USL} \in \mathbf{R}$, nem megfelelő termék esetén pedig az $[y(t) - k_{LSL} \cdot u \leq LSL]$ vagy $[y(t) + k_{USL} \cdot u \geq USL]$ $k_{LSL}, k_{USL} \in \mathbf{R}$ relációt állították fel. A k_{LSL}, k_{USL} konstansok meghatározásával, pedig az ellenőrző kártya beavatkozási határai a mérési bizonytalanság figyelembe vételével optimalizálhatók (Kosztján, Csizmadia, Hegedűs, 2008).

A következőkben egy olyan kártyaillesztési folyamatot mutatok be, amely magába foglalja a mérési bizonytalanság figyelembe vételét, valamint a beavatkozási határok módosítását is k_{USL}, k_{LSL} paraméterek optimalizálásával.

A méréses és minősítéses kártyák közötti döntési mód megjelenik a Shah, Gohil és Shridar által kidolgozott folyamatban is. Az általam kidolgozott módszer annyiban jelent újítást, hogy nemcsak a mért jellemzők kategorizálásával indul, hanem figyelembe veszi a technológiai folyamat jellemzőit, az ellenőrzést mélyebben elemzi, továbbá megjelenik benne a bemenő paraméterek vizsgálata, és lehetőséget nyújt a változó paraméterek kiválasztására is. Korábbi kutatásokban már foglalkoztak az átlag kártyára vonatkozóan a mérési bizonytalanság figyelembe vételével a beavatkozási határok számításakor. Az általam kidolgozott módszer itt abban jelent újdonságot, hogy a mérési bizonytalanság figyelembe vétele egy kártyaillesztési folyamattal fonódik egybe. Ezen kívül dolgozatomban én a mozgóátlag, illetve exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártyákra vonatkozóan mutatom be a mérési bizonytalanság figyelembe vételét a beavatkozási határok számításakor (Shah, Shridhar, Gohil, 2010).

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

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

Vizsgáljuk meg e lépéseket részletesebben is!

1. lépés: A technológiai folyamat és az ellenőrzés tulajdonságainak összegyűjtése

A kártya illesztéséhez először az adott technológiai folyamatot, és az ellenőrzési módot kell elemezni. Ez a lépés nagyon fontos, mivel a következő lépések is erre épülnek, és a későbbi döntések alapjául szolgálnak az itt kinyert információk. Az első lépésben olyan kérdésekre keressük a választ, mint például:

- Mekkora a tervezett gyártási volumen?
- Melyek a specifikációs határok? (LSL, USL)
- Roncsolásos-e a vizsgálat?
- A mintavételezés költsége alacsonynak, vagy magasnak ítéelhető meg?

A kérdések alapvetően a folyamat, illetve a mintavételezési-ellenőrzési eljárás jellegére vonatkoznak.

2. lépés: méréses és minősítéses ellenőrző kártyák közötti döntés

Ha a felsorolt kérdésekre választ kapunk, akkor elegendő információval rendelkezünk ahhoz, hogy a 2. lépést megtegyük, vagyis eldöntsük azt, hogy méréses, vagy minősítéses ellenőrző kártyát alkalmazzunk. Itt elsősorban azt kell megvizsgálnunk, hogy az adott terméket pontos mért adatokkal tudjuk-e jellemezni. Ha, a technológiai folyamat vizsgálatokor lehetőségünk nyílik pontos mérések elvégzésére, hogy a termék vizsgált minőségjellemzőit konkrét, mért adatokkal jellemezhessük, tehát nem csak azt tudjuk megmondani, hogy a termék megfelel-e a minőségi előírásoknak vagy sem, hanem azt is, hogy pontosan mennyivel tér el a jellemző értéke a kívánt célértéktől, akkor méréses ellenőrző kártyát célszerű alkalmazni. Ha valamely okból a termékjellemzők értékének mérése nehézségekbe ütközik, akkor a minősítéses ellenőrző kártyák alkalmazása indokolt.

3. lépés: bemenő paraméterek és korlátozó tényezők meghatározása az egyes kártyák esetében

A következő lépés a bemenő paraméterek és alkalmazhatóságot korlátozó tényezők meghatározása. Ezt sorra mindegyik kártyánál meg kell határozni, majd megállapítani, hogy melyek azok a kártyák, amelyek esetében meghatározhatóak a szükséges bemenő adatok és nincsenek alkalmazhatóságot korlátozó tényezők. Itt azonban meg kell jegyeznünk, hogy a mért adatok valószínűségi eloszlás vizsgálata nagy jelentőséggel bír. A bemenő paraméterek vizsgálatához tudni kell, hogy a mért értékek milyen valószínűségi eloszlást követnek, ugyanis, ha a normalitás nem teljesül, akkor az a méréses ellenőrző kártyák közül transzformáció nélkül csak a mozgóátlag-, és az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag-kártya alkalmazható, mert a centrális határeloszlás tételének megfelelően a mozgóátlagolt értékek akkor is normális eloszlást követnek, ha az eredeti mért értékek attól eltérő eloszlásból származnak.

4. lépés: az eddigi információk figyelembe vételével a megfelelő kártya (kártyák) kiválasztása

Ha minden kártyát megvizsgáltunk a szükséges bemenő paraméterek és alkalmazhatóságot befolyásoló tényezők szempontjából, ki kell választanunk a lehetséges alternatívákat. Így tovább szűkül a szóba jöhető ellenőrző kártyák száma. Célszerű megtervezni a fennmaradó kártyákat a rendelkezésre álló mérési adatok felhasználásával. Így képet kaphatunk arról, hogy az egyes kártyák mennyire illeszkednek a figyelemmel kísért technológiai folyamathoz.

5. lépés: Állandó és változó paraméterek megválasztása

Ötödik lépésként határozzuk meg, hogy a használt kártya, nevezetesen az átlag-kártya mely paraméterei legyenek állandóak, és melyek változóak. Ily módon változtathatjuk a mintavételi

időköz (h), a mintaelemszámot (n), és a beavatkozási határokat (k). Így a kártyákat különböző hierarchia szintekre sorolhatjuk be aszerint, hogy a három paraméter mindegyik állandó (FP), egy (VSI, VSL, VSS), kettő (VSSI, VSSL, VSIL) illetve az összes paraméter változik (VP).

6. lépés: a döntéshez társítható költség-, bevétel, és fedezeti értékek meghatározása

Mint említettem, a kártyaillesztési folyamatban számolunk annak a kockázatával is, hogy az általunk mért értékek eltérnek a valós értékektől. Ahhoz, hogy a későbbiekben a mérési bizonytalanságot figyelembe vehessük a kártya beavatkozási határainak számításakor, először is ismernünk kell a kockázat nagyságát. Ezt pedig az adott döntéshez társítható költségvonattal fejezhetjük ki. Ha ismerjük az egyes döntésekhez társítható költségvonatot, akkor azt is kalkulálhatjuk, hogy a mérési bizonytalanság az első-, és másodfajú hiba elkövetésének valószínűségét mennyiben befolyásolja, vagyis a rossz döntés a termék tovább engedésekor, illetve visszatartásakor mekkora költséget is jelent számunkra.

Döntéseinket tekintve négy alapeset lehetséges. Az adott terméket vagy tovább engedjük, mert az megfelel a minőségi követelményeknek, vagy pedig visszatartjuk, mert nem tesz eleget nekik. Mindkét esetben hozhatunk helyes és helytelen döntést is, tehát a négy lehetőség a következő:

- D1: helyesen engedjük tovább a terméket
- D2: Helyesen tartjuk vissza a terméket
- D3: Helytelenül tartjuk vissza a terméket
- D4: Helytelenül engedjük tovább a terméket

A számítások három lépésben elvégezhetőek. Először meghatározzuk az egyes esetekhez társítható költséget, majd ugyanígy a bevételt, végül a kettő különbségként a fedezetet.

7. lépés: A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság figyelembevételével

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

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

Ahol $x_i(t)$ a vizsgált jellemző t időpontban lemért értéke a termék gyártásának i-edik fázisában, $m_i(t)$ a t időponthoz tartozó mérési hiba. Az általunk t időpontban mért érték pedig e kettő összegeként számítható (Kosztyán, Csizmadia, Hegedűs, 2008).

Ha a mért értékeket mérési intervallumokkal helyettesítjük, akkor az adott intervallum hosszát úgy kapjuk meg, hogy a mérőműszer kalibrálásakor megállapított szórást szorozzuk egy k konstanssal. A k konstans értéke szimulációs módszerek segítségével meghatározható. Ha ismerjük a használt mérőműszer mérési bizonytalanságát, eloszlását, valamint a mérési hiba várható értékét, akkor ha a mérési pontokat mérési intervallumokkal helyettesítjük, a következő relációt állíthatjuk fel a beavatkozási határookra vonatkozóan:

Megfelelő termék esetén:

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

Nem megfelelő termék esetén:

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

Az előző lépésben meghatároztuk a döntéshez társítható profitot. Ha minden hibatípushoz társítjuk a hozzá tartozó fedezeti (vagy profit) értéket, akkor a kapott értékeket összegezve megkapjuk a vizsgált folyamatra vonatkozóan a teljes fedezeti értéket. Célunk a vizsgált

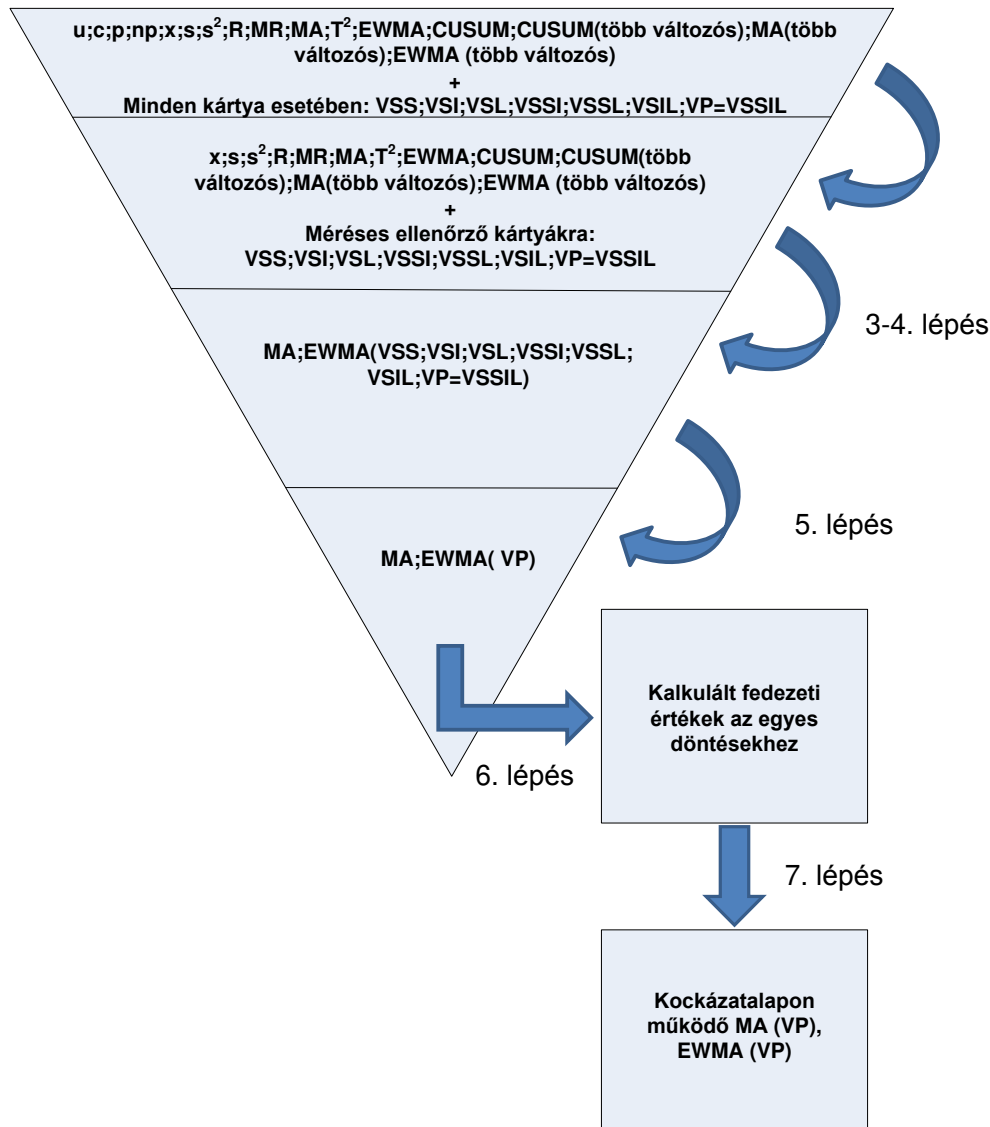
folyamatra vonatkozóan az összegzett fedezeti érték maximalizálása. Szimulációs módszerekkel úgy optimalizáljuk k_{LSL} és k_{USL} értékét, hogy az összegzett fedezeti érték maximális legyen. Ha k_{LSL} és k_{USL} értékét növeljük, akkor szűkül az intervallum, amelyen belül megfelelőnek ítéljük meg a terméket. Úgy kell meghatároznunk k_{LSL} és k_{USL} értékét, hogy a másodfajú hibák számát minimálisra csökkentsük, de emellett lehetőleg ne növekedjen jelentősen az elkövetett elsőfajú hibák száma (Kovács, Kosztyán, Csizmadia, Hegedűs, 2010).

A következő részben szemléltetem a módszer alkalmazását egy gázpatron-töltési folyamaton keresztül is.

A gyakorlati alkalmazhatóság bemutatása

A vizsgált technológiai lépés célja, hogy a már legyártott, acél-lemezből kialakított patronhüvelybe 8 grammnyi gázt töltsünk. A vállalat, mely a gáztöltetű patront előállítja, többféle gázt alkalmaz a töltésre. A betöltött gázmennyiség 0,40 g értékkel térhet el a célértéktől mindkét irányban (USL; LSL). A töltetömeg ellenőrzése roncsolásos vizsgálattal történik. Az operátor ráhelyezi a terméket egy, erre a célra kialakított mérlegre, feljegyzi elektronikus úton az adatokat, majd a megfelelő eszközzel kiszúrja a záró elemet. A gáztöltet nélküli terméket újra lemérve, a kiszúrás előtti, illetve utáni tömegek értékének különbségeként megkapjuk a gáztöltet tömegét.

Az alábbi ábrán látható, hogy a kártyaválasztási folyamat során a lehetőségek száma hogyan változik, illetve, hogy mely kártyák azok amelyeket elvetünk, és melyek a kritériumoknak megfelelőek az egyes lépések után.



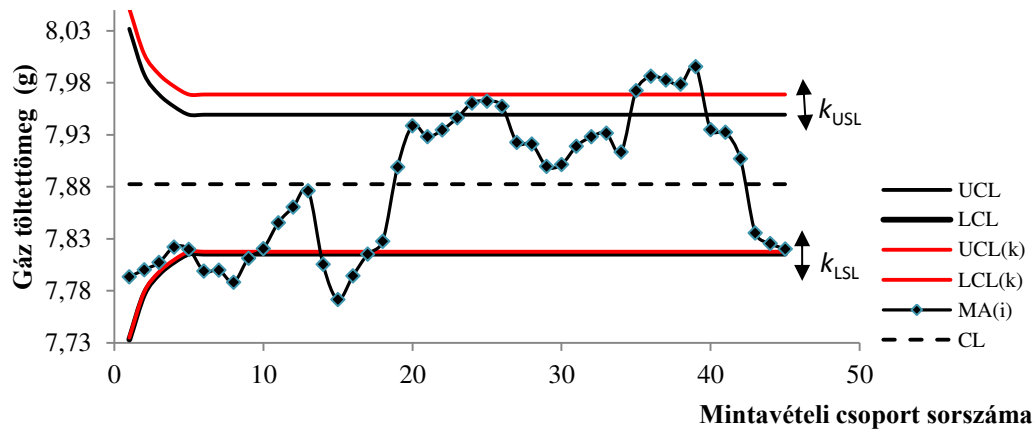
1. ábra: A folyamatra illeszthető ellenőrző kártyák számának alakulása a gyakorlati alkalmazás során

Forrás: saját szerkesztés

A gyakorlati alkalmazás során is végighaladtam a korábbiakban említett hét lépésen. Láthatjuk, hogy minden lépés után csökken azon ellenőrző kártyák száma, amelyek illeszthetők az általunk szabályozni kívánt folyamatra. Így a kártyaillesztési folyamat végén kockázatalapon működő mozgóátlag(RBMA), illetve kockázatalapon működő exponenciálisan súlyozott mozgóátlag(RBEWMA) kártyát kaptam.

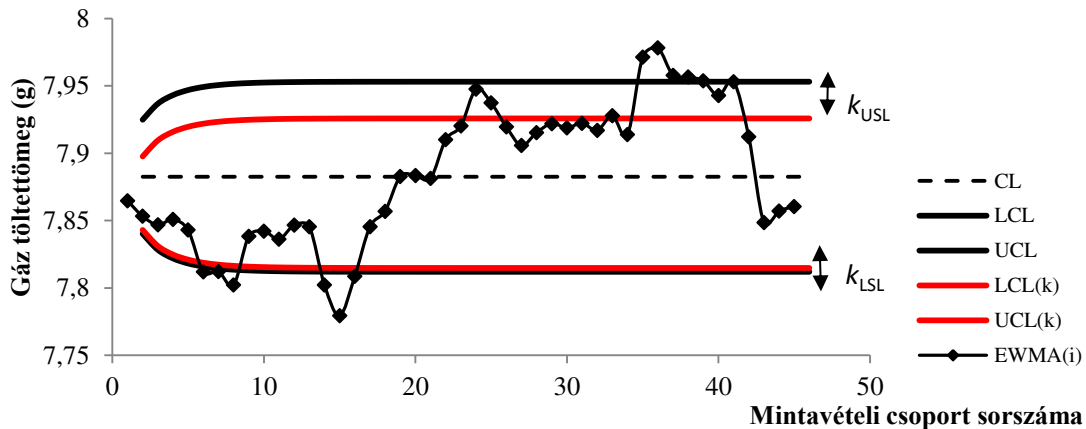
A következőkben ismertetem a kapott eredményeket.

Az alábbi ábrán látható a folyamatra tervezett Mozgóátlag,- és Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártya. Az ábrán a piros vonalak jelölik a k_{USL} , illetve k_{LSL} paraméterek optimalizálásával számított módosított beavatkozási határokat.



2. ábra: A folyamatra tervezett Mozgóátlag-kártya

Forrás: Saját forrás



3. ábra: A folyamatra tervezett Exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártya

Forrás: saját szerkesztés

A beavatkozási határok módosítását első körben 45-szöri mintavétel során végeztem el. A mintaelemszám 5, tehát összesen 225 mért adatra vonatkoznak ezen megállapítások.

A szimuláció eredményét az alábbi táblázat foglalja össze mindkét ellenözö kártyára vonatkozóan.

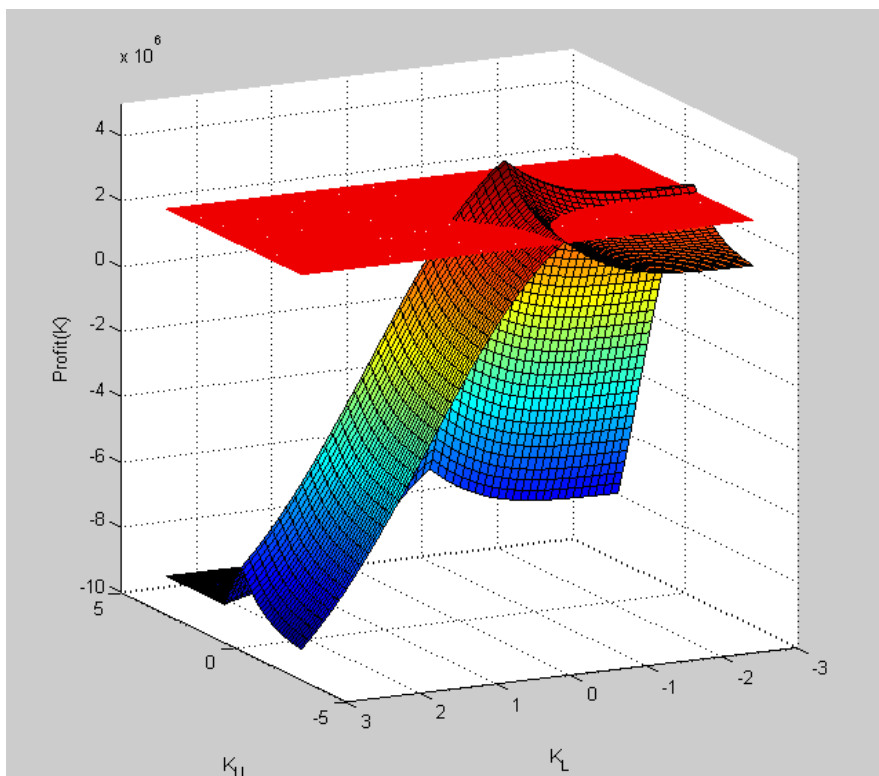
2. táblázat: A kapott eredmények összefoglaló táblázata

			MA	EWMA
Beavatkozási határok módosítása előtt	Beavatkozási határok, közép vonal	LCL	7,817044	7,811973
		UCL	7,94700	7,953116
		CL	7,882544478	7,882544478
	Mérési hiba paraméterei	σ_m	0,078	0,078
		μ_m	0	0
	Első-, és másodfajú hibák száma	n_α	4	0
		n_β	0	3
	Fedezet			674,25 Ft
Beavatkozási határok módosítása után	Beavatkozási határok, közép vonal	LCL _(k)	7,817699	7,814812
		UCL _(k)	7,962785	7,925844
		CL _(k)	7,882544478	7,882544478
	Optimalizált paraméterek	k_{LSL}	0,001937737	0,002838852
		k_{USL}	-0,013457857	0,027272311
	Mérési hiba paraméterei	σ_m	0,078	0,078
		μ_m	0	0
	Első-, és másodfajú hibák száma	n_α	1	2
		n_β	0	0
	Fedezet			1.144,92 Ft
Fedezet növekedés			470,67 Ft	231,02 Ft

Forrás: saját szerkesztés

A mozgóátlag-kártya esetében, az elkövetett elsőfajú hibák száma 4-ről egyre csökkent a módszer alkalmazása során. A másodfajú hibák tekintetében nem következett be változás, hiszen az érték mindkét esetben nulla. Az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártya esetében ugyan megnövekedett az elkövetett elsőfajú hibák száma 2-vel (0-ról 2-re nőtt az érték), ezzel szemben az elkövetett másodfajú hibák száma 3-ról nullára redukálódott. Így a mozgóátlag, kártyánál 470,67 Ft-nyi fedezeti érték növekedést értem el, míg az exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártya esetén ez az érték 231,02 Ft.

E szimuláció azonban csak 225 mérési adatra vonatkozik. A módszer eredményességét nagy mennyiségben 100000 szimulált minta alapján is modelleztem Matlab program segítségével. Az alábbi ábra a profit értékének alakulását mutatja be a k_{USL} és k_{LSL} paraméterek függvényében Mozgóátlag-kártya (MA Chart) alkalmazásakor, ha a vizsgált minőségjellemzők értéke Weibull eloszlást követ.



4. ábra: A profit értékének alakulása a k_{LSL} és k_{USL} paraméterek függvényében, Mozgóátlag-kártya alkalmazásakor, ha a vizsgált minőségjellemzők értékei Weibull eloszlást követnek

Forrás: saját szerkesztés

A fedezet értéke változatlan abban az esetben, ha nem alkalmazzuk a beavatkozási határok módosítását a mérési bizonytalanság figyelembe vételénél. Ezt szemlélteti az ábrán a vízszintes piros sík. Láthatjuk, hogy k_{LSL} és k_{USL} értékének változásával a fedezet is változik, valamint k_{USL} és k_{LSL} paraméterek optimális megválasztása mellett nagyobb fedezet érhető el, mint a módszer alkalmazása nélkül.

Összefoglalás

Munkám célja olyan kártyaillesztési folyamat kidolgozása volt a statisztikai folyamatszabályozásban, amely újítként tartalmazza a mérési bizonytalanság figyelembe vételét, és a vizsgált folyamatra kockázatalapon működő ellenőrző kártyát (kártyákat) illet. További cél volt a mérési bizonytalanság figyelembevételének és a beavatkozási határok módosításának bemutatása bonyolultabb méréseket ellenőrző kártyára vonatkozóan.

E cikkben ismertettem a módszer lépéseit, a folyamat menetét. Bemutattam, a módszer alkalmazhatóságát egy gyakorlati példán keresztül, melynek során a mozgóátlag és exponenciálisan súlyozott mozgóátlag kártyákra vonatkozóan alkalmaztam a mérési bizonytalanság figyelembevételét a beavatkozási határok módosításakor. ezzel kockázatalapon működő ellenőrző kártyákat (RBMA, RBEWMA) létrehozva.

Az általam továbbfejlesztett módszerben újdonságként jelenik meg a korábban kidolgozott kártyaillesztési módszerekkel szemben a mérési bizonytalanság figyelembe vétele a kártyák beavatkozási határainak számításakor. Így a vizsgált folyamatra kockázatalapon működő

ellenőrző kártyát (kártyákat) illeszthetünk. A módszert a gyakorlatban is sikerrel tudtam alkalmazni egy gázpatron-töltési folyamaton. Az alkalmazhatóságot alátámasztja a 100000-szeri mintavétellel lefuttatott szimuláció, hiszen ennek során is fedezeti érték növekedést tapasztalhattunk.

Az elért eredmények alátámasztják a kidolgozott módszer alkalmazhatóságát és működőképességét. Az ellenőrző kártya-illesztési folyamatot tekintve új fejlesztési irányvonalat jelentene, a kiválasztott ellenőrző kártyára vonatkozóan nemcsak az állandó és változó paraméterek kiválasztása, de azok optimális értékének meghatározási módja a vizsgált folyamat függvényében.

Irodalomjegyzék

- Alexander S. M., Dillman M. A., Usher J. S., Damodaran B., (1995): Economic design of control charts using the Taguchi loss function, *Computers and Industrial Engineering*, 28(3), pp. 671-679, ISSN: 0360-8352
- Chen H., Cheng Y., (2007): Non-normality effects on the economic–statistical design of X charts with Weibull in-control time, *European Journal of Operational Research*, 176(17), pp. 986–998, DOI:10.1016/j.ejor.2005.08.022
- Chen Y. S., Yang Y. M., (2002)^a: Economic design of x-control charts with Weibull in-control times when there are multiple assignable causes, *International Journal of Production Economics*, 77(1), pp. 17–23, DOI:10.1016/S0925-5273(01)00196-7
- Chen Y. S., Yang Y. M., (2002)^b: An extension of Banerjee and Rahim’s model for economic design of moving average control chart for a continuous flow process, *European Journal of Operational Research*, 143(3), pp. 600–610, DOI:10.1016/S0377-2217(01)00341-1
- Chen, Y. K., Hsieh, K. L., (2006): Hotelling’s T^2 charts with variable sample size and control limit, *European Journal of Operational Research*, 182 (3), pp. 1251-1262, DOI:10.1016/j.ejor.2006.09.046
- Chou C.-Y., Chen C.-H., Chen C.-H., (2006): Economic design of variable sampling intervals T^2 control charts using genetic algorithms, *Expert Systems with Applications*, 30(2), pp. 233–242, DOI:10.1016/j.eswa.2005.07.010
- Dadi He. (2010): Engineering Quality Systems: Cost of Quality. *Modern Applied Science*, 4 (5), pp.102-104, ISSN: 1913-1852
- Epprecht E. K, Simões B. F. T. Simões, Mendes F. C. T., (2010): A variable sampling interval EWMA chart for attributes, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 49 (1-4), pp. 281-292, DOI: 10.1007/s00170-009-2390-3
- Grøn, Hansen, Magnusson, Nordbotten, Krysell, Andersenand, Lund. (2007): Uncertainty from sampling, *A Nordtest Handbook for Sampling Planners on Sampling Quality Assurance and Uncertainty Estimation*, pp. 7-8.
- Haridy Abdellatif M: A., El-Shabrawy Adel Z. (1996): The economic design of cumulative sum charts used to maintain current control of non-normal process means, *Computers and Industrial Engineering*, 35 (3-4), pp. 783-790, DOI:10.1016/S0360-8352(96)00242-2
- Hegedűs Cs., Kosztyán Zs., (2008): Mérési bizonytalanság kezelése a mintavételes minőségsszabályozásban. V. Jedlik Ányos Szakmai Napok, Veszprém, 2008. március 27-29.
- Kao S.-C., Chuanching H., (2007): Robustness of R-Chart to Non Normality, *Communications in Statistics—Simulation and Computation*, 36 (5), ISSN: 0361-0918, pp. 1089–1098.
- Kosztyán Zs. T., Csizmadia T, Hegedűs Cs.: (2008): A mérési bizonytalanság kezelése mindendarabos és mintavételes mérések esetén, *International Joint Conferences on Computer, Information, and System Sciences, and Engineering*, 2008. december 5-13.
- Kovács Z., Kosztyán Zs., T., Csizmadia T., Hegedűs Cs., (2010): Mérési bizonytalanság figyelembe vétele a megfelelőség értékelésekor. *Minőség és Megbízhatóság*, 43(8). pp.: 87-93.

- Luo Z., Li Z., Wang Z., (2009): Adaptive CUSUM control chart with variable sampling intervals, *Computational Statistics and Data Analysis*, 53 (7), pp. 2693-2701, DOI: 10.1016/j.csda.2009.01.006
- Maravelakis P. E., Panaretos J., Psarakis S., (2005): An Examination of the Robustness to Non Normality of the EWMA Control Charts for the Dispersion, *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 34 (4), pp. 1069 – 1079, ISSN: 0361-0918, DOI: 10.1080/03610910500308719
- Serel Dog˘an A., Moskowitz H., (2008): Joint economic design of EWMA control charts for mean and variance, *European Journal of Operational Research*, 181 (1), pp. 157–168, DOI: 10.1016/j.ejor.2006.09.084
- Shah, S., Shridhar, P., Gohil, D. (2010), Control chart : A statistical process control tool in pharmacy, *Asian Journal of Pharmaceutics*, 4(3), pp.: 184-192
- Wang, H.,(2007): Comparison of p control charts for low defective rate, *Computational Statistics and Data Analysis*, 53 (12), pp. 4210-4220, DOI: 10.1016/j.csda.2009.05.024
- Yu F.-J., Wu H. H., (2004): An economic design for variable sampling interval MA control charts, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 24 (1-2), pp. 41–47, DOI: 10.1007/s00170-003-1625-y
- Zhou W., Lian Z., (2011): Optimum design of a new VSS-NP chart with adjusting sampling inspection, *International Journal of Production Economics*, 129 (1), pp. 8–13.

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief

JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher

Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address

9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address

9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board

CZEGLÉDY Tamás

JANKÓ Ferenc

KOLOSZÁR László

SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board

BÁGER Gusztáv

BLAHÓ András

FÁBIÁN Attila

FARKAS Péter

GILÁNYI Zsolt

KOVÁCS Árpád

LIGETI Zsombor

POGÁTSA Zoltán

SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor

TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant

TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna <i>Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében</i> <i>The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth</i>	1
ÚR Norbert <i>B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban</i> <i>B2B Relationship in Business Network</i>	12
GYÖRKÖS Rita <i>Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján</i> <i>Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer</i>	22
KATONA Attila Imre <i>A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban</i> <i>Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control</i>	35
KATONA Attila Imre <i>Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban</i> <i>Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control</i>	46
KURBUCZ Marcell <i>Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben</i> <i>Impacts of Human Resources on Project Planning</i>	58
NÉMETH Anikó <i>Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése</i> <i>Matrix-Based Planning of Maintenance Projects</i>	79
NÉMETH Kristóf <i>GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében</i> <i>GARCH Models in the Perception of Financial Risks</i>	99
KISS Ágota <i>A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban</i> <i>The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms</i>	116
CZELLENG Ádám <i>Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre</i> <i>The Impact of Flexibility on the Capital Structure</i>	128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and

Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House..... 156

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben¹

KURBUCZ Marcell Tamás²

Az üzleti életben, projekttervezés során alkalmazott emberi erőforrás kiválasztási módszerek helytelen, vagy hiányos alkalmazásán túl hibát találhatunk magában a kiválasztási szemléletben is. Kutatómunkám célja egy olyan általánosítható, emberi erőforrás kiválasztására alkalmas módszer létrehozása volt, amely iparágtól függetlenül bármely projekt csapattagjainak kiválasztása esetén megfelelő javaslatot és megoldást nyújthat az emberközpon-tú- és a matematikai megközelítések arany középútjának segítségével.

Milyen elv alapján érdemes egy projektcsapatot összeállítani? Kik a kompetens személyek magas újdonságtartalmú csoportmunka esetén? Miért érdemes a projekttervezés kiválasztási szakaszát megkülönböztetni a szervezeti kiválasztástól? A dolgozat olvasója többek között ezekre a kérdésekre kaphat választ az általam kidolgozott kiválasztási módszer segítségével.

Kulcsszavak: emberi erőforrás, projektmenedzsment, kiválasztás
JEL-kódok: M54

Impacts of Human Resources on Project Planning

The wrong use of HR selection methods or the lack of them during project management can easily cause the failure of the project. Beyond the use of methods, we can still find problems for example in the approach: the makers of the methodology disregarded the fact that humans cannot be known only from databases and statistics.

The aim of the research was to create a method which is capable of proper human resources selection, which can give suitable proposals and solutions with the help of anthropocentric and mathematical approaches during the selection process of the members of the project team.

Which principles are used during the composition of a project team? Who are the competent people for teamwork? Why is it worth differentiating the selections periods in project management? The readers can get the answer for questions like these.

Keywords: human resources, project management, selection
JEL Codes: M54

¹ A tanulmány a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi Szekciójának HR elmélet és gyakorlat Tagozatában első helyezést elért dolgozat alapján készült. Az OTDK-pályamunka konzulense Dr. Kosztyán Zsolt Tibor egyetemi docens.

² A szerző a Pannon Egyetem Gazdaságtudományi Karának hallgatója.

Bevezetés, célok

Kutatómunkám tapasztalatai alapján a vizsgált vállalatok annak ellenére, hogy rengeteg pénzt fektetnek projektekbe, sokszor nem tudatosan építik fel a projektcsapataikat. Ez a hiba könnyen bukásra ítéelheti a projekteket, vagy komoly többletköltségekkel terhelheti le azokat. A helytelen összetételű csapatok problémájának megoldására hoztam létre a Tipizáló és Értékelő Kiválasztási Rendszert (TÉR).

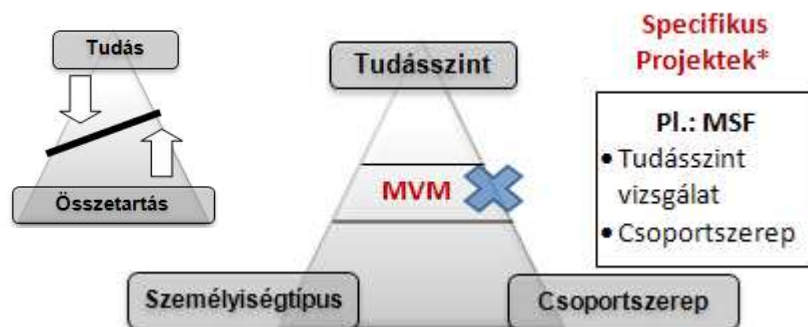
A megfelelőnek vélt kiválasztási módszer létrehozása új elméleti szemléletmódot igényelt, melynek kialakításának alapja a gyakorlatban alkalmazott kiválasztási módszerek vizsgálata és csoportosítása volt. Sablonokat alkalmazó projektek emberi erőforrás kiválasztására több technikát kidolgoztak már, ugyanakkor a definíció szerinti, magas újdonságtartalmú projektek esetén a kiválasztás problémákba ütközik, hiszen a szervezeti kiválasztásból ismert kiválasztási „eszköztár” nagymértékben leszűkül.

A kutatómunkám során a kiválasztás célja a kompetens személyek meghatározásán felül a kompetens csapatok kiválasztásával bővült, amely – a projektek egyedisége miatt - szükségessé tette a kiválasztásról és az összetartó csapatról alkotott elméletek újragondolását.

Az új kiválasztási módszer létrehozása során a gyakorlatban bizonyított, sablonokat felhasználó kiválasztási technikák hatásosságát kívántam kiterjeszteni a magas újdonságtartalmú projektekre meglévő elméletek újragondolásának, valamint új szemléletmód kialakításának segítségével.

Kiválasztási rendszerek vizsgálata

A gyakorlatban a projekttervezés során alkalmazott emberi erőforrás kiválasztó módszereket saját kategóriáim alapján csoportosítottam és elemeztem. Az általam elkülönített négy csoport a személyiségtypus (vagy kötetlen csoportszerep)-, a tudásszint-, a kötött csoportszerep-, valamint az említett technikákat párhuzamosan alkalmazó, vegyes alapú kiválasztási módszerek csoportja. A felsorolt kiválasztási típusok közül véleményem szerint csak az utolsó a célravezető, hiszen egy projekt során amellett, hogy szükséges a csapattagok közötti összetartás, elengedhetetlen, hogy a megfelelő tudás is rendelkezésünkre álljon. Az általam célravezetőnek vélt kiválasztási rendszereket az 1. ábrán a megfelelőnek vélt megoldások szakasza szemlélteti (MVM).



1. ábra: A gyakorlatban alkalmazott kiválasztási módszerek csoportosítása és a megfelelőnek vélt megoldások szakasza

*Specifikus projektek: kisebb újdonságtartalmú projektek.

Forrás: saját szerkesztés

Az ábrán MSF-el megjelölt kiválasztási módszer a Microsoft által kifejlesztett Microsoft Solutions Framework névre hallgató „információtechnológiai megoldásokat, alapelveket, modelleket, irányelveket és eljárásokat tartalmazó rendszerezett gyűjtemény” (Hundhausen 2003) kiválasztási alrendszerére utal. Azért érzem fontosnak az MSF kiválasztási alrendszerének megemléztetését, mert ez áll legközelebb a megfelelő kiválasztási rendszerrel kapcsolatos

elképzeléseimhez, ugyanakkor a módszer vitathatatlan előnyei abból adódnak, hogy csak a szoftverfejlesztő ipar számára nyújt megoldást, így az ott használatos sablonokra építhet. A kérdés már csak az, hogy hogyan őrizhetnénk meg a gyakorlatban már bizonyított MSF kiválasztási hatékonyságát a magasabb újdonságtartalmú, sablonokat teljes mértékben mellőző projektek esetén.

A választ *Belbin (2003)* munkásságában találtam meg, aki megalkotta a „szupercsapatot” felépítő csoportszerepeit. Mivel a 9 típusú módszerével folytattam vizsgálatokat és ez a fajta *Belbin-módszer* vitatottan inkább a személyiség típusokra épít a csoportszerepek helyett – lásd: hasonlóság *Eneagrammal* –, ezért engedjék meg, hogy innentől személyiség típusként használjam Belbin 9 „csoportszerepét”!

A Belbin-féle teszt által kapott csoportszerepeket három kategóriába sorolhatjuk az azt kiegészítő „Fej, szív, végtagok” modell segítségével (angolul: social, thinking, action). A besorolás célja az egymástól leginkább eltérő szerepek elkülönítése, így biztosítva a kisebb számú csoportok részére is a megfelelő – funkcionalitás tekintetében hiánytalan – működést.³ (*scepnews.wordpress.com*)

Belbin (2003) a módszerében kiemeli, hogy úgy érhetjük el a megfelelően működő és önmenedzselő csapatokat, hogy a tagjait tudatosan heterogén személyiség típus mentén, valamint heterogén tudásszint mentén válogatjuk össze, hogy ne kívánják egymás szerepét betölteni egy csoporton belül (pl. több főnök jelenléte folyamatos vitához vezet és ellehetetleníti a csapatmunkát).

A következő részben megvizsgáljuk, hogy miért érdemes újragondolni Belbin megállapításait abban az esetben, ha a csoportmunkát szűk projektkörnyezet során értelmezzük.

Saját módszer ismertetése

A TÉR az általam kidolgozott Tipizáló és Értékelő (Kiválasztási) Rendszer nevének kezdőbetűiből alkotott mozaikszó, amely a kiválasztási módszerének összetettségére utal.

Ez a rendszer a projektmenedzsment emberi erőforrás szükségletének megfelelő kiválasztását támogatja. Használata során továbbá rámutat a cég humán erőforrás rendszerének hiányosságaira és hibáira, melyek ismeretében a menedzseri szint döntéseit segíti elő.

A megfelelőnek vélt kiválasztási módszer létrehozásához – a felhasznált ismeretek összetettsége végett – rengeteg eltérő tematikájú szakirodalmat dolgoztam fel, hiszen az érintett tudományok, tudományágak és szakterületek skálája igen nagy.

Célom egy olyan rugalmas kiválasztási módszer kidolgozása volt, amelyet iparágtól függetlenül bármelyik projekttevékenységre alkalmas vállalat felhasználhat, és megfelelő paraméterekkel cégére szabhat (például vállalati költségérzékenység alapján).

A TÉR működési elve

Görög (1999) meghatározása kiemeli a projektek egyediségét, amely a legnagyobb kihívást jelenti a megfelelő projektcsapatok összeállításában: „projektnek tekinthetünk minden olyan feladatot, illetve annak végrehajtását, amely eltér egy szervezet szokásos, s így rutinjellegűnek nevezhető napi tevékenységétől, és valamilyen egyszeri, komplex feladatot jelent a szervezet számára.” (*Görög (1999)* 32. o.)

Cikkem során már utaltam rá, hogy a tisztán szerepkörökön, vagy személyiség típuson, esetleg tudásszinten alapuló kiválasztások módszertani hibákból, illetve a módszerek hibás alkalmazásából erednek. Kijelenthetem, hogy e típusok egyidejű alkalmazása, tehát a szerepkör, vagy személyiség típus és tudásszint alapú kiválasztás az egyedüli járható út, hiszen egy projektcsapatot nem lehet megfelelő módon pusztán tudás, vagy szerepkör alapján felépíteni.

³ <http://scepnews.wordpress.com/2011/09/26/belbin-in-the-classroom> (letöltve: 2012. november 3.)

A továbbiakban e gondolat mentén két részre bontom a kiválasztás folyamatát. (Jó ellenpéldának minősül a szoftverfejlesztő-, vagy építőipar a projektjeik hasonlósága miatt. Az említett iparágak projektsablonjai miatt a kiválasztás itt a szervezeti kiválasztáshoz hasonló lesz).

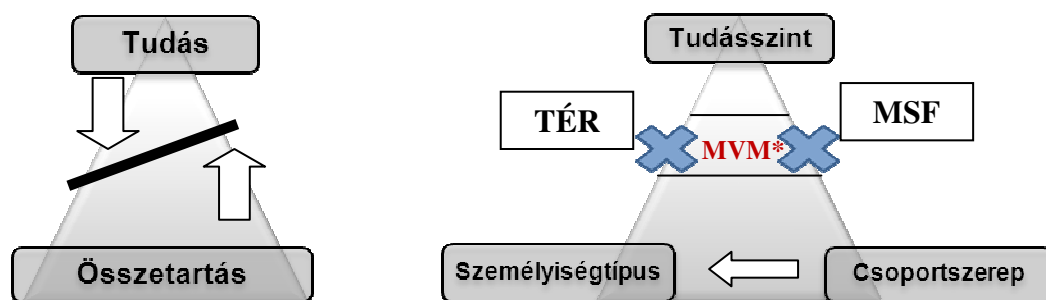
Azokat az (iparág-specifikus) projekteket, ahol a projektek egyes fázisai ismertek (sablonosak), specifikus projekteknek neveztem el a dolgozatomban.

Az általános értelemben vett projekteknél azok (feltételezett) teljes egyedisége végett a csapattagok meghatározásánál le kell mondanunk csoportszerepek vizsgálatáról (nem lehet termékfelelős valaki, ha azt se tudjuk, hogy mi lesz a termék, vagy szolgáltatás), a hatáskör-elemzésekről (ha nincs szerepkör, akkor nincs hatáskör) és az érdekellentét vizsgálatokról (ha nincsenek hatáskörök, akkor nem vizsgálhatóak az érdekellentétek sem). Véleményem szerint az általános (sablonmentes) projekteknél ezekben különbözik a projektcsapat tagjainak kiválasztása a szervezeti kiválasztástól.

A fent említett kiválasztási módszerek hiánya látszólag ellehetetleníti az optimálisnak vélt kiválasztást, ugyanakkor, ha pontosítjuk a kiválasztásunk célját, akkor a megoldás kézenfekvővé válhat:

A TÉR célja az, hogy projektmenedzser számára összeillő, csapatmunkára alkalmas egyéneket javasoljon úgy, hogy kellő tudást halmozzon fel a javasolt csapaton belül.

A TÉR működési elvét a specifikus szoftverfejlesztő projektek során felhasználható Microsoft Solutions Framework kiválasztási alrendszerének segítségével szemléltetem a 2. ábrán.



2. ábra: A TÉR működési elve

*MVM: Megfelelőnek vélt megoldások szakasza

Forrás: saját szerkesztés

Véleményem szerint a kiválasztási folyamat során a legtöbb kiválasztásra alkalmasnak vélt módszer egyoldalúan, vagy a csapattagok közötti összetartásra-, vagy a kellő tudásszint elérésére koncentrál. Ha tökéletes összetartásra törekedünk – pl. a teljes Belbin-módszer alkalmazásával –, akkor kicsi az esély arra, hogy képesek leszünk a tudáskritériumoknak is megfelelni, ellenkező esetben a tudásszint dominál és így Apolló csapatot⁴ kapunk.

A teljes Belbin-módszer alapján hatékony, önmenedzselő csapatot kapnánk, amire nincsen szükség, hiszen a projektvezető feladata a projektcsapat működésének szabályozása. Ebből kovácsolhatjuk azt az előnyt, ami alapján a kellő tudásszint megléte a csapaton belül elérhetővé válik. Belbin módszeréből csak a heterogén személyiségtípusokra van szükségünk, hiszen a heterogén tudásszint ellehetetlenítené a legáltalánosabb projektmenedzsment technikákat is. A heterogén tudásszint elérése felesleges továbbá azért is, mert a projektek során nincs szükség a csapattagok közötti tökéletes együttműködésre, önálló munkavégzésre (önmenedzselésre). A kiválasztás célja között szerepel természetesen a csapattagok közötti összetartás elérése, így az Apolló csapatokból eredő problémák kialakulását a csapatmunkára alkalmas egyének kiválasztása, valamint a csapattagok személyiségbeli heterogenitása segítsé-

⁴ Apolló csapat: kiváló képességű egyénekből álló csapat, melynek tagjai között dominanciaharc és versengés bontakozik ki, amely végül a csapat teljesítményének rovására megy. (Belbin 2003)

gével kerülhetjük el. A nem teljes Belbin-módszer alkalmazásából eredő kisebb konfliktusok kezelése a projektmenedzser feladata (projekteknél a projektvezetőnek teljes felügyelete és hierarchikus felsőbbsege van a csapat tagjai felett). Tehát míg az egyszerű csapatmunka tagjainak kiválasztásánál (szervezeti kiválasztásnál) lehetőségünk van a csoportszerepek, hatáskör-elemzések és érdekellentétek vizsgálatára - és a beillesztésre -, addig ezek hiányában a sablonmentes projekteknél sem kell lemondanunk az optimálisnak vélt kiválasztásról, hiszen a projektek során alkalmazott egyszemélyi vezetés és teljes felügyelet lehetővé teszi azt.

A kiválasztási módszert a továbbiakban, annak felépítésének áttekintése után egy elképzelt feladat megoldásával modellezem, majd összegzem a munkámat és az elért eredményeket.

A modell szerkezeti áttekintése

A módszert hat eltérő időigényű szakaszra bontottam fel, melyek céljairól az alábbi táblázat nyújt rövid áttekintést.

1. táblázat: A TÉR felépítése

Ssz.	Megnevezés	Célja
I.	Interjú és adatelemzés	Szűrés, globális érték* és személyiségtípus meghatározása.
II.	Erőforrás tervezés	Projektprioritások-, kritériumok-, valamint a munkahelyek számának és igényének meghatározása.
III.	Tudásszint vizsgálat	Lokális érték** meghatározása
IV.	Összerendelés	Megfelelő munkaerő kiválasztása.
V.	Szociometriai korrekció	Eredmények korrigálása az informális kapcsolatok alapján.
VI.	Javaslatétel	Projektvezető véleményének kikérése.

* Globális érték (X): Interjú és adatelemzés során szerzett érték.

** Lokális érték (Y): Tudáskritériumoknak való megfelelésből számított, tapasztalatokkal és költségekkel korrigált érték.

Forrás: saját szerkesztés

Példa a módszer alkalmazására (elképzelt eset)

Feladat ismertetése: Egy autóalkatrész gyártó cég két projektet kíván futtatni egy időben. Az első projekt célja a raktározásból eredő költségek csökkentése (*jelöljük α -val*), míg a másiké az új belső levelező rendszer bevezetése (*jelöljük β -val*).

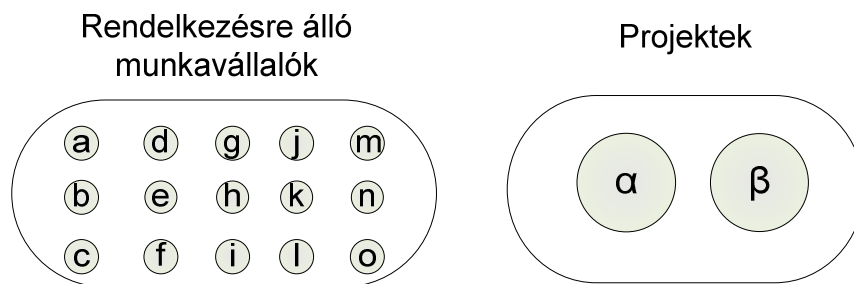
Az α projekt logisztikai és karbantartási, míg a β IT-projektnek minősül. A rendelkezésre álló szellemi munkát végző munkavállalók száma tizenöt fő. Jelöljük a fent említett munkavállalókat az ábécé kisbetűivel!

2. táblázat: A rendelkezésre álló munkaerő jelölése

Név	B. Anikó	B. Áron	B. Bálint	D. Dóra	F. Pál
Jelölés	a	b	c	d	e
Név	H. Pál	H. Zsolt	K. Nóra	K. Zsolt	N. László
Jelölés	f	g	h	i	j
Név	N. Péter	T. Áron	V. Sándor	Z. Tímea	Z. Balázs
Jelölés	k	l	m	n	o

Forrás: saját szerkesztés

Az alábbi ábrán láthatjuk a feladatunk alapját, miszerint a tizenöt munkavállalóból kell a lehető legmegfelelőbb módon két projektcsoportot alkotnunk.



3. ábra: Munkavállalók és projektek - a feladat alapjai

Forrás: saját szerkesztés

Lássunk is neki a feladat megoldásának az általam javasolt módszer felhasználásával!

Interjú és adatelemzés

Az interjú felépítését csak javasolni tudnám, hiszen nem lenne értelme esetünkben sablonokat meghatározni – már csak abból az okból kifolyólag sem, hogy a felmérés eredményeit több területen hasznosítjuk (költséghatékonyság) –, de az interjú rendszer modellünk szempontjából fontos kimeneti elvárásai meghatározhatóak.

Elvárások

- Mérje és értékelje:
 - csapatmunkára való hajlamot,
 - kommunikációs készséget,
 - cég iránti elhivatottságot,
 - interjún tett benyomást (akár több mutatószámmal),
 - teljesítményt.
- Alkalmazzon:
 - szociometriai tesztet,
 - Belbin-féle csoportszerep tesztet,
 - szabad beszélgetést, interjút,
 - csoportos együttműködési tesztet,
 - teljesítményértékelést.

A mért tulajdonságokat, valamint az értékelt adatokat (például az előzetes teljesítményértékelésből nyert adatokat) százalékokban kell meghatározni. Ha a csapatmunkára való hajlam mutatószáma nem éri el az 50%-ot, akkor a munkavállaló alkalmatlan a projekttevékenységre, tehát ki kell szűrni a potenciális csapattagok közül. A százalékos mutatószámokat – a megfelelő csapatmunka képességgel rendelkező személyeknél – átlagolni kell és a további számítások érdekében el kell osztani kettővel. Ennek eredményeképp a munkavállalók rendelkeznek egy 30-50 pontos skálán mérhető osztályzattal, amit a továbbiakban globális értéknek nevezünk.

Határozzunk meg a globális értékre vonatkozóan is egy elvárási szintet! Javaslom a 30 pont – tehát 60% – alatti munkavállalók kiszűrését, így szeparálva el a csapatmunkára alkalmas és alkalmatlan személyeket.

Kritériumok:

- 1. Minimális csapatmunkára való hajlam értéke $\geq 50\%$
 - Igen: Globális értéket vizsgálunk
 - Nem: Nem vizsgálunk globális értéket (Nem választható ki.)
- Minimális globális érték ≥ 30 pont?
 - Igen: Pontként szerepel a gráfban. (Kiválasztható.)
 - Nem: Nem szerepel pontként a gráfban. (Nem választható ki.)

Csapatmunkára való hajlam mutatószámát nagyobb súllyal kell szerepeltetni a globális érték meghatározásánál. Esetünkben a súlyszáma a többi mutatószámhoz képest 2. Az alábbi táblázat szemlélteti a munkavállalók által elért százalékokat az egyes kategóriákban, valamint az azok alapján meghatározott globális értéküket.

3. táblázat: A munkavállalók szűrése és globális értékének meghatározása

Munkavállaló	Értékek %-ban						Pont (1-50)
	Csapatmunka (súlyszám: 2)	Kommunikáció	Elhivatottság	Teljesítmény	Benyomás	Átlag	Globális érték (kerekítve)
a	72	54	58	78	67	66,8	33
b	53	78	64	70	64	63,7	32
c	83	33	74	64	89	71,0	36
d	60	75	75	89	76	72,5	36
e	74	56	57	56	45	60,3	30
f	67	79	43	78	78	68,7	34
g	83	64	67	43	56	66,0	33
h	25	74	43	45	78	48,3	24
i	82	59	68	67	64	70,3	35
j	39	38	65	43	35	43,2	22
k	70	52	47	46	78	60,5	30
l	85	62	43	67	46	64,7	32
m	58	74	78	60	57	64,2	32
n	36	50	63	57	46	48,0	24
o	52	70	31	44	44	48,8	24

Forrás: saját szerkesztés

Láthatjuk, hogy a h, j, n és o betűvel jelzett munkavállaló nem tesz eleget a kritériumoknak – vagy kritériumok egyikének –, ezért a továbbiakban velük már nem foglalkozunk. Ennek értelmében a tizenöt munkavállalóból tizenegy személy tett eleget a kritériumoknak.

A teszteket érdemes felhasználni az állásinterjúknál is, hiszen a módszerrel feltárt emberi erőforrás – személyiségbeli, tulajdonságbeli – hiányosságokat kompenzálhatjuk megfelelő személyek felvételével. (Elbocsátásoknál ennek a fordítottja is igaz.)

Szűrés utáni túl kevés munkavállaló esetén a hiányosságokat jelenteni kell a menedzsment szint számára és addig kell csökkenteni az elvárási szintet, amíg megfelelő létszámú munkaerőt nem kapunk (ha mindenképp belső forrásból kívánjuk a projektcsapatot feltölteni, de ez ilyen esetben nem javasolt).

A projekt tevékenységre alkalmas embereket a továbbiakban „e#” betűvel és számmal jelöljük, ahogy azt az alábbi táblázat is szemlélteti.

4. táblázat: A megszürt munkavállalók megnevezésének megváltozása és globális értéke

Eredeti megnevezés	a	b	c	d	e	f	g	i	k	l	m
Szűrés utáni megnevezés	e ₁	e ₂	e ₃	e ₄	e ₅	e ₆	e ₇	e ₈	e ₉	e ₁₀	e ₁₁
Globális érték	33	32	36	36	30	34	33	35	30	32	32

Forrás: saját szerkesztés

Az interjúban – mint említettem – a munkavállalók a Belbin-féle személyiségtesztet is kitöltik és az arra épülő Fej, szív és végtagok modell segítségével – domináns, tehát a legtöbb pontot elért csoportszerepük alapján – besorolást nyernek a három kategória egyikébe.

Azért a domináns személyiség típus alapján határoztam meg a három kategóriát, mert a munkavállalók személyiségét ez az érték jellemzi leginkább. Ha egy munkavállaló több do-

mináns személyiségtípusba sorolható, akkor az elvégzett tesztek, esetlegesen az interjú eredményének segítségével ki kell választani a számára legmegfelelőbb szerepet.

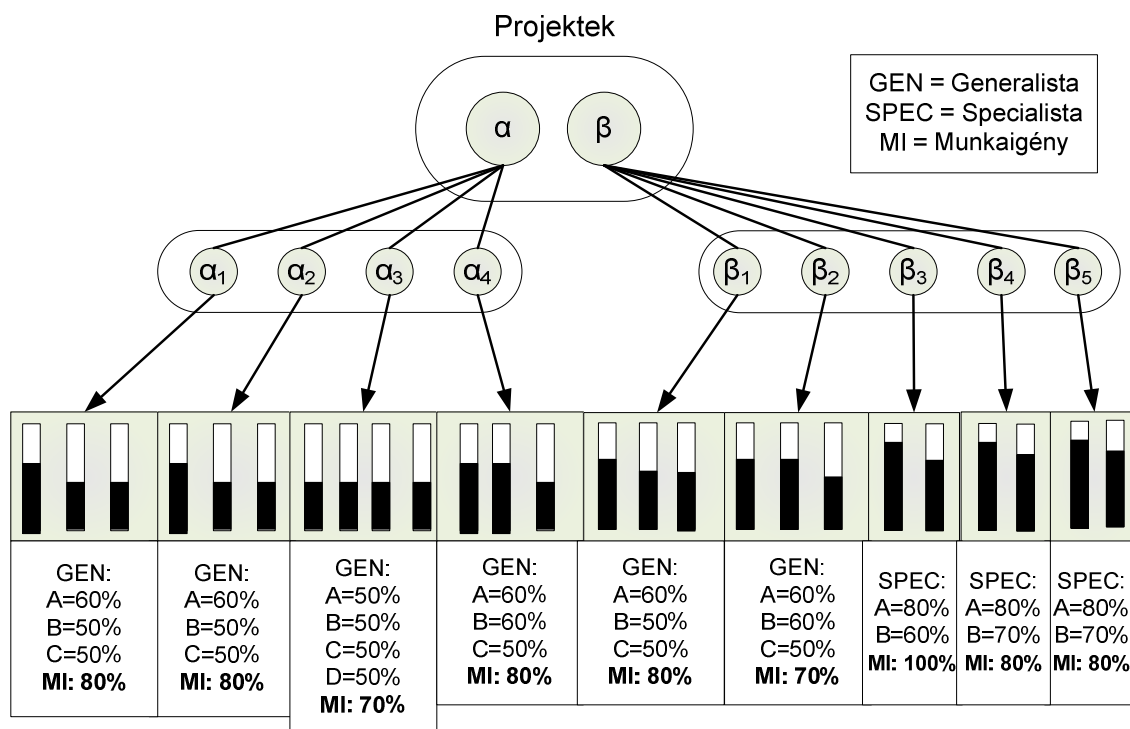
5. táblázat: A vizsgált munkavállalók személyiségtípusa

	Munkavállalók										
	e ₁	e ₂	e ₃	e ₄	e ₅	e ₆	e ₇	e ₈	e ₉	e ₁₀	e ₁₁
Csoport	F	V	SZ	V	SZ	V	F	SZ	V	F	F
Típus	PL	IMP	CO	SH	CO	IMP	PL	RI	CF	SP	ME

Forrás: saját szerkesztés

Erőforrás tervezés

Ez a szakasz a projektek emberi erőforrás igényének – azaz a munkahelyek számának –, valamint prioritásának – tehát a végrehajtási fontosság rangsorának – és munkaigényének meghatározására szolgál (hasznos információt nyújthat multi projektek kezelése esetén), valamint a kialakuló munkahelyekhez tudásbeli elvárási szinteket rendel. A terjedelmi korlátok szükségessége miatt ezt a fázist nem mutatom be részletesen. A fázis eredménye a 4. ábrán látható.



4. ábra: Projektek munkahelyekre bontásra és az elvárt tudásszintek, valamint munkaigények meghatározása

Forrás: saját szerkesztés

Tudásszint vizsgálat

Mint már dolgozatomban említettem, egy projektcsapatot nem lehet pusztán személyiségbeli különbözőségekből felépíteni. Említettem továbbá, hogy csapaton belüli heterogén tudásszintek alkalmazása projekttevékenység tekintetében nem jelent célravezető megoldást.

Az alábbi szakaszban megvizsgálom, hogy a munkavállalók tudásszintje milyen mértékben felel meg a munkahelyek támasztotta követelményeknek. Ezt a megfelelést egy mutatószám, a nyers lokális érték határozza meg, melyet a fejezet során korrigálok a munkavállalók tapasztalati értékével, valamint a költségükkel, hogy megkapjam a végső lokális értéket. A lokális érték tehát a munkavállaló költségeivel és tapasztalatai által korrigált tudás-

szintbeli megfelelésekből számított mutatószám. (Egy munkavállaló az általa betölthető munkahelyeken különböző lokális értékkel rendelkezik.)

Dolgozatomban a munkavállalók tudásszint értékeinek meghatározásánál az adott tudományból a vállalatnál tevékenykedő legtapasztaltabb, legképzettebb munkavállalót vettem az érintett tudomány 100%-os tudású egyénének és a többi munkavállaló tudását e személyek tudásához viszonyítva osztályoztam le. Ez a megközelítés nem életszerű, ugyanakkor teret enged a vállalatoknál rögzített különböző tudásértékelési rendszerek TÉR-be való integrálására. (Kutatómunkám során az egyik általam vizsgált autóipari cég például az alábbi jelölésekkel értékelte munkavállalóinak tudását: B. Béla angol levelezési tudása: A+, K. Klára angol levelezési tudása: D-.)

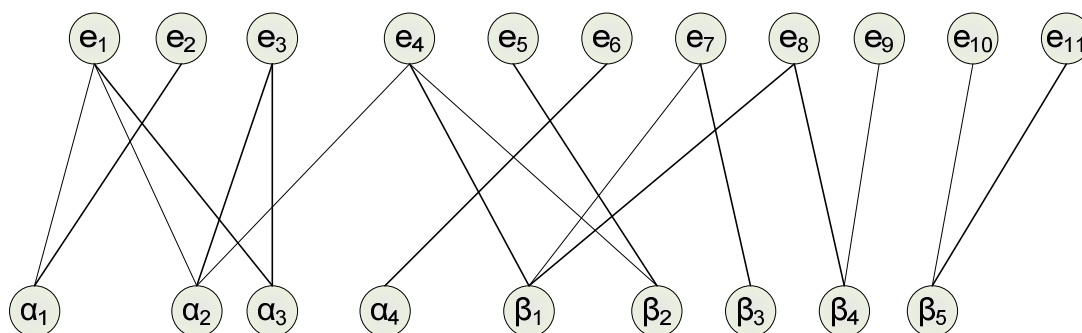
6. táblázat: Munkavállalók tudásmátrixa a kritériumok mentén

Projektok munkahelyekre bontva		Kritérium	Munkavállalók												
			e ₁	e ₂	e ₃	e ₄	e ₅	e ₆	e ₇	e ₈	e ₉	e ₁₀	e ₁₁		
α	α_1	A	62	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		B	22	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		C	34	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	α_2	A	30	0	60	50	0	0	0	0	0	0	0	0	
		B	26	0	48	30	0	0	0	0	0	0	0	0	
		C	53	0	37	25	0	0	0	0	0	0	0	0	
	α_3	A	50	0	38	0	20	35	60	0	0	0	0	0	
		B	48	0	25	0	20	0	50	0	0	0	0	0	
		C	45	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		D	50	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	α_4	A	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	
		B	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	
		C	0	0	0	0	0	69	0	0	0	0	0	0	
	β	β_1	A	0	0	0	60	0	0	50	50	0	0	0	0
			B	0	0	0	50	0	0	38	53	0	0	0	0
			C	0	0	0	45	0	0	20	20	0	0	0	0
β_2		A	25	0	0	50	60	0	0	0	0	0	0	0	
		B	36	0	0	40	54	0	0	0	0	0	0	0	
		C	0	0	0	35	48	0	0	0	0	0	0	0	
β_3		A	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	
		B	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	
β_4		A	0	0	60	0	0	0	0	77	60	0	0	0	
		B	0	0	0	0	0	0	0	55	60	0	0	0	
β_5		A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	75	0	
		B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	70	0	

Forrás: saját szerkesztés

Az a munkavállaló, aki nem ért az adott munkahely minden kritériumához 0-nál nagyobb szinten, nem választható ki.

A tudásmátrix segítségével láthatjuk, hogy – a kiválasztás e szakaszánál – az adott munkavállalók melyik munkahelyek betöltésére alkalmasak. Jelöljük gráfos formában az eddigi munkánkat úgy, hogy az egyik partícióban a potenciális csapattagok, míg a másokban a munkahelyek szerepeljenek! A partíciók elemeit összekötő vonalak azt jelezzék, hogy az adott munkavállalók melyik munkahelyek betöltésére alkalmasak!



5. ábra: A munkavállalók és munkahelyek kapcsolata

Forrás: saját szerkesztés

Nyers lokális érték meghatározása

Ebben a fejezetben a 5. ábra alapján összehasonlítjuk a vonalak – élek – kezdeti és végpontjait, tehát az adott tudásszinteket az elvárattal. Az összehasonlítás eredményeképp nyert %-os megfeleléségi szintből kivonunk 75%-ot, majd megszorozzuk 2-vel és a kapott értékeket átlagolva – 1-50 pontos skálán elhelyezkedő – nyers lokális értéket kapunk. Az előbb említett műveletekre azért van szükség, hogy a nyers lokális érték meghatározásához kiszámított adatok szórását növeljük, így a később kapott lokális érték pontosabban ki tudja majd fejezni a munkavállalók tudásszintbeli különbségeit. A megfeleléségi szint megmutatja, hogy az adott munkavállaló tudása mennyire felel meg az adott munkahelyhez meghatározott tudáskritériumoknak. A tudásszint mentén is állítsunk fel egy követelményt, melynek segítségével a tudásszint alapján alkalmatlan munkavállalókat kiszűrhetjük!

Kritériumok:

- Megfeleléségi szint $\geq 75\%$?
- Igen: Lokális értéket vizsgálunk.
- Nem: Nem vizsgálunk lokális értéket. (Nem választható ki.)

Hívjuk fel a menedzsmet szint figyelmét a szervezet által alkalmazott emberi erőforrások szakmai hiányosságaira – megkönnyítve a későbbi toborzást és egyéb menedzseri döntéseket –, ha a rendelkezésünkre álló munkavállalókból nem tudjuk kielégíteni a megfeleléségi szint kritériumát!

A feladatban – modellem gördülékeny bemutatása végett - csak az e_2 -es munkavállaló és az α_1 -es munkahely közötti lokális érték meghatározását mutatom be részletesen.

Mint láthatjuk az α_1 -es munkahely három kritériumszintet határozott meg (A=60%, B=50%, C=50%). Ez azt jelenti, hogy a munkavállalónak 60%-os tudásának kell lennie az „A” kritériumból ahhoz, hogy 100%-osan megfeleljen az elvárásnak.

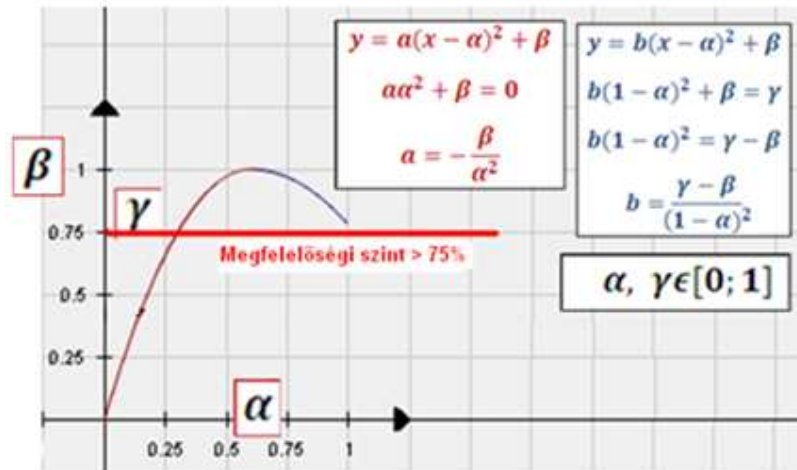
A megfeleléségi szintek kiszámítására és a grafikonok felrajzolására az 6. ábrán feltüntetett egyenleteket használtam. A grafikon kék szakaszából látszik, hogy az optimális szinthez viszonyított többlettudást modellemben kisebb megfeleléségi értékkel jutalmaztam.

A nyers lokális érték meghatározásához tehát számítsuk ki ezen egyenletek alapján a megfeleléségi szinteket, vonjunk le belőlük 75%-ot, szorozzuk meg 2-vel, majd átlagoljuk őket az értékek közötti szórás növelésének céljából (így a később kapott lokális érték pontosabban ki tudja majd fejezni a munkavállalók tudásszintbeli különbségeit)!

Elvárási szint 60% - „A” kritérium:

Megj.: A görög ábécé betűi itt nem a projektekre utalnak.

(α = optimum, β = maximum érték, γ = többlettudás függvényszakasz minimum értéke.)



6. ábra: Tudásszint megfelelésének vizsgálata 60%-os elvárási szint mellett

$$(\alpha = 0.6, \beta = 1, \gamma = \frac{7}{9})$$

Forrás: saját szerkesztés

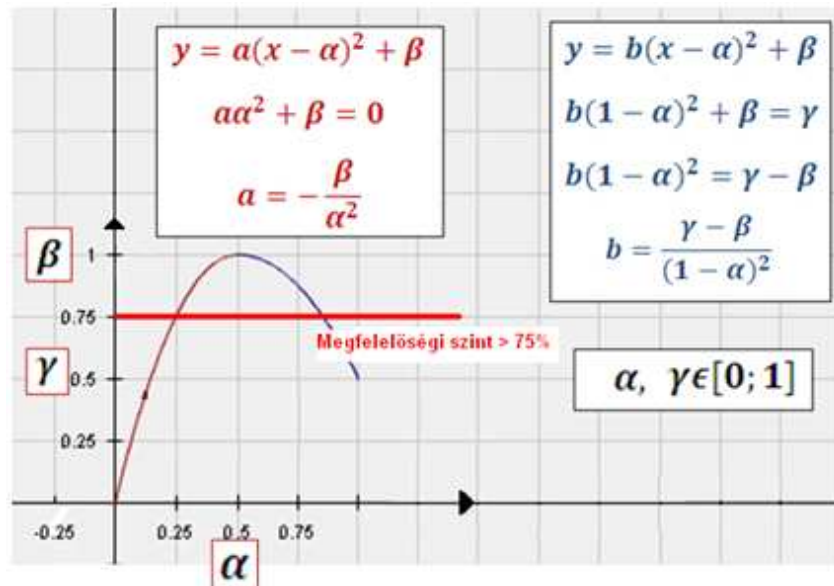
Tudjuk, hogy az adott munkavállalónk 62%-os tudásszinttel rendelkezik az „A” tudás-kritériumban. Mivel az optimális szint 60%, ezért 2%-nyi többlettudással rendelkezik. A kék grafikon és egyenlet segítségével fejezzük ki a többlettudást, tehát ide kell behelyettesítenünk 0,62-t az x helyére.

$$y = \left(-\frac{25}{18}\right) \times (0,62 - 0,6)^2 + 1$$

$$Y = 0,9994$$

Megfelelőségi szint A kritérium esetén: 99,9%

Elvárási szint 50% - „B” és „C” kritérium:



7. ábra: Tudásszint megfelelésének vizsgálata 50%-os elvárási szint mellett

$$(\alpha=0.5, \beta=1, \gamma=0,5)$$

Forrás: saját szerkesztés

- B kritérium

Tudjuk, hogy az adott munkavállalónk 30%-os tudásszinttel rendelkezik a „B” tudáskritériumban. Mivel az optimális szint 50%, ezért 20%-nyi tudáshiánnyal rendelkezik. A piros grafikon és egyenlet segítségével fejezzük ki a tudáshiányt, tehát ide kell behelyettesítenünk 0,30-et az x helyére (7. ábra):

$$Y = -4 \times (0,30 - 0,5)^2 + 1$$

$$Y = 0,84$$

Megfelelőségi szint B kritérium esetén: 84%

- C kritérium

Tudjuk, hogy az adott munkavállalónk 55%-os tudásszinttel rendelkezik a „C” tudáskritériumban. Mivel az optimális szint 50%, ezért 5%-nyi többlettudással rendelkezik. A kék grafikon és egyenlet segítségével fejezzük ki a többlettudást, tehát ide kell behelyettesítenünk 0,6-t az x helyére (7. ábra):

$$y = -2 \times (0,55 - 0,5)^2 + 1$$

$$Y = 0,99$$

Megfelelőségi szint C kritérium esetén: 99%

Átlag:

$$\frac{0,99994 + 0,84 + 0,99}{3} = 0,943 \rightarrow 94,3\% - os\ megfelelő\ (tizedesre\ kerekítés)$$

$$(94,3 - 75) \times 2 = 38,6$$

Az α_1 -es munkahelyen az e_2 -es munkavállaló 39 pontos nyers lokális értéket ért el (egészre kerekítettünk.)

Az e_2 -es egyén mintájára meghatározott további munkavállalók lokális értékeit az alábbi táblázat foglalja össze.

7. táblázat: Munkavállalók nyers lokális értéke

Projektek és a munkahelyek		Munkavállalók										
		e ₁	e ₂	e ₃	e ₄	e ₅	e ₆	e ₇	e ₈	e ₉	e ₁₀	e ₁₁
α	α_1	22	39									
	α_2	18		45	21							
	α_3	49		25								
	α_4						49					
β	β_1				49			20	24			
	β_2				35	49						
	β_3							47				
	β_4								48	42		
	β_5										46	50

Forrás: saját szerkesztés

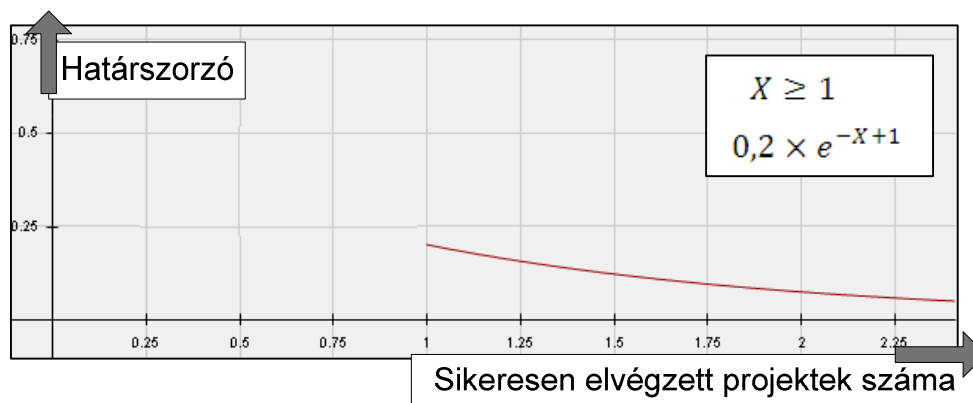
Nyers lokális érték korrekciója

A nyers lokális értékeket korrigáljuk a tapasztalattal és a munkavállalók költségeivel. Az így kapott érték a *lokális érték*.

Tapasztalt

Vizsgáljuk meg az adott munkavállalók közreműködésével sikeresen elvégzett projektek számát az általunk futtatni kívánt projektek kategóriáiban (téma vagy tartalom alapú csoportosítás szempontjából)! A sikeres részvételek a nyers lokális érték szorzószámaként jelennek meg a modellben.

A tapasztalati szorzószámok meghatározásának módját a 8. ábra és a 8. táblázat mutatja be.



8. ábra: Határszorzók meghatározása

Forrás: saját szerkesztés

A *határszorzó* megmutatja, hogy egy további sikeres projekt elvégzése az adott munkavállaló számára mekkora százaléknövekedést eredményez a nyers lokális értékben. A kumulált határszorzókat – tehát a *teljes szorzókat* – a számítások felgyorsítása érdekében táblázatos formában jelenítem meg.

8. táblázat: Teljes szorzó – lokális érték növekedése a tapasztalat mentén

	Sikeresen elvégzett projektek száma					
	1	2	3	4	5	>6
Teljes szorzó (%)	20	27,36	30,07	31,07	31,43	31,6

Forrás: saját szerkesztés

Modellem szempontjából a hat és az azt meghaladó sikeresen elvégzett projektek számát azonos tapasztalati szorzóval értékeltem, hiszen a növekedés itt már elhanyagolható. Ez azért van, mert a tapasztalatok értékelésekor nagy hangsúlyt fektettem a betanulás költségeire. Annak, aki már részt vett egy adott típusú projektben, a betanulási költsége alacsonyabb. A tényleges tudástöbbleten kívül ez magyarázza az egy, illetve két sikeres projektet elvégző személyhez társított magas szorzó értéket.

Feladatunkban adott, hogy az e_2 -vel jelölt munkavállaló logisztikai és karbantartási projekteken eddig háromszor működött sikeresen közre, tehát a tapasztalatból eredő teljes szorzója 30,07%, tehát 1,3007, ami az általa betölthető α projekt munkahelyekhez társított nyers lokális értékét növeli.

$$39 \times 1,3007 = 51$$

Az e_2 munkavállaló lokális értéke az α_2 munkahely esetén tehát 39-ről 51-re növekedett.

Költségek

A munkavállalókhöz költségeket is rendelünk, amik az általuk a cégnél megkeresett havi bruttó átlagbérek alapján csökkentik a nyers lokális értékeiket. (Megj.: Ugyanaz a bér nagyobb nyers lokális értéket vonna el attól az egyéntől, akinek magasabb a tudásszintje, ezért átlagos tudásszint alapján vizsgáljuk meg a költségek értékcsökkentő hatását.)

Modellünk árérzékenységében havi ezer forint bruttó munkabér után az átlagos tudásszint 0,05%-át vonjuk le a nyers lokális értékből. Ez az érték a cégek árérzékenységétől függetlenül változhat.

$$\text{Átlagos tudásszint} = \frac{\sum \text{Nyers lokális érték}}{\text{Nyers lokális értékek száma}}$$

Átlagos tudásszint modellünk alapján: 39

9. táblázat: Munkavállalók bruttó havi átlagos keresete, a költségekre jutó szorzószámok és azok átlagos tudásszinttel való szorzata

	Munkavállalók										
	e ₁	e ₂	e ₃	e ₄	e ₅	e ₆	e ₇	e ₈	e ₉	e ₁₀	e ₁₁
Bruttó fizetés (eFt/hó)	220	230	210	185	190	300	250	270	240	195	250
Szorzó (%)	11	11,5	10,5	9,25	9,5	15	12,5	13,5	12	9,75	12,5
Átlagos tudásszint*szorzó (%)	4	5	4	4	4	6	5	5	5	4	5

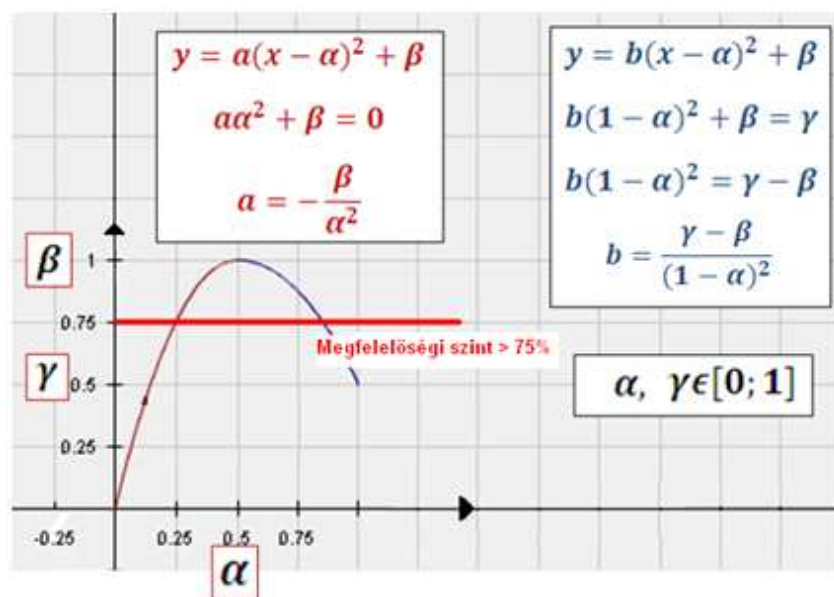
Forrás: saját szerkesztés

Korrigáljuk a nyers lokális értékeket a tapasztalati, majd a költségszorzókkal, hogy megkapjuk a lokális értéket!

10. táblázat: A munkavállalók lokális értéke

Projekt munka-helyek		Munkavállalók										
		e ₁	e ₂	e ₃	e ₄	e ₅	e ₆	e ₇	e ₈	e ₉	e ₁₀	e ₁₁
α	α_1	18	46									
	α_2	14		41	17							
	α_3	45		21								
	α_4						43					
β	β_1				45			15	19			
	β_2				31	45						
	β_3							42				
	β_4								43	37		
	β_5										42	45

Forrás: saját szerkesztés



9. ábra: Példa a tudásszint megfelelőségének vizsgálatára 50%-os elvárási szint mellett ($\alpha=0.5, \beta=1, \gamma=0.5$)

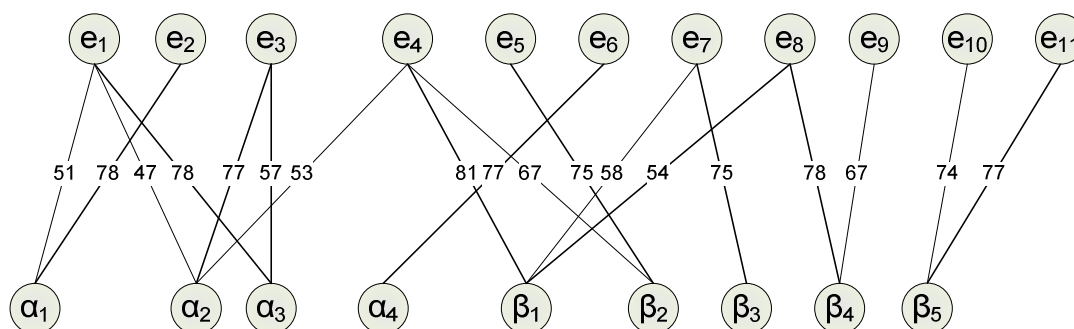
Forrás: saját szerkesztés

Összerendelés

Ebben a szakaszban először összesítem globális és lokális értékeket, majd a nyers kiválasztás során összerendelem a munkahelyeket és az azok betöltésére leginkább alkalmasnak vélt munkavállalókat. A *nyers kiválasztás* a munkavállalók kompetencia-megfelelés szerinti összerendelése a munkahelyekkel. *Azért nevezem nyersnek, mert a kapott eredmények az informális kapcsolatok segítségével korrigálásra kerülnek az V. pontban.*

Értékek összesítése

Rajzoljuk fel a gráfunkat, melyben a munkahelyet és a munkavállalót csak akkor köti össze él, ha lokális értéket rendelünk hozzá! Az élre írjuk fel a lokális és globális értékek összegét! Ezek az értékek jelölik a munkavállalók kompetenciáit.



10. ábra: A munkavállalók az egyes munkahelyekhez tartozó megfelelése

Forrás: saját szerkesztés

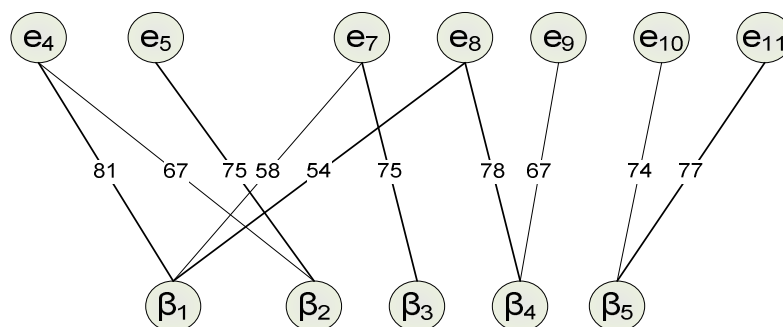
Nyers kiválasztás

A nyers kiválasztás folyamatában érvényesítjük a projektek fontossági sorrendjét, így a kiváló tudással rendelkező munkavállalókat – akik több futtatni kívánt projekt munkahelyét is betölthetnék – a magasabb prioritású projektekbe választjuk ki.

Feladatunkban az α projekt elsődlegességet élvez a β -val szemben, ezért a nyers kiválasztás folyamatát az α projektnél futtatjuk le először. (Az α projektnél a nyers kiválasztás nem reprezentálja kellően a kiválasztás által nyújtott feladat bonyolultságát, így a szűkös terjedelem miatt a β projekten mutatom be a kiválasztás algoritmusát. Tegyük fel, hogy az α projektnél ez már megvalósult.)! (Erőforrás-hozzárendelés magyar módszerrel: Kosztyán-Bencsik 2005)

Nyers kiválasztás a β projektnél

Végezzük el a kiemelést a prioritások alapján második legfontosabbnak bizonyuló β projektnél!



11. ábra: β projekt munkahelyekhez rendelhető munkaerő

Forrás: saját szerkesztés

Vizsgáljuk meg itt is, hogy a kiemelt projektünkhöz kötődő munkavállalókat hogyan soroltuk be a Fej, szív és végtagok modell három kategóriájába, valamint a Belbin-féle személyiség típusok egyikébe!

11. táblázat: A β projekt csapatba kiválasztható munkavállalók személyiség típusa

	Munkavállalók						
	e ₄	e ₅	e ₇	e ₈	e ₉	e ₁₀	e ₁₁
<i>Fej, szív, végtagok a domináns szerep alapján</i>	V	SZ	F	SZ	V	F	F
<i>Belbin-féle domináns személyiség típus</i>	SH	CO	PL	RI	CF	SP	ME

Forrás: saját szerkesztés

A β projekt estén is szemléltessük táblázatban a kategóriák szerint rendezett munkavállalókat és azt, hogy melyik feladatot tudják elvégezni! Jelenítsük meg az ábrán a sorokba írt kompetenciák darabszámát!

12. táblázat: Kapcsolat a β projekt munkahelyei és a potenciális csapattagok között

		Munkavállalók							Hány munkavállaló alkalmas a munkahely betöltésére?
		F			SZ		V		
<i>Fej, szív, végtagok</i>		PL	SP	ME	CO	RI	SH	CF	
<i>Domináns szerepkör</i>									
<i>Projekt munkahelyek</i>		e ₇	e ₁₀	e ₁₁	e ₅	e ₈	e ₄	e ₉	
β	β_1	58				54	81		3
	β_2				75		67		2
	β_3	75							1
	β_4					78		67	2
	β_5		74	77					2

Forrás: saját szerkesztés

Mivel látjuk, hogy csak az e₇-es munkavállaló alkalmas a β_3 munkahely betöltésére, ezért rendeljük őket össze! A β projekt nyers kiválasztásához egy általam létrehozott matematikai algoritmust használok. Rajzoljuk fel a 12. táblázat mintájára az e₇-es munkavállalóval és β_3 munkahellyel csökkentett munkahelyek és személyek közötti kapcsolatokat!

13. táblázat: Kapcsolat a β projekt munkahelyei és a potenciális csapattagok között

		Munkavállalók					
		F		SZ		V	
<i>Fej, szív, végtagok</i>		SP	ME	CO	RI	SH	CF
<i>Domináns szerepkör</i>							
<i>Projekt munkahelyek</i>		e ₁₀	e ₁₁	e ₅	e ₈	e ₄	e ₉
β	β_1				54	81	
	β_2			75		67	
	β_4				78		67
	β_5	74	77				

Forrás: saját szerkesztés

Keressünk az egyes kategóriákban – fej, szív, és végtagok – független maximális értékeket! Független érték az esetünkben azt jelenti, hogy sem a sorában, sem az oszlopában nem választottunk még ki független maximális értéket az adott kategórián belül.

14. táblázat: Független maximális értékek meghatározása a kategóriák mentén

Fej, szív, végtagok		Munkavállalók					
		F		SZ		V	
Domináns szerepkör		SP	ME	CO	RI	SH	CF
Projekt munkahelyek		e ₁₀	e ₁₁	e ₅	e ₈	e ₄	e ₉
β	β_1				54	81	
	β_2			75		67	
	β_4				78		67
	β_5	74	77				

Forrás: saját szerkesztés

Jelenítsük meg a kiemelt független maximális értékeket egy 4x4-es mátrixban! Tudjuk, hogy a fej kategóriák közül egyet már betöltöttünk, így a kiválasztandó kategóriák: szív, végtagok, és két tetszőleges kategória. Azokat az értékeket, amiket bejelöltünk maximális értéknek, de a kategóriák – a fej, szív végtag kategóriák heterogén alkalmazása – miatt még nem használtuk, írjuk a „tetszőleges (?)” kategóriák oszlopának a megfelelő sorába! Tegyük ugyanígy azokkal az értékekkel, melyeket nem választottunk ki független maximális értéknek, és az oszlopában egy független maximális érték sincs!

	SZ	V	?	?
B ₁		81		
B ₂	75			
B ₄	78	67		
B ₅			77	77

Keressük meg a táblázatban a legnagyobb értéket és jelöljük be! Oszlopát és sorát húzzuk át (újra független maximális értékeket keresünk)!

	SZ	V	?	?
B ₁		81		
B ₂	75			
B ₄	78	67		
B ₅			77	77

Láthatjuk, hogy a 67-es értéket is áthúztuk. Olyan értékeknél, amiket kiválasztás nélkül húztunk át mindig meg kell vizsgálni, hogy a kiválasztott érték munkavállalójához tartoznak-e. A 67-es és a 81-es értékek is az e₄-es munkavállalóhoz tartoztak, ezért ebben a lépésben nincs több teendőnk. Keressünk további független maximális értékeket a még ki nem húzott tartományokban!

	SZ	V	?	?
B ₁		81		
B ₂	75			
B ₄	78	67		
B ₅			77	77

A 78-as érték kiválasztásával áthúztuk a 75-ös értéket is. Mivel a 75-ös érték másik munkavállalóhoz tartozik, mint a 78-as, ezért bemásoljuk azt a kérdőjeles oszlopokba (hiszen ezt a csapattagot még nem választottuk ki).

	SZ	V	?	?
B ₁		81		
B ₂	75		75	75
B ₄	78	67		
B ₅			77	77

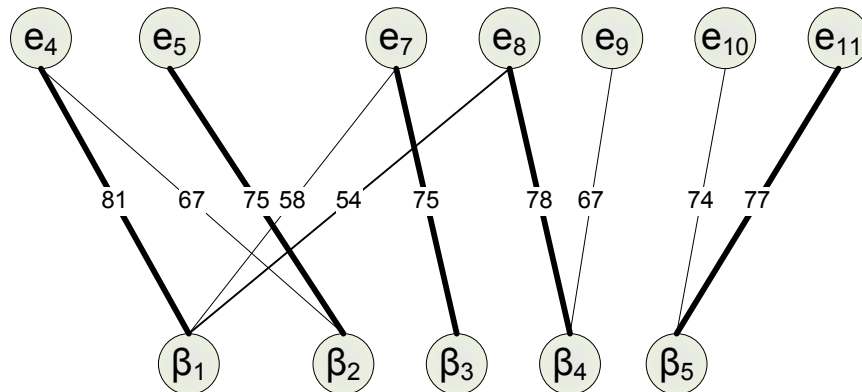
Hajtsuk végre az utolsó két kiválasztást az előző lépéseknek megfelelően!

	SZ	V	?=F	?
B ₁		81		
B ₂	75		75	75
B ₄	78	67		
B ₅			77	77

	SZ	V	?=F	?=SZ
B ₁		81		
B ₂	75		75	75
B ₄	78	67		
B ₅			77	77

Vizsgáljuk meg, hogy melyik munkavállalóhoz tartoztak ezek az értékek! (Vegyük figyelembe az előre összepárosított munkavállalót és munkahelyet is!)

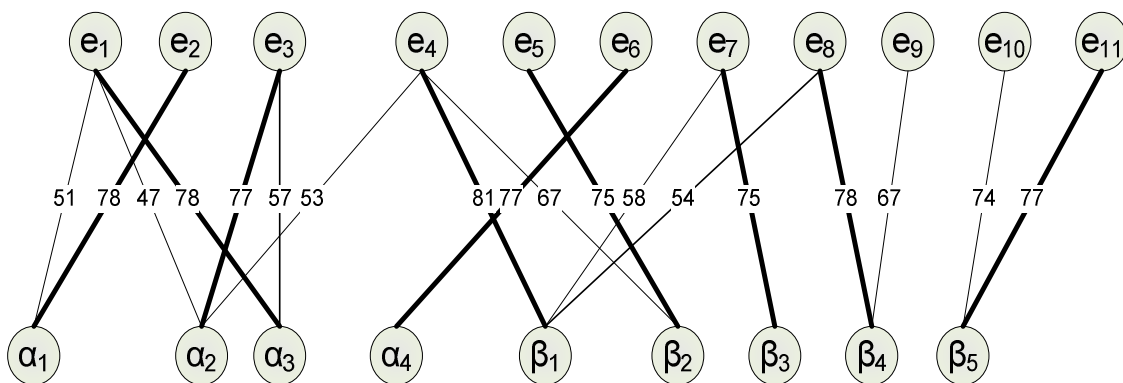
Az elért párosítás:



12. ábra: Nyers kiválasztás eredménye a β projektben

Forrás: saját szerkesztés

Az α és β projektnél elért nyers kiválasztási eredményeket az alábbi páros gráf mutatja be.



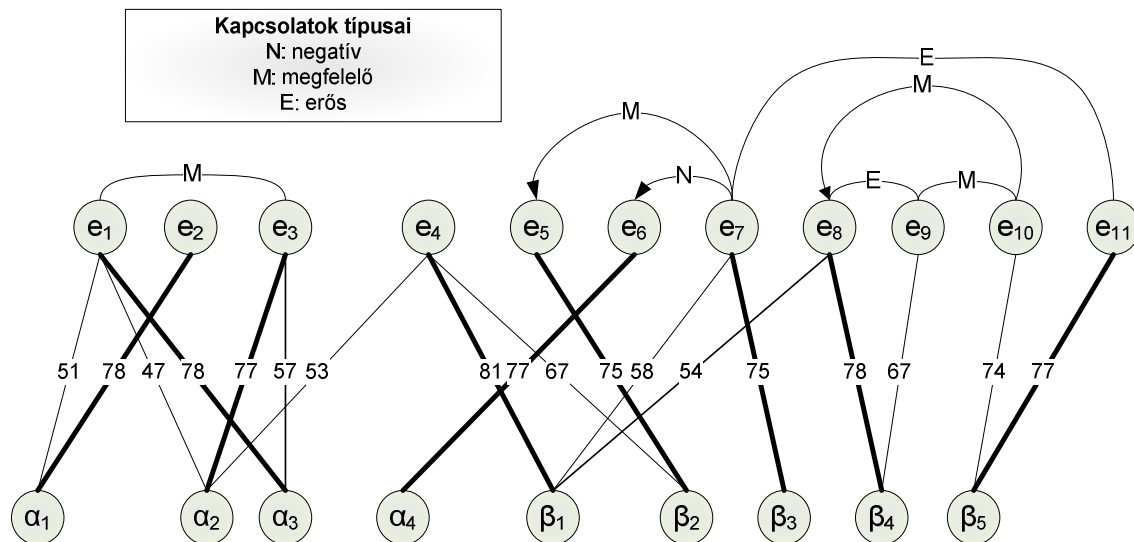
13. ábra: A nyers kiválasztás eredménye az α és β projektben

Forrás: saját szerkesztés

$$\alpha \text{ projekt pontszáma} = 310; \beta \text{ projekt pontszáma} = 386; \sum \text{Pontszám} = 696$$

Szociometriai korrekció

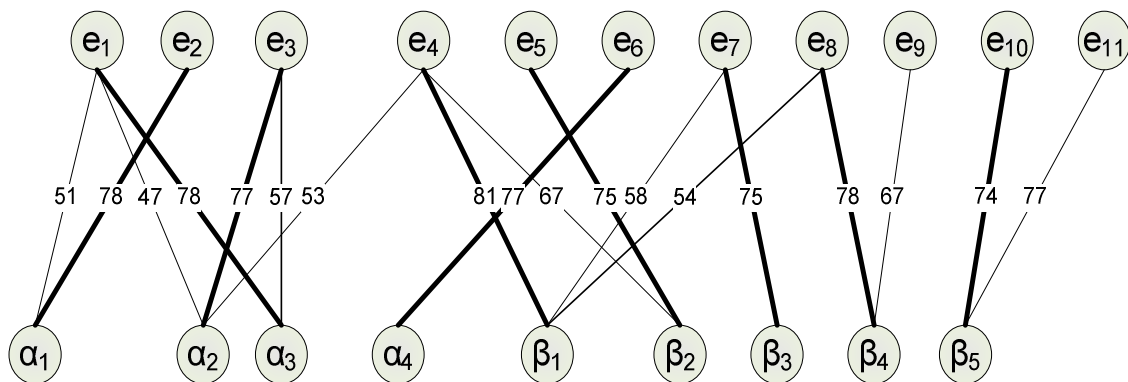
Ebben a fejezetben a nyers kiválasztás eredményeit korrigáljuk a szociometria segítségével, hogy megkapjuk a kiválasztás (megfelelőnek vélt) eredményét. Az interjú során elkészített szociometriai felmérés eredménye a munkavállalók közötti informális kapcsolatokat tükrözi (példa a szociogram egyedi ábrázolására 14. ábra).



14. ábra: Munkavállalók közötti informális kapcsolatok

Forrás: saját szerkesztés

Segítségével összetartásra még inkább hajlamos csapatokat építhetünk és előre jelezhetjük a projektvezető számára a várható konfliktusokat. A korrekció az összerendelés szakaszához hasonlóan matematikai úton történik, de ebben az esetben a magyar módszer névre hallgató maximális párosításra törekvő algoritmus már alkalmazhatónak minősül.⁵ A fázis utáni javasolt kiválasztást az 15. ábra szemlélteti.



15. ábra: A TÉR által javasolt kiválasztás eredménye

Forrás: saját szerkesztés

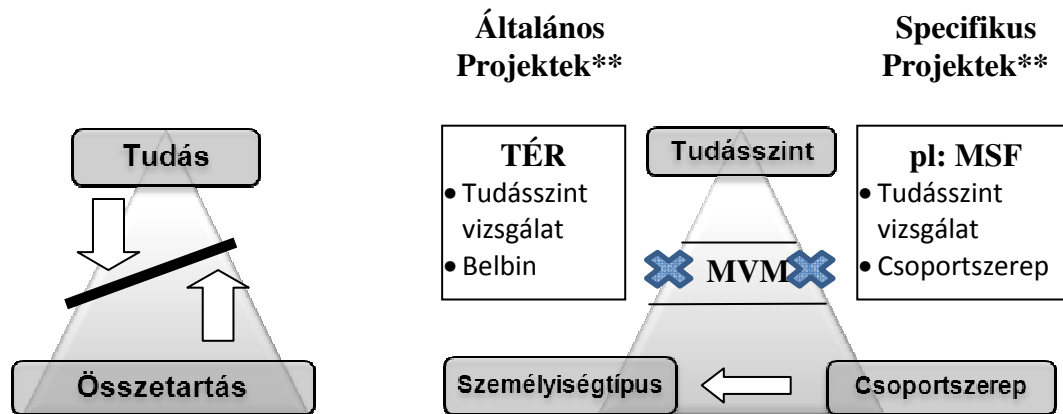
Javaslatlétel

Az utolsó lépés az eredmények bemutatása a projektmenedzserek számára és a véglegesítés. A szervezetnél működő bizalmi szint tükrében két lehetséges alternatívát kínálok ennek megvalósítására. Magas bizalmi szint esetén a projektmenedzserek döntési szabadsága, míg alacsony bizalmi szint esetén fellebbezési joga van. Az utóbbi esetben a végső döntést a szervezetnél működő emberi erőforrások osztály hozza meg, de a döntés meghozatala előtt a projektmenedzser írásban kérvényezheti a csapat módosítását. A döntéshozók elbírálják a kérelmet és esetlegesen változásokat is elrendelhetnek, mind a projektmenedzser, mind a csapattagok személyében.

⁵ E fázis részletesebben a Kurucz (2013) szakirodalomban olvasható.

Elért eredmények, összefoglalás

A TÉR létrehozását tartom a dolgozatom egyik legfőbb eredményének, ami egy elméleti feltételezésen alapuló, projekttervezés során alkalmazható emberi erőforrás kiválasztási rendszer, mely bizonyított módszerek újraértelmezésén és önálló gondolatmeneten alapul. Véleményem szerint a megfelelő személyek projektcsapatokba rendezése a szervezeti kiválasztástól eltérő gondolkodásmódot igényel, ugyanis az általános értelemben vett projektek egyedisége ellehetetleníti a csoportszerepek, hatáskörelemzések és érdekellentétek segítségével történő kiválasztást. A TÉR célja az, hogy a projektvezetőknek javasoljon egy olyan csapatot, amely együttműködő és megfelelő tudásszinttel rendelkezik – így szüntette meg az esetlegesen felálló bizonytalanságot, illetve a hibás döntéseket.



16. ábra: Összefoglalás: A TÉR működési elve

*MVM: Megfelelőnek vélt megoldások szakasza

** Az általános projektek újdonságtartalma nagyobb, mint a specifikus projekteké

Forrás: saját szerkesztés

Véleményem szerint a cél által definiált tudás és összetartás a kiválasztás során csak egymás kárára növelhető. A TÉR az összetartó csapatot úgy kívánja elérni, hogy a csapatmunkára alkalmas egyéneket kiválogatja és a 40 év kutatómunkával alátámasztott Belbin-módszer által feltárt törvényszerűségek segítségével összetartásra erősen hajlamos csapatot épít fel. A TÉR előnye abból származik, hogy a Belbin-módszert csak részlegesen veszi át, így az összetartás csökkentésével lehetőségünk nyílik a megfelelő tudásszint elérésére. A csökkenő összetartás nem jelenthet problémát a projekt munka számára, hiszen a projektcsapatok esetén nem önmenedzselő csoportot szeretnénk kiépíteni. A projektvezető feladata a projektcsapat fegyverezése és a tagok munkájának irányítása, figyelemmel követése.

A 16. ábrán látható megfelelőnek vélt megoldás szakaszát a TÉR interjú során felhasznált eszközökkel és a matematika segítségével kívánja elérni.

További eredményként könyvelem el az általam létrehozott, kiválasztásra alkalmas maximális párosító algoritmust, amely lehetővé teszi a megkülönböztetett csúcsok rendezett és maximális párosítását.

A TÉR további előnyét képezi, hogy számítógépes eszközökkel gyors és feltehetőleg megbízható javaslatot biztosíthat a projektvezetők számára. Fontos még egyszer kiemelni, hogy a TÉR csak az adatok összesítését és a rangsorok megalkotására tett javaslatot készíti el a számítógép segítségével, tehát nem egy elkapkodott és számítógépre bízott adatbányászatot jelent. Az általam kidolgozott módszer nem hanyagolja el az emberi tényezőket a tudásszint vizsgálata mellett.

A módszer úgy lett kidolgozva, hogy a cégnél tevékenykedő munkavállalók összességének hiányosságait jelentse a menedzseri szint számára, így a TÉR információt generál az

emberi erőforrás rendszer összetételéről, hiányosságairól. A kiválasztási módszert alkalmazása előtt olyan aktuális céges igényekhez lehet igazítani, mint például a költségérzékenység.

Összefoglalva a dolgozatom eredménye:

- Új elméleti szemléletmód kialakítása,
 - Kiválasztási rendszerek egyedi csoportosítása,
 - Új kiválasztási rendszer kidolgozása, mely:
 - Általánosítható,
 - Rugalmas,
 - Összetett,
 - Informatív,
- Új matematikai algoritmus kidolgozása.

Remélem, hogy érdekesnek találták a munkámat és eredményként könyvelhetem el azt a célokat is, hogy felkeltsem az Önök érdeklődését a téma iránt.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretném megköszönni mindazoknak, akik segítséget nyújtottak a dolgozatom megírásához. Köszönettel tartozom a témavezetőmnek, Dr. Kosztyán Zsolt Tibornak, aki egy általa írt – még kiadatlan – könyvvel biztosította számomra a téma megértését, valamint nyomon követte, korrigálta és tanácsaival elősegítette a pályamunkám megszületését. Köszönettel tartozom továbbá Dr. Bittner Péter tanár úrnak, aki az emberi tanok területén nyújtott segítségével támogatta a munkámat.

Irodalomjegyzék

Belbin, M. (2003): A team: Avagy az együttműködő csoport. EDGE 2000 Kft., Budapest.

Görög, M. (1999): Általános projektmenedzsment. AULA Kiadó, Budapest.

Hundhausen, R. (2003): Fejlesztői csoportmunka: Visual Studio 2005 Team System. Budapest: SZAK Kiadó, Budapest.

Kosztyán Zs. T., Bencsik A. (2005): Erőforráscsoport – csoportos erőforrás-tervezés. Műszaki Vezető, Verlag Dashöfer.

Kurbucz M. (2013): Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben. OTDK dolgozat.

<http://scepnews.wordpress.com/2011/09/26/belbin-in-the-classroom> (letöltve: 2012. november 3.)

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher
Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyhme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
JANKÓ Ferenc
KOLOSZÁR László
SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FÁBIÁN Attila
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁTSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant
TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth 1

ÚR Norbert

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban

B2B Relationship in Business Network 12

GYÖRKÖS Rita

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer 22

KATONA Attila Imre

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control 35

KATONA Attila Imre

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control 46

KURBUCZ Marcell

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben

Impacts of Human Resources on Project Planning 58

NÉMETH Anikó

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects 79

NÉMETH Kristóf

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében

GARCH Models in the Perception of Financial Risks 99

KISS Ágota

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms 116

CZELLENG Ádám

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre

The Impact of Flexibility on the Capital Structure 128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and

Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House..... 156

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése¹

NÉMETH Anikó²

A vállalatok karbantartás tervezői a rendelkezésre álló információk, adatok figyelembe-vételével igyekeznek a legjobb döntést hozni. Ezek a döntések nem biztos, hogy a vállalat számára megfelelő eredményt fogják elérni, de az is előfordulhat, hogy nem áll majd rendelkezésre elegendő idő, költség vagy munkaerő a tervek kivitelezéséhez. Egyszerűnek tűnhet a megoldás. Olyan projektet kell tervezni, ami minden igényt kielégít és a lehető legtöbb információt feldolgozza és a tervezés során figyelembe veszi.

„Ha a lehetőség nem kopogtat be hozzád, csinálj magadnak egy ajtót!” - hangzott el Milton Berte tollából, amelyet én úgy értelmezek a mai napon, hogy az eddig ismert és a gyakorlatban bevált tervezési és elemzési eljárásokat össze kell dolgozni, hogy a vállalatok lehetőséget lássanak az új megközelítésekben, az új tervezési eljárásokban. „Vagy találunk ott utat, vagy építünk egyet.” – mondta Hannibál. Több utat is találtam, de egyen mehettem tovább. Ezt viszont átépítettem magamnak, hogy minden lehetőséget és szükséges módszert tartalmazzon.

Kulcsszavak: karbantartási projektmenedzsment, karbantartási projekttervezés, megbízhatóság alapú/ kockázat központú projekt szakértői mátrix
JEL-kódok: M11, M15, M19, O29

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects

What the maintenance engineers of companies are to achieve, is well described by the following quote from the movie, Wedding Crashers: "You never know what future brings for us. The only thing we can do is to make the best decision based on the available information." These engineers aim to select the optimal project candidate considering the available information and data, which may not result in the expected outcome in the end. Moreover, the company will may lack of time, human or financial resources to even carry out the plan. As a consequence, projects should be planned to satisfy all type of requirements. The question is: is this achievable?

During project planning, the methodology considers risk and reliability factors of equipments as inputs. Based on these values, a priority order of interventions can be established, that can help in the maintenance plan design. An important aspect of the methodology is to take into consideration the constraints subject to time, financial, and other resources as well.

Keywords: Matrix-based project planning method; risk-reliability project expert matrix; maintenance projects
JEL Codes: M11, M15, M19, O29

¹ A tanulmány a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi Szekciójának Vezetés, szervezés I. Tagozatában első helyezést elért dolgozat alapján készült. Az OTDK-pályamunka konzulense Dr. Kosztyán Zsolt Tibor egyetemi docens.

² A szerző a veszprémi Pannon Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Kvantitatív Módszerek Intézeti Tanszékének PhD hallgatója (nemethani AT gtk.uni-pannon.hu). A szerző 2013-ban Pro Scientia Aranyérem kitüntetésben részesült.

Bevezető

Egy projekt átfutási idejét, költség- és erőforrásigényét a tervezési fázis során határozzuk meg. A projektek, folyamatok tervezésének és ütemezésének egyszerű és átlátható módja a mátrixban való ábrázolás. A függőségi mátrix (DSM = Dependency Structure Matrix), vagy akár a sztochasztikus hálótervezési módszer (SNPM = Stochastic Network Planning Method) a tevékenységek sorrendjének tervezésére szolgál. A DSM és az SNPM is a tevékenységek végrehajtási sorrendjének megállapítására használható, de az SNPM a tevékenységek közötti kapcsolatok erősségét is figyelembe veszi, valamint paraméterei változtathatóak, tehát szélesebb körben alkalmazható. Ennek a módszernek továbbfejlesztése a projekt szakértői mátrix (PEM = Project Expert Matrix), amely a tevékenységek közötti összes lehetséges kapcsolat mellett tartalmazza a tevékenységek előfordulásának valószínűségeit, illetve tartalmazhatja költség-, erőforrás- és időigényeit.

Célom az volt, hogy olyan projekttervezési módszert dolgozzak ki, amely a karbantartási területen alkalmazható. A projekttervezés során bemeneti adatként a berendezésekre vonatkozó megbízhatósági, illetve kockázati adatokkal dolgozok. Ezek alapján egy beavatkozási prioritási sorrend állapítható majd meg, mely segítséget nyújt a karbantartási terv összeállításában. Fontos szempont, hogy a tervezés során nemcsak a berendezések megbízhatósági, illetve kockázati adatait veszi figyelembe, hanem ezen túl a terv kialakítása során a rendelkezésre álló idő-, költség- és erőforráskorlátot is.

Karbantartás jelentősége és tervezhetőségének nehézségei

Minden munkát végző ember tevékenységei során eszközt vagy eszközöket használ, amelyek elromolhatnak, tönkremehetnek. Így megállapítható, hogy a karbantartás problematikája már azóta jelen van életünkben, mióta eszközöket használunk. Ezen munkavégzési eszközök javításáról gondoskodni kell, hogy a további értékteremtés céljait ki tudják szolgálni. Így következtethetünk arra, hogy a karbantartás azoknak a tevékenységeknek az összessége, amelyeket el kell végezni az állóeszközök üzemképessége és rendeltetésszerű használata érdekében. Másképp megfogalmazva, a karbantartás mindazoknak a műszaki és adminisztratív tevékenységeknek a kombinációja, amelyek célja az, hogy a terméket előírt funkciójának teljesítésére alkalmas állapotban megtartsák, illetve ebbe az állapotba visszaállítsák (Gaál & Kovács, 2010; Gaál, 2007; Garbatov & Guedes Soare, 2009; Garbatov & Guedes Soare, 2001; Selvik & Aven, 2011).

Bátran kijelenthetjük, hogy ma már a karbantartás összetettebb. Nemcsak a vállalati működés támogatását kell kielégítenie, hanem jelentős szerepet tölt be a termelő- és szolgáltató folyamatok hatékonyságának növelésében, így a szervezetek fennmaradásában és fejlődésében is orozlánrészt vállal. A nagyvállalatok karbantartás tervezői, sok munkával eltöltött hét, esetleg hónap alatt összeállított terveikben foglalják össze a karbantartási részleg feladatait. Ezek azonban gyakran betarthatatlannak bizonyulnak és már műhely szintjére elérve többnyire elhalnak. A jelenség okát ugyanakkor nem a készítők szaktudásában kell keresni, érdemes mélyebbre ásni.

Gyakori probléma, hogy a tervek megírói még csak meg sem érintették soha a berendezéseket, amelyekről véleményt alkottak, nem ismerik a berendezések funkcióit, hibáit, azok hatásait és következményeit. Nem ritka, hogy olyan, egyébként kiemelkedő tudással rendelkező szakemberek állítják össze a karbantartási terveket, akik azzal sincsenek tisztában, hogy egyáltalán milyen körülmények között üzemel az adott berendezés. Jól példázzák az esetet a minden újonnan vásárolt berendezéshez mellékelt karbantartási utasítások, amelyeket a gyártó vállalat állít össze elméleti számításokra alapozva. Az így elkészült tervek általános jellegűek és pontatlan leírásokat tartalmazhatnak. Megoldást jelent, hogy már a berendezések átvizsgálási folyamatában, azok értékelésébe a műhelyi dolgozókat is bevonják, hiszen ők azok, akik

ténylegesen ismerik és tudják a berendezések működését, tudják, hogy mi a baj velük, és hogy hogyan kell az egyes bajokat, hibákat orvosolni, milyen következményekkel járnak az egyes hibák és mi a javítás módja (Péczely, 2009; Péczely & Pék, 2003).

A sikeres és hosszantartó karbantartási program kidolgozásában a felhasználók és a karbantartók közösen vesznek részt. A karbantartás ugyanis soha nem egy öncélú folyamat, mindig más funkciókat szolgál ki. Ám az igények pontos és alapos megértése nélkül képtelenség megfelelő programot kidolgozni. A karbantartás biztosítja tehát a felhasználó számára az eszközzel szembeni teljesítményelvárások beteljesülését. A korszerű karbantartási stratégia kialakításában ez azt jelenti, hogy meg kell kérdezni a felhasználót, hogy mi a kívánsága. Mind a felhasználónak, mind pedig a karbantartónak ügyelnie kell, hogy az eszköz képes-e az elvárt teljesítményt biztosítani. Az eszközök feladatának meghatározásán túl az üzemeltetőnek a stratégia kialakítási folyamatában is aktívan részt kell vennie. A hibamód-elemzésben való részvétele során megismeri az emberi hiba okozta meghibásodások nagy jelentőségét és így azt is, hogy mit kell tennie a géptörések megelőzéséért. Kulcsszerepet játszik a hibakövetkezmények értékelésében (a hiba jelei, a kockázat elfogadható szintje, a terméket és minőségét befolyásoló hatások) és felbecsülhetetlen személyes tapasztalattal rendelkezik a legtöbb szokásos hibával kapcsolatban. Ez a folyamat nagymértékben segíti a felhasználót abban, hogy átértse, miért szükséges időnként gépeit átengedni karbantartásra, és miért kell megkérni az üzemeltetőket egyes karbantartási feladatok elvégzésére (Kövesi, 1991; Kövesi, 1992; Gaál, 2003; Eisinger & Rakowsky, 2001; Garbatov & Guedes Soare, 2009; Garbatov & Guedes Soare, 2001; Selvik & Aven, 2011; Péczely, 2009; Péczely & Pék, 2003).

Egy jó elemzés, és ez alapján történő karbantartás megvalósítása közvetlenül nem a karbantartási költséghatékonyságot, hanem a cég egészének működését javítja. Fontos megjegyezni, hogy nem szabad kizárólag a közvetlenül felmerülő karbantartói költségekre koncentrálni. Fel kell ismerni, hogy a jól működő karbantartás nem egyenértékű az olcsó karbantartással. Ugyanis a fenntartási feladatokra helyesen elköltött minden forint a termelés oldalán magasabb rendelkezésre állásban, megbízhatóbb folyamatokban kamatozik. A berendezések megfelelő beállításával és működtetésével, azok hosszabb életűvé válhatnak, mint korábban (Kövesi, 1991; Kövesi, 1992; Gaál, 2003; Gaál & Kovács, 2010; Gaál, 2007).

Egy sikeres elemzést követően még mindig problémával állunk szemben, hiszen meg kell oldanunk azt a feladatot is, hogy korábbi elemzési eredményeket felhasználva tervezzük meg berendezéseink karbantartását.

Karbantartási terv, karbantartási projekt összeállítása

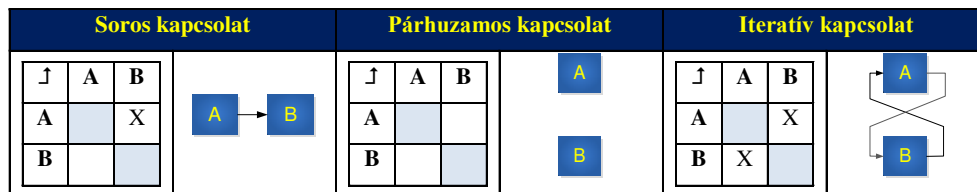
Nagyvállalatoknál jellemző, hogy a karbantartási feladatok nagy részét ma már projektek keretében realizálják, ahol a műszaki, technikai paraméterek mellett azon menedzsment módszerek és technikák kerülnek a középpontba, melyek támogatják a feladatok hatékony és eredményes végrehajtását. A projektszemléletű karbantartási tevékenység során olyan területekre helyeződik a hangsúly, mint a projekt kialakítása, a projekt résztvevők kiválasztása, irányítása és motiválása; a projekt részletes tervezése és nyomon követése stb. Megállapíthatjuk, hogy a karbantartási projektek esetében a rendszerorientált projektszemlélet elengedhetetlen.

A betervezett karbantartási tevékenységek sorozatát tekinthetjük speciális karbantartási projektnak. Azonban a hagyományos projekttervezési technikák számos, a karbantartás során felmerülő problémát megválaszolatlanul hagynak. Az első ilyen probléma a körfolyamatok kezelése. Gyakran előforduló probléma, hogy egy karbantartási technológiai folyamat során egy-egy tevékenységre többször is vissza kell térnünk. Melyek lehetnek ezek a tevékenységek? Hogyan tervezhetők az ilyen, többször előforduló tevékenységsorok (Szabó, 2005; Szabó & Gaál, 2006)?

A másik probléma, ami a karbantartási terv összeállításánál felmerülhet, hogy mely karbantartási tevékenységet milyen sorrendben hajtsuk végre. Erre a determinisztikus logikai tervezési technikák nem adnak kielégítő választ, hiszen egy berendezés javításának technológiai folyamata kötött. Itt az egyes lépéseket nem lehet felcserélni, de azt hogy mely berendezéseket javítsuk, az már lehet egy prioritási sorrend, valamint a rendelkezésre álló idő-, költség- és erőforrásigények függvénye is. A következőkben bemutatok olyan mátrix-alapú projekttervezési eljárásokat, amelyek képesek a fenti problémákat kezelni.

Logikai tervezés mátrixok segítségével

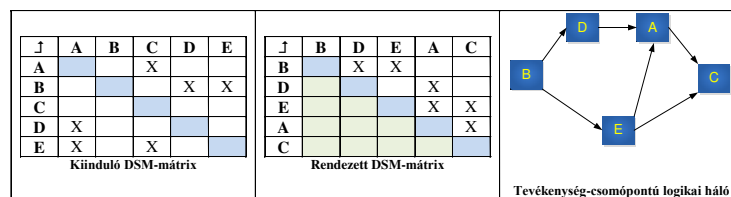
A hálótervezési módszerek mellett (melyek a projektmenedzsment irodalmában már évek óta ismeretesekek) elsősorban a termékfejlesztési projektek kezelésénél egy másik megközelítés is előtérbe került. Ebben a módszerben, melyet *DSM*-nek neveznek, a projekt tevékenységeit egy mátrix sorai, illetve oszlopai reprezentálják (azonos sorrendben). A DSM itt jelenthet függőségi mátrixot (Dependency Structure Matrix) is. A tevékenységek között lévő kapcsolatokat a mátrix elemei reprezentálják. Az első DSM-mátrixokat még rendszermodellelésre, a rendszerelemek jellemzésére alkalmazták, az évek során a Steward (1981) által elsőként használt DSM-megközelítés módosult. A Massachusetts Institute of Technology kutatói Bostonban kiterjesztették a módszert tevékenységek közötti kapcsolatok kezelésére is, így a módszer alkalmassá vált projektek tervezésére is. A DSM-módszer 3 alap kapcsolatot kezel a tevékenységek között. Ezek a soros kapcsolatok, a párhuzamos kapcsolatok, illetve az iteratív kapcsolatok. A kapcsolatokat egy ún. adjacencia mátrixban „X” jelöli (Steward, 1981; Eppinger & Browning, 2012; Eppinger et al., 1994; MIT DSM Research Group, 2005; Danilovic & Sandkull, 2005; Danilovic & Sandkull, 2007).



1. ábra: Elemi tevékenységkapcsolatok

Forrás: MIT DSM Research Group, 2005 alapján saját szerkesztés

A hagyományos hálótervezési ábrázolásmóddhoz képest új elem az iteratív kapcsolatok megjelenítése. Az iteratív kapcsolatoknál jelöljük, hogy *A* és *B* tevékenységsorra többször vissza kell térni. Az ilyen elemek detektálása fontos lehet, mert ez az iteráció a (karbantartási) projekt csúszásához vezethet. Egy ilyen körfolyamatban természetesen több tevékenység is részt vehet. A mátrixos ábrázolásnál fontos lehet a tevékenységsorrendek megállapítása is. Ezt a tevékenységek átrendezésével érhetjük el. Ha a projekt nem tartalmaz körfolyamatot, akkor topologikusan rendezhető, vagyis a projekt DSM-mátrixa ún. felsőháromszög mátrixba rendezhető (Eppinger et al., 1994; Eppinger & Browning, 2012; Danilovic & Sandkull, 2005; Danilovic & Sandkull, 2007).



2. ábra: Tevékenységek (topologikus) sorba rendezése

Forrás: MIT DSM Research Group, 2005 alapján saját szerkesztés

A felsőháromszögbe rendezés nem lehetséges, ha a projekt tartalmaz körfolyamatot. Ekkor célunk, hogy a diagonális alatt jelölt kapcsolatokat a tevékenységek átrendezésével a diagonálishoz közelítsük, ez a módszer a particionálás. Erre mutat egy példát az 3. ábra: Tevékenységek átrendezése, körfolyamatok detektálása (Chen & Lin, 2002; Chen et.al, 2003).

Kiinduló mátrix								Particionált mátrix							
	A	B	C	D	E	F	G		F	B	D	G	C	A	E
A								F							
B								B							
C								D							
D								G							
E								C							
F								A							
G								E							

3. ábra: Tevékenységek átrendezése, körfolyamatok detektálása

Forrás: MIT DSM Research Group, 2005 alapján saját szerkesztés

A módszer továbbfejlesztéseként nemcsak detektálni tudjuk a körfolyamatokat, hanem bizonyos esetekben össze is tudjuk vonni őket egy tevékenységbe. Az előző példák elsősorban a logikai tervezés segítségét mutatták. Azonban ez a módszer nem csak logikai tervezésre, hanem idő-, költség- és erőforrás-tervezésre, illetve újratervezésre is alkalmas. Ekkor a diagonálisba vagy külön oszlopba fel lehet tüntetni a tevékenység idő- és/vagy erőforrás-szükségleteit is, a kapcsolatoknál pedig számokkal jelölni lehet a tevékenységek közötti késleltetéseket (Khoo et.al., 2003; Yan, Wang, & Jiang, 2002; Huang, & Chen, 2006; Rick, Horváth & Bercsey, 2006; Gebala & Eppinger, 1991; MIT DSM Research Group, 2005).

Bizonytalan kapcsolatok kezelése

A mátrixos tervezési módszertant alkalmazták ütemezésre, illetve erőforrás-korlátos projekt-ütemezési problémák megoldására is, azonban a mátrixban nemcsak biztos (determinisztikus) kapcsolatok jelölésére van mód. Lehetőség van a kapcsolaterősség mértékének jelölésére is. Ezt a módszert *Numerikus DSM*-módszernek nevezik, az „X”-ek helyett számokat írnak a cellákba. A Steward-féle bináris DSM csak szigorú megelőzési kapcsolatokat reprezentál (egy tevékenység vagy függ, vagy nem függ más tevékenységtől), nem nyújt további információt az interakció/kölcsönhatás természetéről. Ezzel a módszerrel nem lehet kezelni döntési pontokat. A módszer reprezentálhatja két tevékenység közötti függőség fokát. Ez lehetővé teszi például egy visszacsatolási hurok valószínűségének megjelenítését, ezáltal prioritások képezhetők a fontos iterációk között a folyamat tervezésében. Ez a leírás kapcsolati szinten kezeli a rákövetkezési relációk közötti bizonytalanságot. Hogyan lehet a kapcsolatok bizonytalanságát felderíteni? A tevékenységek függőségi viszonyát meghatározhatják korábbi projekt tapasztalatok, de akár szakértői vélemények is. Számos algoritmust készítettek a lehetséges visszacsatolások felderítésére bináris és numerikus DSM esetén is. Nem foglalkoztak azonban azzal, hogy attól függően, hogy egy bizonytalan kapcsolat létezik, vagy sem, két külön projektstruktúrát kaphatunk. A lehetőségek legenerálására létrehoztak egy eljárást, melyet *sztochasztikus hálótervezési módszernek (SNPM)* (Stochastic Network Planning Method) neveztek el, utalva arra, hogy eredményül több projekthálót is kaphatunk (A bizonytalan kapcsolatot „?”-jellel jelölték.) (Yassine et.al., 1999; Tang et.al., 2010; Chen & Lin, 2002; Chen et.al., 2003; Yan et.al., 2002; MIT DSM Research Group, 2005).

Numerikus DSM/SNPM	Bináris DSM	Háló																		
<table border="1"> <tr><td>J</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>A</td><td></td><td>?</td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> </table>	J	A	B	A		?	B			<table border="1"> <tr><td>J</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>A</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> </table>	J	A	B	A		X	B			
J	A	B																		
A		?																		
B																				
J	A	B																		
A		X																		
B																				
	<table border="1"> <tr><td>J</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>A</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> </table>	J	A	B	A			B												
J	A	B																		
A																				
B																				

4. ábra: Legenerálható projektváltozatok

Forrás: MIT DSM Research Group, 2005 alapján saját szerkesztés

Már a DSM-módszernél is utaltak arra, hogy a tevékenységek közötti függőségi fokokat valamiféleképpen osztályozzák. A Numerikus DSM értékei a diagonálison kívüli cellákban többek között a tevékenységek közötti függőségek relatív fontosságát is reprezentálhatják. Az üres cella értéke nulla, mely azt mutatja, hogy a tevékenységek között nincsen függőség.) A diagonális értékek a tevékenység elvégzésének idejét mutathatják. (Yassine *et al.*, 1999; Eppinger & Browning, 2012).

Az egyetemünkön kifejlesztett SNPM-módszerben is 0-val vagy üres cellával jelölték, ha két tevékenység között *nincs* függőség; 1-essel, ha két tevékenység között *biztos* rákövetkezési reláció van. Ha két tevékenység között a kapcsolat erőssége 0 és 1 között van, akkor azt mondjuk, hogy a tevékenységek között *bizonytalan* kapcsolat áll fent. Ha a kapcsolat erőssége helyett azt mondjuk, hogy a kapcsolatok súlyszámait a kapcsolatok valószínűségét jelölik, és ezt A és B tevékenység esetén $p_{(A,B)} \in [0,1]$ -gyel jelöljük, akkor $1-p_{(A,B)}$ annak a valószínűségét jelöli, hogy e két tevékenység nincs kapcsolatban egymással.

Ha $1-p_{(A,B)}=p_{(A,B)}=0,5$, akkor azt mondjuk, hogy a két tevékenység közötti kapcsolat *in-differens*. Ha például $p_{(A,B)}=0,5$, akkor a 4. ábra példájában ugyanannyi a valószínűsége annak, hogy A és B tevékenységet sorosan, vagy párhuzamosan hajtjuk végre (MIT DSM Research Group, 2005; Yan *et al.*, 2002; Chen *et al.*, 2003; Tang *et al.*, 2010; Yassine, 2010; Yassine *et al.*, 1999).

A Numerikus DSM-módszernél a tevékenységek közötti kapcsolatokat különböző kategóriákba sorolták (például alacsony, közepes vagy magas függőség), így tettek némi különbséget köztük. Az SNPM modellben és majd az általam kifejlesztett tervezési modellben is a kapcsolat erőssége és/vagy valószínűsége 0 és 1 között bármilyen értéket felvehet. Az SNPM-módszer továbbfejlesztett változatában, melyet *projekt szakértői mátrix*nak neveztek el (PEM – Project Expert Matrix), már nem csak a tevékenységek közötti kapcsolatok lehetnek bizonytalanok, sztochasztikusak, hanem a projektben végrehajtandó tevékenységek előfordulásai is.

Az egyetemi kutatócsoportunk által kifejlesztett projekt szakértői mátrix diagonálisában a tevékenységek végrehajtásának fontosságát/valószínűségét is jelölni tudjuk. 1 vagy „X” jelöli a *biztosan végrehajtandó* tevékenységeket. 0 és 1 közötti értékkel jelöljük a *bizonytalan* vagy *elhagyható* tevékenységeket. (A bizonytalan kapcsolatot, illetve a bizonytalan tevékenység-előfordulást „?” jellel jelöltük.) (Kiss & Kosztyán, 2009a; Kiss & Kosztyán, 2009b; Kiss & Kosztyán, 2008; Németh, 2010a; Németh, 2010b; Németh, 2011a; Németh, 2011b)

PEM	NDSM/SNPM	DSM	Háló																											
<table border="1"> <tr><td>J</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>A</td><td>X</td><td>?</td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td>?</td></tr> </table>	J	A	B	A	X	?	B		?	<table border="1"> <tr><td>J</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>A</td><td></td><td>?</td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> </table>	J	A	B	A		?	B			<table border="1"> <tr><td>J</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>A</td><td></td><td>X</td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> </table>	J	A	B	A		X	B			
J	A	B																												
A	X	?																												
B		?																												
J	A	B																												
A		?																												
B																														
J	A	B																												
A		X																												
B																														
	<table border="1"> <tr><td>J</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>A</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> </table>	J	A	B	A			B			<table border="1"> <tr><td>J</td><td>A</td><td>B</td></tr> <tr><td>A</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> </table>	J	A	B	A			B												
J	A	B																												
A																														
B																														
J	A	B																												
A																														
B																														
	<table border="1"> <tr><td>J</td><td>A</td></tr> <tr><td>A</td><td></td></tr> </table>	J	A	A																										
J	A																													
A																														

5. ábra: A projekt szakértői mátrix által meghatározható projektváltozatok

Forrás: Kiss-Kosztyán, 2009a.b és Németh, 2010a-b alapján saját szerkesztés

A módszer alkalmazása során két lépésben kapjuk meg a lehetséges tevékenységeket és kapcsolatokat tartalmazó sztochasztikus PEM-ből az összes lehetséges projektstuktúrát determinisztikus DSM-mátrix, illetve gráf formában. A PEM bizonytalansága abból ered, hogy a lehetséges tevékenységek, illetve kapcsolatok mindegyike kétféleképpen valósulhat meg: vagy bekövetkezik, vagy nem. Ha bekövetkezik a tevékenység, illetve a kapcsolat, akkor a mátrixban levő értékkel számolunk (p), ha nem, akkor a komplementerével ($1-p$). Az egyes projektváltozatok meghatározásával arra keressük a választ, hogy egy adott költség-, erőforrás- és időkeretben véve mely tevékenységeket hajtsuk végre, illetve melyek maradhatnak el. Más szavakkal arra keressük a választ, hogy *MIT* hajtsunk végre azon tevékenységekből, amelyeket a projekt során el szeretnénk végezni.

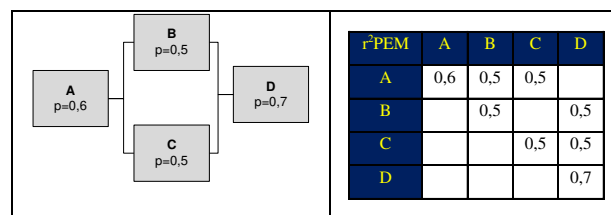
Ha megvan a megvalósítandó projektváltozatunk, vagyis hogy mely tevékenységeket fogjuk végrehajtani, akkor merül fel a kérdés, hogy ezeket a tevékenységeket *HOGYAN*, milyen logikai sorrendben, milyen rákövetkezések alapján hajtsuk végre. Az idő-, költség- és erőforráskorlátokat figyelembe véve meghatározható egy olyan projektváltozat, illetve a tevékenységek végrehajtásának egy olyan sorrendje, ahol ezeket a korlátokat nem lépjük túl (Németh, 2010a; Németh, 2010b; Németh, 2011a; Németh, 2011b).

A továbbfejlesztett tervezési eljárás

A megbízhatóság alapú/kockázat központú projekt szakértői mátrix (r^2 PEM) minden esetben a kiindulópont. Ennek átlójába a rendszerelemek/berendezésegységek megbízhatósági értékeit írom, melyeket korábbi diagnosztikai mérésekből, vagy akár az adott területen dolgozó szakemberek véleményéből nyertem ki.

Minél nagyobb egy berendezésegység várható meghibásodása/kockázata, annál nagyobb a valószínűsége, hogy ezt az elkövetkezendő időszakban javítanunk, karbantartanunk kell. Ha egy karbantartási egység megbízhatósága p , akkor $1-p$ annak a meghibásodását jelöli. Minél alacsonyabb a meghibásodási érték, annál nagyobb a valószínűsége, hogy nem hajtjuk végre karbantartását a következő időszakban.

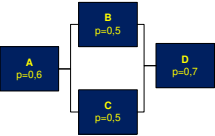
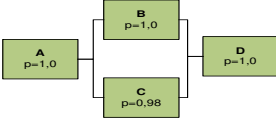
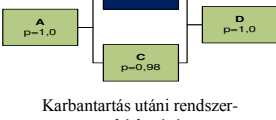

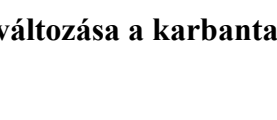
A korábban bemutatott tervezési eljárás a bizonytalan kapcsolatok esetén az általam kidolgozott tervezési módszertan alapjául szolgál. A karbantartások tervezésére kidolgozott módszer jobb megértése céljából vegyünk alapul egy 4 berendezésből álló rendszert.



6. ábra: Négy berendezésből álló gyártósor/rendszer és azok megbízhatósági értékei

Forrás: saját szerkesztés

Elsődleges célfüggvényem, hogy olyan karbantartási projektváltozatot válasszak ki, mellyel maximális rendszer-megbízhatóság érhető el. A tevékenységek kiválasztása előtt megadom (figyelembe véve a vállalat elvárását is) azt a megbízhatósági szintet, amely felett egy részrendszer, berendezés mindenképpen szerepel a karbantartási tervben. Ezek mellett pedig azt is megadom, hogy mi lesz az a minimális rendszer-megbízhatósági szint, ami felett a generált karbantartási projektváltozatokat figyelembe fogom venni.

A négy elemből álló rendszer kiindulási megbízhatósági mátrixa és megbízhatósági gráfja	Karbantartási projektszenárió mátrixok karbantartás előtt, illetve után		A projekt során megvalósításra kerülő berendezések Teljes rendszer megbízhatósága karbantartás után																																																																											
<table border="1" data-bbox="316 394 531 562"> <tr><th>r^{PEM}</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr> <tr><th>A</th><td>0,6</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td></td></tr> <tr><th>B</th><td></td><td>0,5</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><th>C</th><td></td><td></td><td>0,5</td><td>0,5</td></tr> <tr><th>D</th><td></td><td></td><td></td><td>0,7</td></tr> </table> 	r ^{PEM}	A	B	C	D	A	0,6	0,5	0,5		B		0,5		0,5	C			0,5	0,5	D				0,7	<p>1111 azaz mindegyik berendezés szerepel a karbantartási listán/ tervben</p>	<table border="1" data-bbox="778 331 960 427"> <tr><th>r^{PEM}</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr> <tr><th>A</th><td>0,6</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td></td></tr> <tr><th>B</th><td></td><td>0,5</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><th>C</th><td></td><td></td><td>0,5</td><td>0,5</td></tr> <tr><th>D</th><td></td><td></td><td></td><td>0,7</td></tr> </table> <table border="1" data-bbox="778 443 960 539"> <tr><th>r^{PEM}</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr> <tr><th>A</th><td>0,98</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td></td></tr> <tr><th>B</th><td></td><td>0,98</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><th>C</th><td></td><td></td><td>0,98</td><td>0,5</td></tr> <tr><th>D</th><td></td><td></td><td></td><td>0,98</td></tr> </table>	r ^{PEM}	A	B	C	D	A	0,6	0,5	0,5		B		0,5		0,5	C			0,5	0,5	D				0,7	r ^{PEM}	A	B	C	D	A	0,98	0,5	0,5		B		0,98		0,5	C			0,98	0,5	D				0,98	 <p>Karbantartás utáni rendszer-megbízhatóság: Pr= 0,98*(1-((1-0,98)*(1-0,98)))*0,98=0,96</p>
r ^{PEM}	A	B	C	D																																																																										
A	0,6	0,5	0,5																																																																											
B		0,5		0,5																																																																										
C			0,5	0,5																																																																										
D				0,7																																																																										
r ^{PEM}	A	B	C	D																																																																										
A	0,6	0,5	0,5																																																																											
B		0,5		0,5																																																																										
C			0,5	0,5																																																																										
D				0,7																																																																										
r ^{PEM}	A	B	C	D																																																																										
A	0,98	0,5	0,5																																																																											
B		0,98		0,5																																																																										
C			0,98	0,5																																																																										
D				0,98																																																																										
<p>Teljes rendszer megbízhatósága karbantartás előtt</p>	<p>1101 azaz a C berendezés kivételével mindegyik szerepel a karbantartási listán/ tervben</p>	<table border="1" data-bbox="778 801 960 898"> <tr><th>r^{PEM}</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr> <tr><th>A</th><td>0,6</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td></td></tr> <tr><th>B</th><td></td><td>0,5</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><th>C</th><td></td><td></td><td>0,5</td><td>0,5</td></tr> <tr><th>D</th><td></td><td></td><td></td><td>0,7</td></tr> </table> <table border="1" data-bbox="778 913 960 1010"> <tr><th>r^{PEM}</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr> <tr><th>A</th><td>0,98</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td></td></tr> <tr><th>B</th><td></td><td>0,98</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><th>C</th><td></td><td></td><td>0,5</td><td>0,5</td></tr> <tr><th>D</th><td></td><td></td><td></td><td>0,98</td></tr> </table>	r ^{PEM}	A	B	C	D	A	0,6	0,5	0,5		B		0,5		0,5	C			0,5	0,5	D				0,7	r ^{PEM}	A	B	C	D	A	0,98	0,5	0,5		B		0,98		0,5	C			0,5	0,5	D				0,98	 <p>Karbantartás utáni rendszer-megbízhatóság: Pr= 0,98*(1-((1-0,98)*(1-0,5)))*0,98=0,951</p>																									
r ^{PEM}	A	B	C	D																																																																										
A	0,6	0,5	0,5																																																																											
B		0,5		0,5																																																																										
C			0,5	0,5																																																																										
D				0,7																																																																										
r ^{PEM}	A	B	C	D																																																																										
A	0,98	0,5	0,5																																																																											
B		0,98		0,5																																																																										
C			0,5	0,5																																																																										
D				0,98																																																																										
<p>Teljes rendszer megbízhatósága karbantartás előtt</p>	<p>1011 azaz a B berendezés kivételével mindegyik szerepel a karbantartási listán/ tervben</p>	<table border="1" data-bbox="778 1025 960 1122"> <tr><th>r^{PEM}</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr> <tr><th>A</th><td>0,6</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td></td></tr> <tr><th>B</th><td></td><td>0,5</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><th>C</th><td></td><td></td><td>0,5</td><td>0,5</td></tr> <tr><th>D</th><td></td><td></td><td></td><td>0,7</td></tr> </table> <table border="1" data-bbox="778 1137 960 1234"> <tr><th>r^{PEM}</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr> <tr><th>A</th><td>0,98</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td></td></tr> <tr><th>B</th><td></td><td>0,5</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><th>C</th><td></td><td></td><td>0,98</td><td>0,5</td></tr> <tr><th>D</th><td></td><td></td><td></td><td>0,98</td></tr> </table>	r ^{PEM}	A	B	C	D	A	0,6	0,5	0,5		B		0,5		0,5	C			0,5	0,5	D				0,7	r ^{PEM}	A	B	C	D	A	0,98	0,5	0,5		B		0,5		0,5	C			0,98	0,5	D				0,98	 <p>Karbantartás utáni rendszer-megbízhatóság: Pr= 0,98*(1-((1-0,5)*(1-0,98)))*0,98=0,951</p>																									
r ^{PEM}	A	B	C	D																																																																										
A	0,6	0,5	0,5																																																																											
B		0,5		0,5																																																																										
C			0,5	0,5																																																																										
D				0,7																																																																										
r ^{PEM}	A	B	C	D																																																																										
A	0,98	0,5	0,5																																																																											
B		0,5		0,5																																																																										
C			0,98	0,5																																																																										
D				0,98																																																																										
<p>Karbantartás előtti rendszer-megbízhatóság: Pr= (0,6*(1-((1-0,5)*(1-0,5))))*0,7=0,315</p>	<p>1001 azaz a B és C berendezés kivételével mindegyik szerepel a karbantartási listán/ tervben</p>	<table border="1" data-bbox="778 1249 960 1346"> <tr><th>r^{PEM}</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr> <tr><th>A</th><td>0,6</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td></td></tr> <tr><th>B</th><td></td><td>0,5</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><th>C</th><td></td><td></td><td>0,5</td><td>0,5</td></tr> <tr><th>D</th><td></td><td></td><td></td><td>0,7</td></tr> </table> <table border="1" data-bbox="778 1361 960 1458"> <tr><th>r^{PEM}</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr> <tr><th>A</th><td>0,98</td><td>0,5</td><td>0,5</td><td></td></tr> <tr><th>B</th><td></td><td>0,5</td><td></td><td>0,5</td></tr> <tr><th>C</th><td></td><td></td><td>0,5</td><td>0,5</td></tr> <tr><th>D</th><td></td><td></td><td></td><td>0,98</td></tr> </table>	r ^{PEM}	A	B	C	D	A	0,6	0,5	0,5		B		0,5		0,5	C			0,5	0,5	D				0,7	r ^{PEM}	A	B	C	D	A	0,98	0,5	0,5		B		0,5		0,5	C			0,5	0,5	D				0,98	 <p>Karbantartás utáni rendszer-megbízhatóság: Pr= 0,98*(1-((1-0,5)*(1-0,5)))*0,98=0,951</p>																									
r ^{PEM}	A	B	C	D																																																																										
A	0,6	0,5	0,5																																																																											
B		0,5		0,5																																																																										
C			0,5	0,5																																																																										
D				0,7																																																																										
r ^{PEM}	A	B	C	D																																																																										
A	0,98	0,5	0,5																																																																											
B		0,5		0,5																																																																										
C			0,5	0,5																																																																										
D				0,98																																																																										
...																																																																														

7. ábra: A négy elemből álló rendszer megbízhatóságainak változása a karbantartást követően

Forrás: saját szerkesztés

Az alkalmazott tervezési módszer segítségével először a lehetséges karbantartási terveket határozom meg, vagyis arra a kérdésre fogom megkapni a választ, hogy *mit*, milyen berendezések karbantartását hajtsunk végre. Másodlagos célfüggvénynek a projektstruktúrák prioritásainak maximalizálását választottam ebben a munkában. Így a lehetséges végrehajtási sorrendeket rangsorolhatom. Vagyis arra a kérdésre is választ kapok, hogy *hogyan*, milyen sorrendben végezzük el berendezések javítását. Korlátként az időt, a költség-, valamint az erőforrásigényeket adom meg.

Azt a karbantartási tervet választom, ahol (az idő-, költség-, erőforrás-) korlátokat figyelembe véve a projektváltozat összrendszerre számolt megbízhatósága a legnagyobb (a legnagyobb meghibásodási valószínűséggel/legnagyobb kockázattal rendelkező problémák kijavításához szükséges karbantartási tevékenységeket hajtjuk végre). Ezen belül olyan tevékenységi sorrendet választok, amelyet a szakértők leginkább preferálnak.

Ha a berendezések megvalósítandó karbantartásainak végrehajtási sorrendjére nincs semmilyen megkötés, akkor egyrészt célszerű a nagyobb meghibásodási értékű, nagyobb kockázatú berendezés karbantartásának megvalósításával kezdeni. Majd a tevékenységek rákövetkezési relációja az ún. indifferens kapcsolati erősség (esetünkben ez 0,5) lesz. Ebben az esetben ugyanis mindegy, hogy két tevékenységet sorosan, vagy párhuzamosan hajtjuk végre.

Ha jobban preferálják a vállalatnál a soros végrehajtást a párhuzamosnál, akkor a 0,5-ös értéknél nagyobb értéket rendelnek a berendezések rákövetkezési relációjához.

Kimenatként egy olyan karbantartási tervet kapok, amely pontosan megmutatja, hogy mely berendezéseken kell a karbantartási tevékenységeket végrehajtani. Milyen sorrendben, mennyi idő alatt kell elvégezni ezeket a tevékenységeket, ehhez mennyi költség és erőforrás használható fel. A prioritási értékek adják meg a megfelelő sorrendet, hogy mely berendezések karbantartása vezet a legmagasabb megbízhatósági értékhez.

1. táblázat: Rendszer-megbízhatóságok változásainak prioritás érték szerint rendezett összefoglalása

Sorrend	Berend. + Komb.	PR	FR	Prioritási értékek
1	ABCD	96,0%	4,0%	0,941629
2	ABD	95,1%	4,9%	0,928169
3	ACD	95,1%	4,9%	0,928169
4	AD	72,0%	28,0%	0,591679
5	ABC	68,6%	31,4%	0,541205
6	AB	67,9%	32,1%	0,531591
7	AC	67,9%	32,1%	0,531591
8	BCD	58,8%	41,2%	0,398197
15	C	41,6%	58,4%	0,147153
16	nincs változás	31,5%	68,5%	0

Forrás: saját szerkesztés

Amennyiben a rendszer megbízhatósága elérte a pl.: 70%-ot, a megoldást, a lehetséges projektstruktúrát megfelelőnek tekintetem. Továbbiakban pedig már csak azokat a karbantartási projektváltozatokat vizsgáltam, amelyek ezzel vagy ennél magasabb értéket értek el. Nem elegendő, hogy a rendszer megbízhatósága emelkedik, a korlátoknak (idő-költség) is meg kell felelniük.

2. táblázat: A rendszer karbantartására vonatkozó adatok és korlátok

Felhasznált adatok		
Időkorlát:	129	nap
Költségkorlát:	14.750	EUR

Egységek adatai:	C _{karban} (EUR)	t _{karban}
A	1.500	35 nap
B	4.800	25 nap
C	4.600	25 nap
D	9.450	40 nap

Forrás: saját munka

3. táblázat: A rendszer karbantartásának megfeleltetése idő- és költségkorlátnak

Sorrend	Berend.+komb.	Prioritási értékek	P _r	F _r	TPC (EUR)	TPT (nap)	Korlátnak megfelelt
1	ABCD	0,941629	96,0%	4,0%	20 350	100	<input type="checkbox"/> Költség <input checked="" type="checkbox"/> Idő
2	ABD	0,928169	95,1%	4,9%	15 750	100	<input type="checkbox"/> Költség <input checked="" type="checkbox"/> Idő
3	ACD	0,928169	95,1%	4,9%	15 550	100	<input type="checkbox"/> Költség <input checked="" type="checkbox"/> Idő
4	AD	0,591679	72,0%	28,0%	10 950	75	<input checked="" type="checkbox"/> Költség <input checked="" type="checkbox"/> Idő

Forrás: saját szerkesztés

	Karbantartási projektstruktúráként a blokkdiagrammok	Reprezentációs gráfok	P _r	TPT	TPC (EUR)
1			96%	100	20.350
2			95,1%	100	15.700
3			95,1%	100	15.550
4			72,0%	75	10.950

8. ábra: A berendezések karbantartásának blokk-diagrammja és reprezentációs gráfjai
 Forrás: saját szerkesztés

Rendelkezésre álltak berendezésenként a ráfordítási idő-, költség adatok, melyek segítségével scenáriónként teljes projekt átfutási időt, illetve teljes projekt ráfordítást számoltam. Idő- és költségkorlátként 129 nap, illetve 14.750 EUR került meghatározásra. Így az optimális karbantartási projektstruktúra az lesz, amelyik a legmagasabb megbízhatósági értékkel rendelkezik, és az idő-, költségkorlátnak is eleget tesz.

Körök kezelhetősége és figyelembe vétele a tervezés során

Már korábban felmerülhetett az olvasóban, hogy mi történik abban az esetben, ha a kiválasztott berendezések, azok egységeinek karbantartásainak végeztével újra vissza kell térni az adott berendezésre, egy újabb beállítást megtenni, vagy éppen a karbantartást meg kell szakítani az adott egységen, mert mielőtt továbblépnének, a következő elem javításába bele kell kezdeni, majd ismét vissza kell térni a korábbi egység felújítási munkálataihoz.

Nemcsak az olvasóban merülhet fel a kérdés, de a gyakorlatban is sok esetben találkozom ezzel a problémával. Amennyiben nem tudják a rendelkezésre álló idő alatt a beütemezett karbantartási munkákat elvégezni ez hogyan is fogja befolyásolni a karbantartási projekt kimenetelét? A korábban kidolgozott tervezési módszertant (r^2 PEM) még nem sikerült körfolyamatokkal teli karbantartási projekten tesztelni, azonban ez elkerülhetlenné vált, amint a gyakorlatban egyre több helyen találtam szemben magam ezzel a problémával.

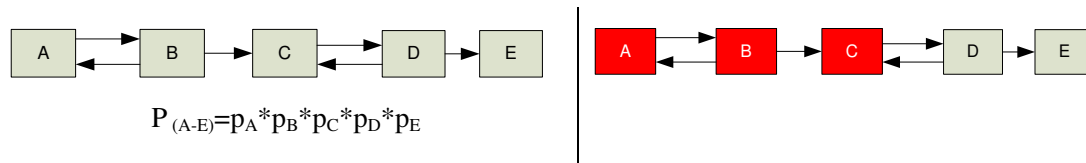
Egy egyszerű megmunkáló állomás (gyártósor) karbantartás tervezhetőségének nehézségeivel találták szembe magukat a vállalat karbantartói. Vállalat folyamatos fluktuációval küzdött és nem megfelelő szakember hiány költségben és időben sem állt a megfelelő szinten. Azonban a gyártósor karbantartása elkerülhetlenné vált, hiszen a termelés nem állhatott meg, a vállalat sorban fogadta el a megrendeléseket, amelyeket teljesíteni kellett.

A karbantartást és a felújítási munkálatokat úgy kellett volna végrehajtaniuk, hogy a nevezett gyártósor rendbetételét adott idő és adott költségeken belül valósítsák meg. A tapasztalt mérnökök, műszerészek, gépészek úgy határoztak, hogy akkor minden egyes egységét a sor-

nak csak kis mértékben újítanak fel, és ami szükséges azt cserélik. Ezt a tevékenységüket azal magyarázták, hogy az alacsony költségvetés és a szűkös határidő csak erre elegendő.

De nézzük is meg ezeket számokban, hogy mit is értünk az elmondottak alatt:

Vegyünk alapul egy 5 egységből álló egyszerű gyártósort, amelynek karbantartására a vállalat 13 napot és 26 egységnyi költséget tud rászánni, ez a tervek kialakítása során figyelembe kell venni.



9. ábra: Öt berendezésegységből álló gyártósor és a megjelölt három karbantartásra szánt egység

Forrás: saját szerkesztés

A karbantartást megelőzően a gyártósor megbízhatósága $P_T=0,05$, amelynek a karbantartást követő tervezett megbízhatósága pedig $P_T=0,25$ lenne, amelynek végrehajtására a termelés 13 napra rendelkezésre bocsátotta a gyártósort és a vállalat erre 26 egységnyi költséget tudott jelen esetben rászánni.

Első körben kiválasztásra kerültek azok a berendezésegységek, amelyek kritikusság, illetve megbízhatóság szempontjából biztosan karbantartásra szorulnak majd. Az elemzéseket követően az A, B illetve a C egységek maradtak. A D és az E egységek megbízhatósága megfelelő ($p_D=0,7$; $p_E=0,6$).

Az 5 egységből álló sort leszűkítettem 3 egységre, hiszen az elemzések következtében 2 egység karbantartása nem szükséges, így szeretnék elkerülni a túlkarbantartást. A gyakorlat nem ezt igazolta, hiszen az ott dolgozó kollégák minden egyes egységet szerettek volna felújítani, amely előre láthatólag nem váltotta volna be a hozzá fűzött reményeket. Szükséges számolásokat elvégezve, a köröket egyelőre figyelmen kívül hagyva a maximális teljes átfutási idő 12 napot, illetve 24 egységnyi költséget ölelne fel.

r^iPEM	A	B	C	D	E
A	0,4	0,4			
B	0,3	0,3			
C			0,1	0,2	
D			0,4	0,7	
E					0,6

r^iPEM	A	B	C
A	0,4	0,4	
B	0,3	0,3	
C			0,1

$\bar{S}^i - E$	A	B	C
A		0,4	
B	0,3		
C			

10. ábra: Kiindulási és a redukált projektek mátrixos megjelenítése

Forrás: saját szerkesztés

A következő projektstruktúrákat kaptam eredményképpen:

	Reprezentációs gráf	Karbantartási projektstruktúráként a blokk-diagrammok	TPT és TPC eredmények												
$\bar{S}^1 - E$ <table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>A</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C</td><td></td><td></td></tr> </table>	A	B	C	A			B			C					TPT = 12 nap TPC = 24 egység
A	B	C													
A															
B															
C															
$\bar{S}^2 - E$ <table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>A</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C</td><td></td><td></td></tr> </table>	A	B	C	A			B			C					TPT = 5 nap TPC = 24 egység
A	B	C													
A															
B															
C															
$\bar{S}^3 - E$ <table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>A</td><td>0,4</td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C</td><td></td><td></td></tr> </table>	A	B	C	A	0,4		B			C					TPT = 7 nap TPC = 24 egység
A	B	C													
A	0,4														
B															
C															
$\bar{S}^4 - E$ <table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>A</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td>0,3</td><td></td></tr> <tr><td>C</td><td></td><td></td></tr> </table>	A	B	C	A			B	0,3		C					TPT = 7 nap TPC = 24 egység
A	B	C													
A															
B	0,3														
C															
$\bar{S}^5 - E$ <table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>A</td><td>0,4</td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td>0,3</td><td></td></tr> <tr><td>C</td><td></td><td></td></tr> </table>	A	B	C	A	0,4		B	0,3		C					Részletesebben a továbbiakban.
A	B	C													
A	0,4														
B	0,3														
C															

11. ábra: Lehetséges karbantartási projektstruktúrák

Forrás: saját szerkesztés

Karbantartási terveket már korábban is tudtam úgy összeállítani, hogy az összrendszerszintű maximális rendszer-megbízhatóságra törekedve, a vállalat által támasztott korlátokat figyelembe véve, azoknak a berendezéselemeknek karbantartását terveztem be, amelyek kritikussági, megbízhatósági szempontból a legszükségesebb volt.

Azonban a visszatérő tevékenységek, visszacsatolások nem képezték a tervezési eljárás részét. A 5. táblázatban is látható, hogy ha már 1 kör kerül a berendezésegységek közé, az további lehetőségeket generál. Ez esetben külön kell foglalkozni, azzal az esettel, hogy- ha 'B' egység felújításával vagy 'A' egység felújításával kezdem munkámat. Lehetséges projekt-átfutási időket számolva az alábbi eredményekre jutottam:

4. táblázat: Körök figyelembe vétele projekt átfutási idő számítása során

Berendezésegységek Sorrend	TPT _i számítások	TPT _i részeredmény	C berendezés-egység szükséges Karbantartási ideje	TPT _i eredmény
AB [C]	BA [C]	$3+4+0,12^*(3+4)$	c [5]	12,84
ABA [C]	BAB [C]	$3+4+0,12^*(3+4)+0,12^2*(3+4)$	c [5]	12,9408
ABAB [C]	BABA [C]	$3+4+0,12^*(3+4)+0,12^2*(3+4)+0,12^3*(3+4)$	c [5]	12,952896
ABABA [C]	BABAB [C]	$3+4+0,12^*(3+4)+0,12^2*(3+4)+0,12^3*(3+4)+0,12^4*(3+4)$	c [5]	12,95434752
ABABAB [C]	BABABA [C]	$3+4+0,12^*(3+4)+0,12^2*(3+4)+0,12^3*(3+4)+0,12^4*(3+4)+0,12^5*(3+4)$	c [5]	12,954521702
ABABABA [C]	BABABAB [C]	$3+4+0,12^*(3+4)+0,12^2*(3+4)+0,12^3*(3+4)+0,12^4*(3+4)+0,12^5*(3+4)+0,12^6*(3+4)$	c [5]	12,954542604

Forrás: saját szerkesztés

Ugyanezen számítási eljárásokat elvégeztem karbantartási projektköltségekre vonatkoztatva, ahol az alábbi eredményekre jutottam:

5. táblázat: Körök figyelembe vétele projektköltség számítása során

Berendezés-egységek Sorrend		TPC _i számítások	TPC _i rész-eredmény	C berendezésegység szükséges karbantartási költség	TPC _i eredmény
AB [C]	BA [C]	$6+8+0,12*(6+8)$	15,68	c [10]	25,68
ABA [C]	BAB [C]	$6+8+0,12*(6+8)+0,12^2*(6+8)$	15,8816	c [10]	25,8816
ABAB [C]	BABA [C]	$6+8+0,12*(6+8)+0,12^2*(6+8)+0,12^3*(6+8)$	15,905792	c [10]	25,905792
ABABA [C]	BABAB [C]	$6+6+0,12*(6+8)+0,12^2*(6+8)+0,12^3*(6+8)+0,12^4*(6+8)$	15,90869504	c [10]	25,90869504
ABABAB [C]	BABABA [C]	$6+8+0,12*(6+8)+0,12^2*(6+8)+0,12^3*(6+8)+0,12^4*(6+8)+0,12^5*(6+8)$	15,9090434	c [10]	25,9090434
ABABABA [C]	BABABAB [C]	$6+8+0,12*(6+8)+0,12^2*(6+8)+0,12^3*(6+8)+0,12^4*(6+8)+0,12^5*(6+8)+0,12^6*(6+8)$	15,90908521	c [10]	25,90908521

Forrás: saját szerkesztés

A korábban írt, a vállalat által támasztott korlátokat figyelembe véve, elmondhatom, hogy a kiválasztott egységek karbantartása, körök figyelembe vételével is a határokon belül marad. Amennyiben 'A' részegység karbantartásával kezdjük meg a munkákat, majd a 'B' egység karbantartásával folytatjuk, a lehetséges maximális projekt átfutási idő 13 nap lesz, amely 2 lehetséges kört foglal magába, így 'A' egységre háromszor, 'B' egységre kétszer fordulhatunk vissza a munkák során. Ha ezt a mennyiséget meghaladják a visszacsatolások, ellenőrzések számai, akkor biztosak lehetünk abban, hogy a projektünk nem fog befejeződni a tervezett időpontban. Ugyanezen eredményekre jutottam, mikor a projekt átfutási költséget számoltam.

Azonban, hogy az elvárt megbízhatósági szintet elérjük, a felsővezetőség felé egy igénybenyújtás lehetséges, hogy amennyiben a ráfordított időt néhány órával és a költségeket pedig néhány további egységgel bővítik, akkor 2,5 kör-t követően az elvárt 25%-os megbízhatósági szint elérhetővé válik.

Attól függően, hogy mikor tartunk karban, a karbantartási tevékenységeknek nemcsak a költsége, hanem a megbízhatósága, kockázata is változhat, így a számításoknál ezt is figyelembe kell venni. De nézzük a kidolgozott tervezési eljárást egy valós, vállalati példán tesztelve.

Esetpélda a megbízhatóság központú karbantartás tervezés alkalmazására

A következő esetpéldában egy műszaki diagnosztikával foglalkozó vállalat egyik munkáján keresztül ismertetem a kifejlesztett tervezési módszer alkalmazásának lehetőségeit és jelentőségét.

A szegedi központú magánvállalkozást egy nagy olajtársaság állapotfelügyelettel foglalkozó néhány mérnöke hozta létre. Felismerték a műszaki, diagnosztikai életben rejlő lehetőségeket, és a mai napig a rezgésvizsgálattól kezdve, a motoráram analízisen keresztül, a termelékenység-fejlesztésen át, képzések szervezésével is foglalkoznak. Küldetésük, hogy támogassák partnereiket abban, hogy termelékenységüket jelentősen növeljék. Tegyék ezt beruházás nélkül, gyors megtérüléssel (kevesebb, mint 1 év) és állandósult jó, de folyamatosan fejlődő állapotot kialakítva. Elsősorban a veszteségek visszaszorítására, és a ki nem használt lehetőségek kiaknázására koncentrálnak.

Mint a vállalat egyik volt tanácsadója, munkám során nagyon sok karbantartási projekttel találkoztam, amelyeken keresztül a kidolgozott módszert, és annak alkalmazhatóságát vizsgálhattam és így tovább javíthattam. A vizsgált vállalat berendezései a következőképpen épültek fel:

rPEM	0461	1461	2461	3461	4461	4561	0561	1561	2561	3561	4561	5561
0461												
1461		0.45										
2461			0.98	0.1								
3461			0.2	0.95	0.2							
4461				0.3	0.95							
5461						0.99	0.45					
0561						0.36	0.99		0.7	0.7	0.7	
1561								0.97				0.7
2561									0.96			0.7
3561										0.99		0.7
4561											0.45	0.7
5561							0.05	0.05	0.05	0.05		0.99

12. ábra: A vizsgált gyártóberendezés felépítettsége rPEM mátrixba foglalva

Forrás: saját szerkesztés

Amennyiben a berendezésegységek megbízhatósága 96% vagy e fölötti, akkor a karbantartás végrehajtása nem indokolt.

Ezeknek a feltételeknek a figyelembe vételével a táblázatban jelölt berendezések (1461, 3641, 4461, 4561) karbantartására helyezük a nagyobb hangsúlyt. Célom, hogy a megbízhatóságot, illetve az OEE értékek növelése mellett a rendelkezésre álló idő- és költségkorlátokat figyelembe vegyem, illetve a felmerülő köröket (berendezésegységek közötti visszacsatolások beállítása) a tervezés során számításaimba integráljam.

A gyártósor megbízhatósága is azt igazolta, hogy közbe kell avatkozni, mert már a kieső gyártási idők, selejt termékek, leállások olyan mértékben megnövekedtek, hogy a gyártósor fenntarthatósága került veszélybe. Teljesen soros összetételű a sor, így abban az esetben, ha egy egység meghibásodik, a teljes sor fog leállni, nemcsak az adott egység. Ez esetben a 16,2% számolt megbízhatóság és a körülmények figyelembe vétele nem véletlenszerű.



13. ábra: A vizsgált gyártórendszer felépítettsége a karbantartásra beütemezhető berendezésesekkel kiemelve

Forrás: saját szerkesztés

Megkaptam a vállalatnál azokat a szükséges információkat is, amelyeket a tervezés során a lehetséges projektstruktúrák kialakításakor figyelembe kellett vennem.

A gyártósor karbantartására, felújítására 34 munkanap 12,76 órát és 206.400 EUR-t tudtak a rendelkezésre bocsátani. Ezek mellett pedig a karbantartást követően a gyártósorok olyan mértékű megbízhatóság-növekedést kell elérnie, hogy ne kerüljön eladásra, vagy kiiktatásra. Célom volt, hogy a módszer alkalmazásával olyan projekttervet állítsak össze, amely a 34 munkanapot 12,76 órát, illetve a 206.400 EUR-ot nem használja fel teljesen és a gyártósor megbízhatósága 70-75% fölé emelkedik.

További értékes információkhoz jutottam a vállalatnál használt integrált vállalatirányítási rendszerből, amelyet a kollégák kérésre rendelkezésemre bocsátottak.

6. táblázat: A felújításra szánt berendezésegyeségekre vonatkozó adatok

	min c ³ (EUR)	max. c (EUR)	átl. c (EUR)	min t ⁴ (nap)	max t (nap)	átl. t (nap)
1461	45 000,00	50 000,00	47 500,00	2	10	6
3461	11 050,00	12 640,00	11 845,00	2	14	8
4461	75 370,00	79 250,00	77 310,00	2	14	8
5461	62 500,00	64 900,00	63 700,00	11	13	12
	193 920,00	206 790,00	200 355,00	17	51	34

Forrás: saját szerkesztés

Az adatokat és a rendelkezésre bocsátott kereteket figyelembe véve minden egyes elem karbantartásával lehet számolni, amennyiben az átlagos költséget és időt veszem alapul. Amennyiben a maximális értékekkel számolok, felújítási többletköltséggel nem, azonban 1 napos csúszással számolni kell a számolások alapján.

Amennyiben jobban megfigyeljük a mintaként szolgáló gyártóegység felépítettségét, megfigyelhetjük a 3461-es illetve a 4461-es egység kapcsolatát, ahol egy kört realizáltunk a részletesebb vizsgálatokat követően. Korábban ez nehézségeket jelentett volna, de a kidolgozott tervezési módszer segítségével ez már nem lehetetlen a továbbiakban.

(r)r ² PEM	1461	3461	4461	4561
1461	0,45			
3461		0,95	0,2	
4461		0,3	0,95	
4561				0,45

14. ábra: A vizsgált gyártóberendezés azon egységei, amelyeknek karbantartása szükségessé vált (kiemelve a köröket)

Forrás: saját szerkesztés

Költségeket figyelembe véve minden egység karbantartására rendelkezésre áll elegendő ráfordítható összeg, sőt meghatározható, hogy a megadott költségen belül, hányszor is térhet vissza 3461-es egységről a 4461-esre, vagy éppen fordítva.

A lehetőségeket külön-külön vizsgáltam, amelyeket a következőképpen foglaltam össze:

³ c = cost: költség

⁴ t = time: idő

7. táblázat: Körök figyelembe vétele projekt átfutási idő számítása során

Berendezésegységek Sorrend		TPT _i számítások	TPT rész-eredmény	C berendezésegység szükséges karbantartási ideje	TPT _i eredmény
3461-4461	4461-3461	$8+8+0,06*(8+8)$	16,960000	1461 [6]; 4561 [12]	33,960000
3461-4461-3461	4461-3461-4461	$8+8+0,06*(8+8)+0,06^2*(8+8)$	17,017600	1461 [6]; 4561 [12]	34,017600
3461-4461-3461-4461	4461-3461-4461-3461	$8+8+0,06*(8+8)+0,06^2*(8+8)+0,06^3*(8+8)$	17,021056	1461 [6]; 4561 [12]	34,021056
3461-4461-3461-4461-3461	4461-3461-4461-3461-4461	$8+8+0,06*(8+8)+0,06^2*(8+8)+0,06^3*(8+8)+0,06^4*(8+8)$	17,021263	1461 [6]; 4561 [12]	34,021263
3461-4461-3461-4461-3461-4461	4461-3461-4461-3461-4461-3461	$8+8+0,06*(8+8)+0,06^2*(8+8)+0,06^3*(8+8)+0,06^4*(8+8)+0,06^5*(8+8)$	17,021276	1461 [6]; 4561 [12]	34,021276
3461-4461-3461-4461-3461-4461-3461	4461-3461-4461-3461-4461-3461-4461	$8+8+0,06*(8+8)+0,06^2*(8+8)+0,06^3*(8+8)+0,06^4*(8+8)+0,06^5*(8+8)+0,06^6*(8+8)$	17,021277	1461 [6]; 4561 [12]	34,021277
...		

Forrás: saját szerkesztés

Figyelembe véve a vállalat által támasztott korlátokat, elmondhatom, hogy a kiválasztott egységek karbantartása a körök figyelembe vételével is a határokon belül marad. Látható, hogy a rendelkezésre álló 34 munkanap 12,76 óra 3 körre elegendő. Így a karbantartóknak és további karbantartással foglalkozó alkalmazottnak lehetőségük nyílik más kritikusnak ítélt berendezéssel foglalkozni, és az itt megmaradt (spórolt) időt más gyártósorok felújításával eltölteni.

8. táblázat: Körök figyelembe vétele projektköltség számítása során

Berendezés-egységek Sorrend		TPC _i számítások	TPC rész-eredmény	C berendezésegység szükséges karbantartási költség	TPC _i eredmény
3461-4461	4461-3461	$(77300+11845) + 0,06*(77300+11845)$	94 493,70	1461 [47.500]; 4561 [63.700]	205 693,70
3461-4461-3461	4461-3461-4461	$(77300+11845) + 0,06*(77300+11845) + 0,06^2*(77300+11845)$	94 814,62	1461 [47.500]; 4561 [63.700]	206 014,62
3461-4461-3461-4461	4461-3461-4461-3461	$(77300+11845) + 0,06*(77300+11845) + 0,06^2*(77300+11845) + 0,06^3*(77300+11845)$	94 833,88	1461 [47.500]; 4561 [63.700]	206 033,88
3461-4461-3461-4461-3461	4461-3461-4461-3461-4461	$(77300+11845) + 0,06*(77300+11845) + 0,06^2*(77300+11845) + 0,06^3*(77300+11845) + 0,06^4*(77300+11845)$	94 835,03	1461 [47.500]; 4561 [63.700]	206 035,03
3461-4461-3461-4461-3461-4461	4461-3461-4461-3461-4461-3461	$(77300+11845) + 0,06*(77300+11845) + 0,06^2*(77300+11845) + 0,06^3*(77300+11845) + 0,06^4*(77300+11845) + 0,06^5*(77300+11845)$	94 835,10	1461 [47.500]; 4561 [63.700]	206 035,10
3461-4461-3461-4461-3461-3461	4461-3461-4461-3461-4461	$(77300+11845) + 0,06*(77300+11845) + 0,06^2*(77300+11845) + 0,06^3*(77300+11845) + 0,06^4*(77300+11845) + 0,06^5*(77300+11845) + 0,06^6*(77300+11845)$	94 835,11	1461 [47.500] 4561 [63.700]	206 035,11
...

Forrás: saját szerkesztés

A projektköltséget kiszámolva és a köröket is figyelembe véve a karbantartási projektekre a tervezett 206.400 EUR kihasználatlan maradt, ahogy korábban a 34 munkanap 12,76 óra is. Ahogy a fennmaradó időt, az itt fennmaradt ráfordítási összeget is más gyártósorok, azok berendezésegeinek karbantartására lehet a továbbiakban fordítani.

A vállalat által támasztott idő- és költségkeret határain belül sikerült a terveim alapján a felmerült problémát megoldani, azonban még egy kritérium tisztázatlan maradt. A ráfordított idő és költség, a többszöri visszatérések ugyanazon berendezésegekre, segítettek-e az elvárt megbízhatósági szint elérésében?

Abban az esetben, ha mindkét egységre (3461, 4461) csak kétszer térnének vissza a munka során, ez nem lenne elegendő a 70-75%-os megbízhatósági szint eléréséhez, csak 54,42% lenne az eredmény. Azonban, ha már háromszor térnek vissza a 3461-es illetve a 4461-es berendezésegekre, nemcsak elérhető a 70-75% megbízhatósági szint, hanem a 80,83%-os eredmény realizálható.

r ² PEM	0461	1461	2461	3461	4461	4561	0561	1561	2561	3561	4561	5561
0461	1											
1461		0,62										
2461			0,98	0,1								
3461			0,2	0,98	0,2							
4461				0,3	0,98							
5461						0,99	0,45					
0561						0,36	0,99	0,7	0,7	0,7		
1561								0,97				0,7
2561									0,96			0,7
3561										0,99		0,7
4561											0,62	0,7
5561							0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,99

r ² PEM	0461	1461	2461	3461	4461	4561	0561	1561	2561	3561	4561	5561
0461	1											
1461		0,975										
2461			0,98	0,1								
3461			0,2	0,98	0,2							
4461				0,3	0,98							
5461						0,99	0,45					
0561						0,36	0,99	0,7	0,7	0,7		
1561								0,97				0,7
2561									0,96			0,7
3561										0,99		0,7
4561											0,975	0,7
5561							0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,99

15. ábra: A kiválasztott egységek egyszeri illetve három körös karbantartását követően a módosult berendezésegyeségek megbízhatóságai r²PEM-ba foglalva

Forrás: saját szerkesztés

A kidolgozott tervezési eljárás segíti a vállalatokat abban, hogy azzal foglalkozzanak a karbantartások során, amivel kell, és a tervezett, elvárt megbízhatósági szintet a gyártósorokon elérjék. E módszer segítségével mind a túlkarbantartást, mint pedig az alulkarbantartást el tudják kerülni. A nagy kihívást jelentő pénzügyi és időkorlátok „nem túllépését” pedig könnyen meg tudják valósítani a tervezési és kivitelezési munkáik során.

Összefoglalás

A bemutatott módszer hosszadalmas, folyamatos kutatómunka eredményét képezi. A megbízhatóság alapú mátrixos karbantartás-tervezési módszer megalkotása során nagy szerepet játszott, hogy hogyan lehetséges a megbízhatóság és a meghibásodás figyelembevételével fontossági sorrend felállítása a karbantartani kívánt berendezések között illetve, hogy a tervezés során a berendezésegyeségek között helyenként felmerülő köröket számszerűsített formában vehessük figyelembe.

Fontosnak tartottam, hogy ne csak berendezések szintjén érjek el megbízhatósági javulást, hanem összrendszerszinten is. Bár a karbantartási műveletek technológiai sorrendje egy-egy berendezés javítása esetén általában kötött, az egyes berendezések javítása különböző sorrendben is elvégezhető, sőt akár meg is szakítható, és újra vissza is lehet térni ellenőrzés vagy a munka folytatása céljából az adott egységre. Amennyiben adott a költség-, erőforrás-, illetve időkeret, akkor a bemutatott módszerek segítségével olyan projektterv készíthető, amely alapján a legszükségesebb javítások tervezhetőek, ütemezhetőek.

Irodalomjegyzék

- Chen, C.H., Ling, S.F., & Chen, W. (2003): Project scheduling for collaborative product development using DSM. *International Journal of Project Management*, 21(4), pp 291-299.
- Chen, S.J., & Lin, L. (2002): A project task coordination model for team organization. *Concurrent Engineering: Research and Applications*, 10(3), pp 91-112.
- Danilovic, M., & Sandkull, B. (2005): The use of dependence structure matrix and domain mapping matrix in managing uncertainty in multiple project situations. *International Journal of Project Management*, 23(3), pp 192-203.
- Danilovic, M., & Sandkull, B. (2007): Managing complex product development projects with design structure matrices and domain mapping matrices. *International Journal of Project Management*, 25, pp 300-314.
- Eisinger, S., & Rakowsky, U.K. (2001): Modeling of uncertainties in reliability centered maintenance - a probabilistic approach. *Reliability Engineering and System Safety*, 71(2), pp 159-164.
- Eppinger, S.D., & Browning, T.R. (2012): *Design Structure Matrix Methods and Applications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Eppinger, S.D., Whitney, D.I.E., Smith, R.P., & Gebala, D.A. (1994): A model-based method for organizing tasks in product development. *Research in Engineering Design*, pp 1-13.
- Gaál Z. (2003): *Tudásbázisú karbantartás*. Veszprém: Veszprémi Egyetemi Kiadó.

- Gaál Z. (2007): *Karbantartás-menedzsment*. Veszprém: Pannon Egyetemi Kiadó.
- Gaál Z., & Kovács, Z. (2010): *Megbízhatóság, karbantartás*. Veszprém: Pannon Egyetem Kiadó.
- Garbatov, Y., & Guedes Soare, C. (2001): Cost and reliability strategies for fatigue maintenance planning of floating structure. *Reliability Engineering and System Safety*, 73(3), pp 293-301.
- Garbatov, Y., & Guedes Soare, C. (2009): Structural maintenance planning based on historical data of corroded deck plates of tankers. *Reliability Engineering and System Safety*, 94(11), pp 1806-1817.
- Gebala, D.A., & Eppinger, S.D. (1991): Methods for analyzing design procedures. *Proceedings of 3rd International ASME Conference on Design Theory Methodology*, pp 227-233.
- Huang, E., & Chen, S.J. (2006): Estimation of Project Completion Time and Factors Analysis for Concurrent Engineering Project Management: A Simulation Approach. *Concurrent Engineering - Research and Applications*, 14(4), pp 329-341.
- Khoo, L.P., Chen, C.H., & Jiao, L. (2003): A Dynamic Fuzzy Decision Support Scheme for Concurrent Design Planning. *Concurrent Engineering: Research and Applications*, 11(4), pp 836-847.
- Kiss, J., & Kosztyán, Zs.T. (2008): *Egy új módszert az informatikai projektek logikai tervezésére*. Intézményi Tudományos Diákköri Konferencia, Pannon Egyetem, Szervezési és Vezetési Tanszék, Veszprém.
- Kiss, J., & Kosztyán, Zs.T. (2009a): *Handling the Specialties of Agile IT Projects with a New Planning Method*. The Enterprise Information Systems International Conference on Research and Practical Issues of EIS, Győr.
- Kiss, J., & Kosztyán, Zs.T. (2009b): *The importance of logic planning in case of IT and innovation projects*. Debrecen, Magyarország.
- Kövesi J. (1991): *Termelőberendezések megbízhatóság-alapú karbantartása*. Budapest: BME Mérnöktoábbképző Intézet.
- Kövesi J. (1992): Megbízhatóság- alapú termelésirányítás. *Vezetéstudomány*, XXIII. évf. 1992(9-10).
- MIT DSM Research Group. (2005): *MIT DSM Web Site*. Letöltés dátuma: 2013. július 26, forrás: <http://dsmweb.org>
- Németh A. (2010a): Egy új módszer az informatikai projektek optimalizálására. In *Egy csepp tudomány - VII. Jedlik Ányos Szakmai Napok* (old.: 73-134). Veszprém, Magyarország: Pannon Egyetemi Kiadó.
- Németh A. (2010b): *Karbantartási tevékenységek megbízhatóság alapú mátrixos projekttervezése*. Intézményi Tudományos Diákköri Konferencia. Veszprém: Pannon Egyetem.
- Németh A. (2011a): *Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése*. Siófok: VII. Energorep - EDU, Tudással a termelékenységetért, a megbízható üzemelésért és biztonságért (24 órás) - Szakmai továbbképzés.
- Németh A. (2011b): *Karbantartási tevékenységek megbízhatóság alapú mátrixos projekttervezése*. Gödöllő: XXX. Jubileumi Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Közgazdaságtudományi Szekció.
- Péczely G. (2009): T vagy R? Próbáljuk meg pontot tenni egy hosszú vita végére. *Pannon Egyetemi Kiadó, A karbantartás kihívásai; Válságban – amikor a nagyok is táncolni tanulnak; Nemzetközi Konferencia Kiadványa*, pp 21-38. Veszprém.
- Péczely Gy., & Pék K. (2003): *A karbantartás korszerű irányzatai*. Szeged: A.A. Stádium Kft.
- Rick, T., Horváth M., & Bercsey T. (2006): Design tasks scheduling using genetic algorithms. *Periodica Politechnica Ser. Mech. Eng.*, 50(1), pp 37-51.
- Selvik, J.T., & Aven, T. (2011): A framework for reliability and risk centered maintenance. *Reliability Engineering and System Safety*, 96(2), pp 324-331.
- Steward, D.V. (1981): *System Analysis and Management: Structure, Strategy and Design*. New York: Petrocelli Books.
- Szabó L. (2005): A karbantartás-menedzsment szerepváltozása. In *Karbantartási kézikönyv*. Budapest: Raabe Kiadó.
- Szabó L., & Gaál Z. (2006): Project Success and Project Excellence, In "Sharing Knowledge and Success for the Future". *MMSupport GmbH*, (old.: 193-198). Bern.
- Tang, D., Zhu, R., Tang, J., Xu, R., & He, R. (2010): Product design knowledge management based on design structure matrix. *Advanced Engineering Informatics*, 24(2), pp 159-166.

- Yan, H., Wang, Z., & Jiang, M. (2002): A Quantitative Approach to the Process Modeling and Planning in Concurrent Engineering. *Concurrent Engineering - Research and Applications*, 10(2), pp 97-111.
- Yassine, A. (2010): *An Introduction to Modeling and Analyzing Complex Product Development Process Using the Design Structure Matrix (DSM) Method*. Letöltés dátuma: 2013.. július 26., forrás: IE 406 - Project Planning and Control:
<http://ie406.cankaya.edu.tr/uploads/files/Modeling%20and%20Analyzing%20Complex%20Product%20Development%20Processes%20Using%20the%20Design%20Structure%20Matrix.pdf>
- Yassine, A.A., Falkenburg, D., & Chelst, K. (1999): Engineering design management: An information structure approach. *International Journal of Production Research*, 37(13), pp 2957-2975.

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher
Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyhme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
JANKÓ Ferenc
KOLOSZÁR László
SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FÁBIÁN Attila
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁTSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant
TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth 1

ÚR Norbert

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban

B2B Relationship in Business Network 12

GYÖRKÖS Rita

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer 22

KATONA Attila Imre

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control 35

KATONA Attila Imre

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control 46

KURBUCZ Marcell

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben

Impacts of Human Resources on Project Planning 58

NÉMETH Anikó

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects 79

NÉMETH Kristóf

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében

GARCH Models in the Perception of Financial Risks 99

KISS Ágota

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms 116

CZELLENG Ádám

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre

The Impact of Flexibility on the Capital Structure 128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

*Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and
Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House.....* 156

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében¹

NÉMETH Kristóf²

Dolgozatunkban a 2008. őszi részvénytőkepiaci válság visszatekintő, retrospektív elemzésével foglalkozunk. Célunk olyan jellemző piaci körülmény azonosítása, melynek a 2008. őszi eseményeket megelőző változása a strukturális törés előjeleként értelmezhető. A pénzügyi idősorok tipikus statisztikai tulajdonságainak ismeretében, vagyis tisztán elméleti alapon döntünk az időben változó volatilitású modellek alkalmazása mellett. Olyan ökonometriai modell illesztésére teszünk kísérletet, melynek becsült paraméterei felhasználásával alkalmas, intuitív kockázati mértékhez jutunk. A gördülő GARCH³ regresszióra alapozott technikai elemzésünkben kimutatjuk a kockázati szint, mint alapvető piaci körülmény, 2008 őszt megelőző fokozatos növekedését. 2008 nyarán pedig a strukturális törés egyértelmű jeleként a variancia nem-stacionaritás jelenségét tapasztaljuk. Megállapítjuk, hogy a GARCH modellben keletkezett feltétel nélküli varianciák idősorát vizsgálva, legalábbis néhány hónappal a drasztikus áresést megelőzően, érzékelhetővé vált a kockázati szint számottevő növekedése.

Kulcsszavak: piaci körülmény, időben változó volatilitás, GARCH modell, strukturális törés
JEL-kódok: C01, C22, C58

GARCH Models in the Perception of Financial Risks

In our paper we will focus on the retrospective analysis of the share market crisis dating back to the autumn of 2008. We aim to identify the distinctive market environmental feature the change of which could have indicated the appearance of the dramatic fall in prices. Having been aware of the typical statistical characteristics of financial timelines that is based purely on theoretical grounds we have decided on the application of time-varying volatility models. We attempt to fit such an econometric model using the parameters estimated which will lead to the appropriate, intuitive risk measure. In our technical analysis based on the rolling GARCH regression we have regarded the gradual increase in the risk level as a basic market environmental component before the autumn of 2008. In fact, in the summer of 2008 we experienced the phenomenon of non-stationary variance as an evident sign of structural break. While observing the timeline of unconditional variances occurring in the GARCH model we claimed that a massive increase in the risk level could be felt at least a couple of months before the massive fall in the rate of exchanges.

Keywords: market condition, time-varying volatility, GARCH model, structural break
JEL Codes: C01, C22, C58

¹ A tanulmány a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi Szekciójának Módszertan II. – Makrogazdasági jelenségek modellezése Tagozatában első helyezést elért dolgozat alapján készült. Az OTDK-pályamunka konzulense Dr. Rappai Gábor egyetemi docens.

² A szerző a Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Karának PhD hallgatója (manzotta AT gmail.com).

³ A mozaikszó az általánosított autoregresszív heteroszkedaszticitású modell eredeti angol elnevezéséből származik (Generalised Autoregressive Conditional Heteroscedasticity).

Bevezetés

2007 nyarán a másodrendű (subprime) amerikai jelzáloghitel-piacon kialakult válság ellenére Ben Bernanke, a Fed elnöke, még optimistán nyilatkozott a növekedési kilátásokat illetően. Kijelentette, hogy nem számít komolyabb gazdasági visszaesésre a jelzáloghitelek bedőlése nyomán (Bernanke, 2007). Jóllehet az ingatlanpiaci buborék a túlkínálat hatására gyorsan kidurrant, a jelzáloghitel-piaci válság jelentősége még kérdéses volt. Más piacok ugyanis, így a részvényt piac is, még tartották magukat az erősen pesszimista válsághangulat ellenére. Azóta már tudjuk, hogy a jelzálogpiaci hitelek bedőlése az utóbbi évtizedek legsúlyosabb gazdasági recesszióját vetítette előre (Király et al., 2008).

A rég nem látott mértékű visszaesés okairól, csakúgy, mint az azóta is aktuális válságkezelés lehetséges módozatairól erősen megoszlik a közgazdász szakma véleménye. Egyesek a piaci koordináció tökéletlenségeit, míg mások az állam túlburjánzott gazdasági szerepvállalását kárhoztatják (Mellár, 2010). Voltak, akik 2008 őszén már a piaci rendszer kudarcát vizionálták apokaliptikus jövődőléseikben, míg mások csupán a Schumpeter-féle „építő rombolás” természetszerű működését vélték felfedezni a történetek háttérében (Blanchard, 2009, Kovács, 2009). Jóllehet dolgozatunkban alapvetően tartózkodunk az effajta állásfoglalásoktól, inkább ez utóbbi konzervatív, kvázi evolucionista megközelítést tartjuk helyénvalónak. Úgy gondoljuk, a 90-es évek végére kiteljesedő internetes konjunktúra a 2000-es évek végére beérett. Legalábbis egyelőre nem látjuk, hogy a technológiai szektor képes lenne még egy, vagy több olyan forradalmi innovációt kitermelni, mint amilyen a PC, vagy az internet volt korábban. Ezek ugyanis egy viszonylag nehézkes adaptációs, betanítási fázis ellenére is érdemben tudták növelni a reálgazdaság termelékenységét. A válság tehát elsősorban azt üzeni számunkra, hogy a piac olyan beruházási lehetőséget keres, mely a tőkepiaci kereslet tartós növelése által a hosszú távú kamatszint emelkedését eredményezheti. A tőkepiaci kamatlábak emelkedése azért is volna különösen üdvözlendő, mivel az általunk látott fundamentalista válságelemzések egyik fő tanulsága szerint éppen a tőkepiaci kamatok kórosan alacsony szintje vezetett a részvényt piaci válság kialakulásához (Greenspan, 2009 pp. 428-460, Király et al. 2008, Mayer-Foulkes, 2009 pp. 1-14).

A szocialista blokk felbomlását követően erős verseny indult a fejlődő gazdaságok olcsó termelési tényezőiért (cheap-factor-seeking FDI). Ezek a nagyrészt zöldmezős beruházások formájában megvalósuló tőkebefektetések a fejlett gazdaságok technológiáját a fejlődő gazdaságok olcsó termelési tényezőivel, mindenekelőtt azok munkaerejével, párosították. Ez által, minden különösebb innovációs erőfeszítés nélkül tartós extraprofit vált elérhetővé (Mayer-Foulkes, 2009 pp. 1-14). Miután pedig a tőkeakkumuláció rátája tartósan felülmúlta a gazdaság innovációs szintjét, a tőkepiaci kamatláb csökkenése elkerülhetetlen volt. Az elégtelen tőkepiaci kereslet hiányában az így felhalmozott pénztömeg egy jelentős része a részvényt piacra jelent meg, felhajtva ezzel a részvényárfolyamokat (Greenspan, 2009 pp. 593-621, Király et al. 2008). Technikai elemzésünkben ezek után kizárólag a részvényt piaci történésekre koncentrálnunk, a válság egyéb aspektusaival nem foglalkozunk.

Megjegyezzük továbbá, hogy a részvényt piac vizsgálatában döntően a(z) NYSE Composite indexre támaszkodunk. A világ legnagyobb piaci kapitalizációjával bíró tőzsdéjének kompozit indexe 1867 vállalat részvényeit tartalmazza. Bár e vállalatok túlnyomó többsége (1518) amerikai illetőségű, azonban az európai részvények, magas kapitalizációjuknál fogva, ugyancsak jelentős szerepet játszanak az index alakulásában. Ezek szerint tehát nem tévedünk nagyot, ha a részvényt piac általános állapotát a(z) NYSE Co. index alapján jellemezzük. Ennek megfelelően az alábbi ábrán az index értékének alakulását láthatjuk a subprime válság kezdetétől a kritikus 2008-as év végéig (NYSE Euronext, 2013).



**1. ábra: A(z) NYSE Co. index értékének alakulása
(2007. január 3. – 2008. december 31.)**

Forrás: Saját szerkesztés Yahoo! Finance (2012a) alapján.

Az 1. ábra tanúsága szerint a részvénypiaci árfolyamok már 2007 nyarától kezdődően lassú csökkenésnek indultak. A befektetők többségét tehát nem nyugtatták meg a Fed elnökének optimista szavai. Ezek után azonban a részvénypiac még tartotta magát. Egészen addig, amíg nem nyilvánvalóvá vált, hogy a hitelezési válságot egy az egész világra kiterjedő reál-gazdasági krízis fogja követni. 2008 őszén a részvénypiaci buborék látványosan kidurrant: Az index mindössze három hónap leforgása alatt közel 2700 pontot veszített értékéből, ezzel min-tegy 33%-os zuhanást produkált. Összevetésképpen: Az index értéke 2007 júniusától 2008 őszéig, vagyis egy és negyed év alatt 1660 ponttal csökkent, ami 17%-os esést jelentett (*Ya-hoo! Finance, 2012b*). Elemzésünk célja tehát olyan jellemző piaci körülmény változását ki-mutatni, mely a részvényárfolyamok, illetve az árfolyamhozamok⁴ ilyen mértékű változását vetíthette volna előre.

Módszertani alkalmazást bemutató dolgozatunkban előbb áttekintjük a pénzügyi időso-rok jellemző karakterisztikáit, majd ismertetjük a hozamok sztochasztikus volatilitásában auto-regresszivitást (autokorrelációt) feltételező GARCH modellt. Ezek után megalkotjuk a technikai elemzésünk ökonometria háttérét biztosító modellünket. Eközben a rezsímváltó modellek alap gondolatára is igyekszünk reflektálni.

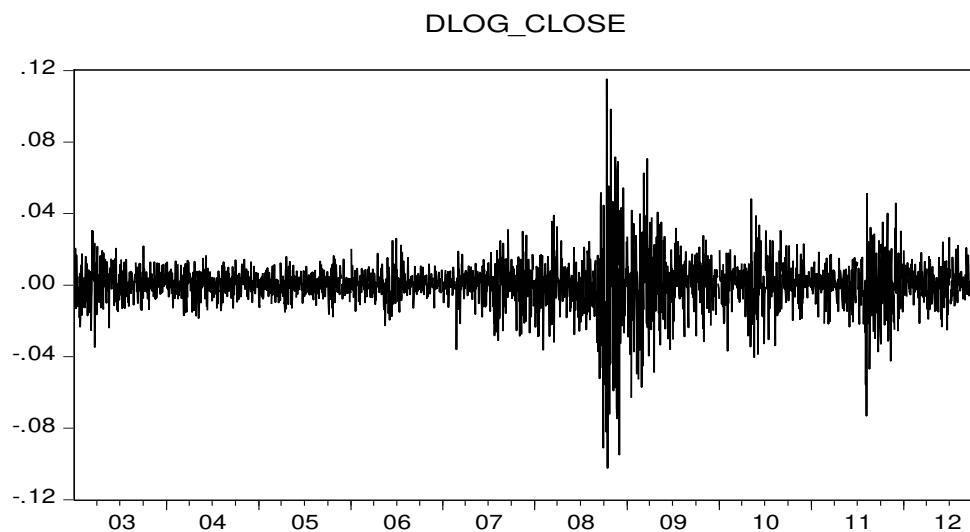
Módszertan

A tőzsdéi árfolyamok modellezése több szempontból kulcsfontosságú: Az árfolyamok, illetve árfolyamhozamok mozgását leíró ökonometria modellek kulcsszerepet játszanak a modern pénzügyi elméletekben, így például az opciós ár meghatározásában, vagy más derivatívák értékelésében. A bankok a kereskedési könyvükben szereplő pénzügyi eszközeit, valamint az azokat érintő piaci kockázatokat is ilyen módszerekkel értékelik. A pénzügyi ökonometria módszertanára támaszkodunk továbbá az optimális befektetési portfóliók kialakításakor, az eszközértékelés során (*Varga, 2001*). Látnunk kell ugyanakkor, hogy a jelenleg alkalmazott sztochasztikus modellek és a rájuk épülő elméletek pontatlanok. A piaci válságok egyrészt annak tulajdoníthatók, hogy a piaci szereplők az elterjedt modellek alapján rosszul mérik fel a

⁴ Bár a részvényindex értékét pontban mérjük, az a tőzsdén forgó részvények árfolyamának átlagos változását tükrözi. Ilyen összefüggésben beszélhetünk árfolyamhozamokról. Mivel a(z) NYSE kompozit index közkezhányad (free float) alapú súlyozást használ, így sokkal inkább beszélhetünk átlagos árfolyamhozamokról, mint például az ár alapú súlyozást alkalmazó Dow Jones Ipari Átlag esetében.

befektetések kockázatát, és hibás befektetési döntéseket hoznak. Másrészt az ökonometriai modellek ez idáig képtelenek voltak megragadni a befektetői lélektan olyan irracionális vonásait, melyek azonban olykor szisztematikusak, s így akár modellezhetők lehetnének. Ennek fényében nem meglepő, hogy bár a széles körben elterjedt pontatlan modellek helyett az utóbbi időben számos újabb modell született, azonban az új modellek közül egyik sem írja le lényegesen jobban az adatokat, mint a korábbiak. Mindez sajnos annak ellenére is igaz, hogy e modern regressziós technikák a hozam idősorok eddig megismert tipikus statisztikai tulajdonságait (stylized facts) lényegesen jobban képesek szimulálni, mint a korábbi statikus modellek. A hozam idősorok tán legfontosabb karakterisztikáit az alábbiakban láthatjuk (Palágyi, 2003, Rappai, 2004 pp. 153).⁵

1. Az empirikus hozameloszlások széle a sok kiugró, outlier érték miatt vastagabb, mint a referencia (normális) elméleti eloszlás esetében. Az eloszlás lehet aszimmetrikus.
2. A hozamok rövid távú autokorrelációja, a hatékony piacok elméletével összhangban, általában elhanyagolható (Fama, 1970). Előfordul azonban, hogy az autokorrelációs függvény olyan lassan tart nullához, hogy az autokorrelációk összege nem konvergál. Ez esetben azt mondjuk, hogy a hozamok idősora hosszú távú memóriával rendelkezik.⁶
3. A hozamok abszolút értékeiből, vagy hatványaiból, mindenekelőtt négyzeteiből álló idősorok autokorrelációi nagyon lassan szűnnek meg.
4. A volatilitás időbeli csoportosulása (volatilitiy clustering), miszerint a hasonló abszolút értékű hozamok időben közel vannak egymáshoz. E nevesített tulajdonság különösen nagy relevanciával bír modellalkotásunk szempontjából, így volatilitás klaszterződését a részvényhozamok esetében az alábbi 2. ábrán szemléltetjük.



2 ábra: A(z) NYSE Co. index alapján számított napi árfolyamhozamok értékének alakulása 2003. január 2. és 2012. október 12. között

Forrás: Saját szerkesztés Yahoo! Finance (2012b) alapján.

5. A tőkeáttétel-hatás (leverage effect) lényege a nem várt hozamváltozásra adott aszimmetrikus volatilitás válasz. Megfigyelhető, hogy a volatilitás általában nagyobb mértékben nő egy negatív sokk hatására, mint egy azonos abszolút értékű, ám pozitív előjelű sokkot követően. Mindez egyben alátámasztani látszik a híres magyar szár-

⁵ A pénzügyi idősorok két legalapvetőbb tulajdonsága a nagy frekvencia (gyakoriság) és a nagy volatilitás (szóródás, változékonyság). Ezeket azonban, mint eleve adott körülményeket tekintjük.

⁶ Ezt a jellegzetességet igyekeznek a modellspecifikációban leképezni az ún. frakcionál (tört) integrált GARCH (Fractionally Integrated, FIGARCH) modell (Baillie et al. 1996).

mazású tőzsdeguru, André Kostolany azon tézisét, miszerint a piacon a félelem a legnagyobb erő (*Kostolany, 2006*).

A korábbi regressziós módszerek a hozamokat független, azonos eloszlásúnak tekintik, és az eloszlást valamely közismert eloszlás segítségével közelítik. Ezek közül most csupán a normális eloszlású, és a Lévy-eloszlást alkalmazó stabil Pareto-modellt említjük. Az utóbbi az előző általánosításának tekinthető, mivel a normális eloszlás is a stabil eloszlások családjának tagja. E modellek felépítése mögött valójában az a feltevés áll, hogy a hozamokat számos, egymástól független véletlen hatás eredőinek tekintjük. Ebben a megközelítésben, az általánosított központi határeloszlás-tétel értelmében a hozamokat stabil, így akár normális, eloszlásokkal közelíthetjük (*Palágyi, 2003*). E modellek többsége (a normális eloszlást feltételező például nem) a fentebb említett tulajdonságok közül az első leírására képes, a többiére viszont nem.

A hozam idősorok pontosabb szimulációjához ugyanis a hozamok alakulásának dinamikus viselkedését is figyelembe kell vennünk. E dinamikus modellek különösen fontos csoportját alkotják az ún. sztochasztikus volatilitás modellek, amik részben már a volatilitás⁷ dinamikáját is képesek leírni (*Palágyi, 2003*). Elemzésünk szempontjából az ún. autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitású modell (ARCH), illetve annak általánosított változata (GARCH) bír a legnagyobb relevanciával. Olyan jellemző piaci körülmény megváltozását szeretnék kimutatni 2008 őszét megelőzően, mely akár előre jelezhetne volna a drasztikus árfolyamesés bekövetkezését. Intuíciónk szerint ilyen körülmény lehet mindenekelőtt a piaci kockázat mértéke, aminek mérésekor azonban számos konceptuális problémával szembesülünk (*Holton, 2004*).⁸ Ezek után technikai elemzésünkben egy általunk önkényesen választott kockázati mérték segítségével igyekszünk ábrázolni a piaci kockázat 2008 őszét megelőző növekedését. Miután az említett GARCH modell második egyenletében a hozamváltozó varianciájára utaló összefüggés szerepel, így elemzésünkben a hozamváltozó varianciájával igyekszünk érzékelteni a pénzügyi kockázatok nagyságát. Megjegyezzük továbbá, hogy az alap GARCH modell a hozam idősorok előbb látott statisztikai jellemzői közül az első, a harmadik és a negyedik tulajdonság szimulációjára képes, illetve bizonyos módosítások, kiterjesztések elvégzése után a másik két jellemző leírására is (*Bollerslev et al. 1994*).

Az autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitású modell

Az autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitású modellek (a továbbiakban: ARCH⁹) tényszerűsége előtt a volatilitás modellezése jellemzően úgy történt, mintha az egy önálló változó lenne, melynek értéke független az árfolyammozgástól, így a hozamok alakulásától. Ezzel a hallgatólagos feltevéssel élünk például akkor is, amikor a $t+1$ időpontra vonatkozó volatilitás becslésekor a historikus volatilitásra támaszkodunk. Ugyanakkor nem feledkezhetünk meg Markowitz a pénzügy elméletet (*finance*) forradalmasító felismeréséről, miszerint a befektetők az egyes pénzügyi eszközök értékelésekor, azok várható hozamát, és jó esetben azok kockázatosságát is figyelembe veszik.¹⁰ Amennyiben pedig az egyes pénzügyi eszközök kockázatát azok várható hozamának varianciájával azonosítjuk ('proxyzzuk'), akkor beláthatjuk: a

⁷ A volatilitás (volatility) a hozam mellett a pénzügyi ökonometria másik alapváltozója, ami alapesetben az áradatok szóródására utal. Mi a továbbiakban a volatilitás fogalmát a hozamok szóródására vonatkoztatjuk, amit hozamok varianciájával (szórásával) közelítünk.

⁸ A kockázatot egy bizonytalan kimenetelű eseménynek való kitettség alapján értelmezzük, így annak definiálása szubjektív alapokat nyer. A „kitettség” fogalma ugyanis az egyén személyes értékítéletében határozódik meg (*Holton, 2004*).

⁹ A mozaikszó az autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitású modell eredeti angol elnevezéséből származik (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity).

¹⁰ Eredeti megfogalmazásban: 'We next consider the rule that the investor does (or should) consider expected return a desirable thing and variance of return an undesirable thing.' (*Markowitz, 1952 pp. 77*.)

volatilitás meghatározása nem lehet független a hozamtól, így a sztochasztikus folyamat várható értékétől (Markowitz, 1952; Szegő, 2004 pp. 1-9).

Tulajdonképpen az iménti megállapítás modellbe foglalását jelenti az ARCH modell, amit 1982-ben Robert Fry Engle mutatott be elsőként (Engle, 1982).¹¹ Engle az ARCH specifikáció leírásával az ökonometriai elemzés fókuszát is új irányba terelte. Miután a sztochasztikus folyamat feltételes várható értéknek meghatározása egyre inkább megoldhatatlan feladatnak látszott, Engle újszerű specifikációja még inkább a sztochasztikus tag vizsgálatára irányította az idősorelemzés fókuszát (Darvas, 2004). A rendkívül gyorsan népszerűvé váló ARCH modell és annak különböző kiterjesztései (lásd később), olyan nemlineáris adatgeneráló folyamatok, melyekben az eredményváltozó szóródása endogén módon, vagyis a modellen belül határozódik meg. Az ARCH modellek becsléséhez az szükséges, hogy feladjuk a klaszszikus legkisebb négyzetek (Ordinary Least Squares) módszerének alkalmazását. Könnyen beláthatjuk ugyanis, hogy amennyiben az eredményváltozó szórását a modellbecslés során minden időpontra újra becsüljük, akkor értéke korántsem lesz állandó, vagyis modellünk heteroszkedasztikus lesz (Hunyadi, 2001 pp. 161-164; Mills, 1999 pp. 130-133).

Az ARCH modell széles körű alkalmazását kétség kívül elősegítette, hogy a pénzügyi idősorok számos előbb látott jellegzetességére képes reflektálni. Mint ahogy azt a fenti 2. ábrán is láthattuk, a hozam idősorok esetén meglehetősen gyakori a volatilitás klasztereződése, vagyis a kiugró értékek sűrűsödése. Mindez azt sugallja, hogy a mai kockázatoság függ a tegnaptól, vagyis pusztán a hozamok szóródását vizsgálva „lázás” periódusok, illetve nyugodt időszakok követik egymást. Ez az empirikus felismerés felvetett egy olyan modellspecifikációt, melyben a volatilitás nagysága függ a korábbi változékonyságtól. A következőkben tehát röviden áttekintjük, hogy milyen modellspecifikációt takar az ARCH összefüggés, valamint annak általánosított változata, a GARCH modell. Ennek érdekében induljunk ki a regressziós modell véletlen változójának¹² feltételes varianciájából (Varga, 2001).

$$\sigma_{\varepsilon_t}^2 = \text{Var } \varepsilon_t | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots = E \varepsilon_t^2 - E \varepsilon_t \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots$$

Miután $E \varepsilon_t = 0$, így:

$$\sigma_{\varepsilon_t}^2 = \text{Var } \varepsilon_t | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots = E \varepsilon_t^2 | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots$$

Mivel az autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitású modellben azt feltételezzük, hogy a véletlen változó alakulásában autoregresszivitás, van¹³, ezért felírhatjuk, hogy:

$$\varepsilon_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2,$$

vagyis:

$$\sigma_{\varepsilon_t}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + u_t,$$

ahol u_t a szokásos független és azonos eloszlású fehér zaj (Bera – Higgins, 1993). Az imént látott modellt ARCH(1) modellnek nevezzük, tekintve, hogy mindössze elsőrendű késleltetést tartalmaz. Ne feledkezzünk meg eközben arról, hogy az előbbi egyenlet a becslendő modellünknek csak egy részét képezi, hiszen a teljes modellünk tartalmazza az eredményváltozó becslésére szolgáló egyenletet is, vagyis a teljes ARCH(1) modell a következőképpen írhatjuk le (Varga, 2001):

¹¹ Engle az Egyesült Királyság inflációjának változékonyságát elemezve jutott el az ARCH specifikációhoz, vagyis az ARCH modell első alkalmazása nem klasszikus értelemben vett pénzügyi idősoron, így nem kockázat előrejelzés érdekében történt.

¹² A feltételes, illetve feltétel nélküli variancia közötti különbség azonos módon értelmezhető, mint a feltételes, illetve feltétel nélküli várható érték.

¹³ Ugyancsak $E \varepsilon_t = 0$ miatt, akár azt is mondhatjuk, hogy a volatilitásban autokorreláció van.

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt} + \varepsilon_t,$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2),$$

$$\sigma_\varepsilon^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + u_t,$$

ahol y az eredményváltozó, és x_1, x_2, \dots, x_k a modell magyarázó változói. A fenti modell második egyenlete egy „technikai” összefüggést fogalmaz meg, ahol a véletlen változó varianciájához rendelt index mutatja, hogy σ_ε^2 értéke időben változó sztochasztikus folyamatot követ. Az imént látott ARCH(1) modell természetesen kiterjeszhető magasabb rendű késleltetésekkel is, vagyis:

$$\sigma_\varepsilon^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + u_t,$$

aminek felhasználásával felírható az ARCH(q) modell (Mills, 1999):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

$$\sigma_\varepsilon^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + u_t$$

Az ARCH(q) modell még általánosabb, a szimuláció szempontjából előnyösebb formában is felírható. Egyszerűsítjük továbbá a viszonylag nehézkes σ_ε^2 kifejezést is, azonban a szakirodalomban gyakran használt h_t helyett az eredetire jobban emlékeztető σ_t^2 jelölést alkalmazzuk. Ezek szerint az ARCH(q) modell megfelelően módosított, a fenti formával ekvivalens alakja az alábbiak szerint írható le (Palágyi, 2003).

$$y_t = \varphi_0 + \varphi_1 x_{1t} + \varphi_2 x_{2t} + \dots + \varphi_k x_{kt} + \varepsilon_t$$

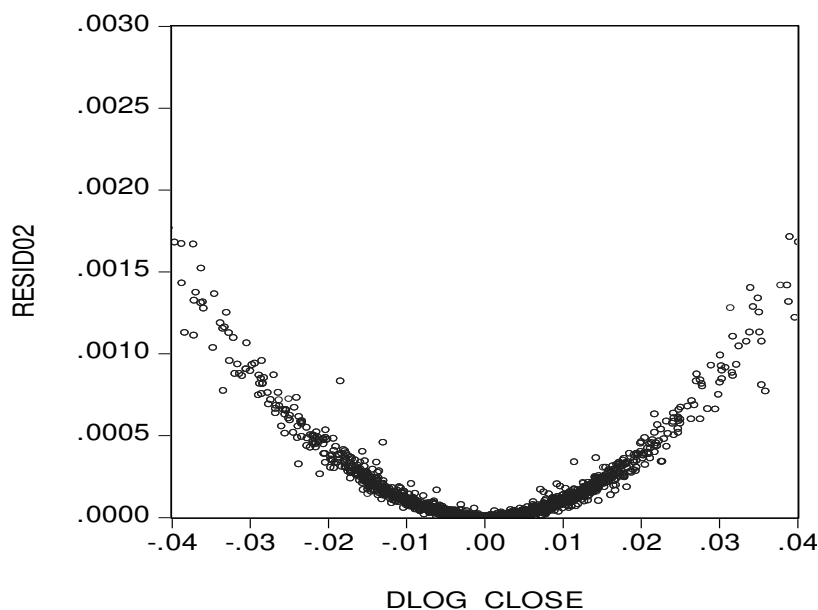
$$\varepsilon_t = v_t \sigma_t^2, \quad v_t \sim N(0, 1)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + u_t$$

Ezen a ponton felmerül a kérdés, hogy vajon az általunk vizsgált idősorra teljesül-e a modell alapvető feltevése: Vajon a napi részvényárfolyamokból képzett logaritmusos hozamok idősorában ténylegesen fellelhetőek-e az ARCH hatások?

E kérdés megválaszolása érdekében röviden bemutatjuk az ARCH hatások tesztelésének két alapvető módszerét. Érdekes lehet, hogy ezek egyikéhez sem szükséges a modell ARCH folyamatként való becslése, csupán egy várható értékre vonatkozó regresszió becslési hibáit kell vizsgálnunk. Az empirikus vizsgálat során ugyanakkor figyelembe kell vennünk, hogy az ARCH hatások tesztelése előtt a hibatarokban ne legyen autokorreláció, vagyis ennek megfelelő modellt kell felállítani a várható értékre. Ezek után amennyiben az idősorban jelen vannak az ARCH hatások, akkor a lineáris modellben (ARMA) becslési regresszió hibáinak négyzetére autokorrelált. A jelenség felismerése tehát egyszerűen, grafikus úton is megoldható, hiszen homoszkedaszticitás esetén a véletlen változóra vonatkozó empirikus megfigyelések a 0 környékén, egy jól körülhatárolható vízszintes sávban szóródnak. Ellenkező esetben, vagyis heteroszkedasztikus modellben azonban a lenti 3. ábrához hasonló reziduum-eloszlást is láthatunk (Rappai, 2013 pp. 33).¹⁴

¹⁴ A hibatarok négyzetének korrelogramjára pillantva, ugyancsak következtethetünk az elméleti idősorban lévő ARCH hatásokra.



3. ábra: Az ARMA (1,1) modellben becsült NYSE Co. napi árfolyamhozamok heteroszkedasztikus reziduuma

Forrás: Saját szerkesztés Yahoo! Finance (2012b) alapján.

Az imént látott eljárásnál némileg egzaktabb, és mindenképpen könnyebben algoritmi-zálható módszer az ún. ARCH-LM teszt. Az ARCH-LM teszt lényege, hogy az ugyancsak lineáris modellben becsült regressziós egyenlet hibatagjainak négyzetére (ε_t^2) egy AR(p) modellt illesztünk (Brooks, 2002 pp. 389-391):

$$\varepsilon_t^2 = c + \phi_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \phi_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \phi_p \varepsilon_{t-p}^2 + u_t,$$

ahol $T \cdot R^2$, vagyis az időszori megfigyelések számának és a determinációs együttható-nak a szorzata, egy $\chi^2(p)$ eloszláshoz tart azon nullhipotézis mellett, hogy: $\varepsilon_t \sim FAE N 0, \sigma^2$.

Az ARCH hatások empirikus teszteléséhez tehát a(z) NYSE kompozit index alapján számított napi logaritmusos árfolyamhozamokat ARMA(1,1) lineáris modellben becsültük 2003. január 2. és 2012. október 12. között. Az alábbi 1. táblázat ugyancsak a lineáris modellben keletkezett reziduumok heteroszkedaszticitását mutatja.

1. táblázat: ARCH-LM teszt eredménye

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	223.1138	Prob. F(6,3256)	0.0000
Obs*R-squared	950.6907	Prob. Chi-Square(6)	0.0000

Forrás: Saját szerkesztés Yahoo! Finance (2012b) alapján.

Miután meggyőződünk arról, hogy az ARCH modell adekvát módszere lehet elemzésünknek, fontos felfigyelnünk a modell alkalmazhatóságának egy erőteljes korlátjára. Ezek szerint, mivel σ_t^2 feltételes variancia definíció szerint mindig nemnegatív, továbbá $\varepsilon_{t-1}^2, \varepsilon_{t-2}^2 \dots \varepsilon_{t-q}^2$ szintén nemnegatív értékek, így az előbb látott ARCH modellek csak akkor értelmezhetők, ha teljesül az ún. nemnegativitási feltétel, azaz (Rappai, 2013 pp. 116):

$$\forall \alpha_j \geq 0 \quad j = 0, 1, 2, \dots, q.$$

Megjegyezzük, hogy a fenti reláció teljesülése elégséges, de nem szükséges a nemnegativitás biztosításához, ez által a modell értelmezhetőségéhez. Bár tanulmányunkban az ennél gyengébb, tehát szükséges és elégséges feltétel megfogalmazásával nem foglalkozunk, azt ezek alapján is könnyen beláthatjuk, hogy a késleltetések számának (q) növelése veszélyezteti a nemnegativitási feltétel teljesülését. Egyéb specifikációs valamint identifikáci-

ós problémákat is figyelembe véve általánosságban elmondható, hogy az ARCH modelleket annál nehezebb kezelni, minél magasabb a késleltetés rendje. E problémák kiküszöbölésében, valamint a hozam idősorok fentebb említett harmadik sajátosságának leírásában jelentett nagy előrelépést az ARCH modell általánosított változata (*Bollerslev et al. 1994*).

Az általánosított autoregresszív heteroszedaszticitású modell

Az általánosított autoregresszív heteroszedaszticitású modellt (a továbbiakban: GARCH) egymástól függetlenül, ám szinte egy időben mutatta be Bollerslev és Taylor 1986-ban. A modellben szereplő általánosítás lényege, hogy a véletlen változó nem konstans varianciáját magyarázó második egyenletben a t -edik időpontra vonatkozó volatilitás mellett, a becült variancia késleltetett értéke is megjelenik. Alapesetben a modell alakja a következő (*Bollerslev, 1986; Taylor, 1986*):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt} + \varepsilon_t,$$

$$\varepsilon_t = v_t \sigma_t^2, \quad v_t \sim N(0, 1)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma_1 \sigma_{t-1}^2 + u_t.$$

A fenti modellt GARCH(1,1) modellnek nevezzük, mivel a volatilitást magyarázó második egyenletben mind a véletlen változó, mind a becült variancia elsőrendű késleltetéssel szerepel.

A modellben endogén változóként szereplő σ_t^2 feltételes variancia ez esetben három tényezőtől függ: egy hosszú távon érvényes átlagos értéktől, az előző időszak volatilitástól, vagyis az eredményváltozó becslési hibájára vonatkozó információtól, továbbá magának a varianciának az elsőrendű késleltetésétől. A rekurzív visszahelyettesítés módszerével belátható, hogy már a fenti GARCH(1,1) modell esetében is végtelen számú késleltetett hibatag-négyzet határozza meg a feltételes variancia értékét (*Brooks, 2002 pp. 393*).

Ezzel együtt természetesen a GARCH modell is kiterjeszthető magasabb rendű késleltetésekkel is, amit ha megteszünk, akkor eljutunk a GARCH(p,q) modellekhez (*Bollerslev, 1986; Taylor, 1986*):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt} + \varepsilon_t,$$

$$\varepsilon_t = v_t \sigma_t^2, \quad v_t \sim N(0, 1)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + \gamma_1 \sigma_{t-1}^2 + \gamma_2 \sigma_{t-2}^2 + \dots + \gamma_p \sigma_{t-p}^2 + u_t,$$

ahol q a késleltetett négyzetes hibát, p pedig a késleltetett becült variancia értéket jelöli. Figyelembe véve továbbá, hogy $u_t = \varepsilon_t^2 - \sigma_t^2$, vagyis a variancia előrejelzésének hibája, a megfelelő átrendezéseket és behelyettesítéseket elvégezve az alábbi fontos összefüggéshez jutunk (*Darvas, 2004*). Az általános GARCH (p,q) modellspecifikáció mellett ugyanis

$$\begin{aligned} \varepsilon_t^2 = & \alpha_0 + \alpha_1 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_{\max p, q} + \gamma_{\max p, q} \varepsilon_{t-\max p, q}^2 - \gamma_1 u_{t-1} \\ & - \dots - \gamma_p u_{t-p} + u_t \end{aligned}$$

adódik, amelynél értelemszerűen $\alpha_i = 0, \forall i > q$ és $\gamma_j = 0, \forall j > p$, vagyis ε_t^2 felfogható egy olyan sztochasztikus folyamatként, amely ARMA[$\max(p,q), p$] modellben határozódik meg. Ez, a volatilitás négyzetére vonatkozó, lényegében ARMA egyenlet szolgál egyrészt a négyzetes hozamok autokorrelációinak kiszűrésére, másrészt pedig az ún. feltétel nélküli volatilitás (Unconditional error variance) meghatározására (*Darvas, 2004*).

Pénzügyi idősorok modellezéskor ugyanis gyakran merül fel az igény, hogy ne egy időről időre változó, hanem egy időben állandó értékkel jellemezzük egy adott időszak volatilitását, illetve kockázatosságát. Ez az érték ugyanis egyformán releváns az empirikus

idősor minden időpontjában. Az ökonometria nyelvén mindez azt jelenti, hogy a feltételes variancia mellett szükséges egy konstans, feltétel nélküli variancia becslése is. A feltétel nélküli variancia meghatározásához, a GARCH modell második egyenletében szereplő ARMA[$\max(p,q),p$] folyamat feltétel nélküli várható értékét képezzük az alábbi formula szerint (Bera – Higgins, 1993).

$$UEV = Var \varepsilon_t = \frac{\alpha_0}{1 - \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \gamma_j}$$

Ennek megfelelően a fenti folyamat szigorú stacionaritásának elégséges feltétele az alábbi, perzisztenciára vonatkozó összefüggés teljesülése (Bougerol – Picard, 1992):

$$V = \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \gamma_j < 1.$$

A fenti reláció teljesülése mellett a múltbeli sokkok hatása idővel csillapodik, a feltétel nélküli variancia véges pozitív érték. Az empirikus kutatások ugyanakkor azt mutatják, hogy a pénzügyi idősorokra illesztett GARCH(p,q) modellek esetében a becsült V értékekre általában nem teljesül az előbbi feltétel. Ekkor a feltétel nélküli variancia képletében a nevező előjele negatív, így sérül a modell értelmezhetősége. Ezért aztán csakúgy, mint a pénzügyi modellezés során általában, dolgozatunkban is megelégszünk az egyszerűbb GARCH(1,1) specifikáció vizsgálatával.¹⁵ A feltétel nélküli variancia ez esetben az alábbi egyszerű formában írható le (Bera – Higgins, 1993).

$$UEV = Var \varepsilon_t = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1 + \gamma_1}$$

Az előzőekkel összhangban $\alpha_1 + \beta_1 \geq 1$ esetén az ún. variancia nem-stacionaritás jelenségével állunk szemben.¹⁶ A variancia nem-stacionaritás sokkal kevésbé interpretálható, mint akár a várható érték nem konstans volta. Annak feltételezése ugyanis, hogy a kockázati szint minden határon túl nő, nem túl szerencsés a pénzügyi modellekben. Ugyanakkor, ahogy azt még a későbbiekben is látni fogjuk, egyáltalán nem kizárt, hogy találkozunk az említett jelenséggel.

Azt látjuk, hogy a fenti képlet jobb oldalán álló kifejezés az idő múlásától független. Ez a fajta állandóság azonban nem téveszthet meg bennünket. A feltétel nélküli variancia, $Var \varepsilon_t$ éppúgy valószínűségi változó a minta (empirikus idősor) kiválasztása előtt, mint a feltételes variancia, $Var \varepsilon_t | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots$ a minta alapsokaságból (elméleti idősorból) való kiválasztása után. Ezek után erre az észrevételre alapozva alkotjuk meg ökonometriai modellünket, amiben különböző, egymást követő időszakok kockázatosságát igyekszünk összehasonlítani (Hunyadi, 2001 pp. 83-101).

Modellalkotás

A módszertani részben áttekintettük a hozam idősorok legfontosabb statisztikai jellemzőit, továbbá meggyőződünk arról, hogy a GARCH modell megfelelő ökonometriai-elméleti alapot nyújthat technikai elemzésünk elkészítéséhez. Elérkeztünk tehát a modellalkotás fázisához: Lássuk, mennyiben segíthette volna a 2008 őszén bekövetkezett részvénypiaci árzuhanás előre jelzését egy GARCH regresszióra alapozott technikai elemzés?

¹⁵ Az előző összefüggésből $V = 1$ megszorítás bevezetésével kapjuk az ún. integrált GARCH, vagyis IGARCH modelleket (Mills, 1999).

¹⁶ A variancia nem-stacionaritás értelmében tehát a feltételes varianciák időszora nem stacioner, következésképpen a GARCH modell alapjául szolgáló hozam idősor sem az. Előbbi esetben a folyamat véges várható értéke, utóbbi esetben pedig a folyamat véges varianciája nem képezhető.

A korábbiaknak megfelelően modellalkotásunk célja a kockázati szint, mint alapvető piaci körülmény, 2008 őszt megelőző növekedésének kimutatása. Ez ugyanis a hozam idősor viselkedésének közelgő megváltozását jelezhetné előre. Ökonometria szóhasználatával élve a strukturális törés lehetséges előzményét, előjelét keressük az idősorban. Az imént tett megfontolások tükrében látnunk kell, hogy az általunk vizsgált probléma jellegét tekintve a rezsimváltó modellek irányába terel minket (*Brooks, 2002 pp. 451-453; Rappai, 2013 pp. 126*). E modellek alapvető koncepcióját az által igyekszünk beépíteni modellünkbe, hogy az ún. gördülő regresszió (rolling regression) technikáját alkalmazzuk a futtatások közben. Ezek szerint 2003 januárjától kezdve újabb és újabb éves idősori mintákat (éves ablakokat) vizsgálunk oly módon, hogy a kezdő hónapot minden esetben egyel tovább „gördítjük”. Így jutunk el végül 88 lépést¹⁷ követően a 2011 októberével kezdődő, tehát 2012 októberével végződő, utolsó éves mintához. Ez által egy megfelelően specifikált GARCH modellben minden időszakhoz hozzárendelhetjük a feltétel nélküli variancia (volatilitás) értékét. Korábban beláttuk, hogy ez az érték egyformán releváns az éves minta egészére nézve. Ez alapján tehát kvázi összemérhetővé válik az egymást átfedéssel követő időszakok volatilitása, vagyis az azokat jellemző kockázati szintek nagysága. Ehhez a továbbiakban csupán az alábbi GARCH(1,1) modellspecifikációra van szükségünk:

$$r_t = c + \varepsilon_t,$$

$$\varepsilon_t = v_t \sigma_t^2, \quad v_t \sim N(0, 1)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma_1 \sigma_{t-1}^2 + u_t,$$

ahol az első egyenlet eredményváltozója a(z) NYSE Co. index alapján kalkulált napi árfolyamhozamot jelöli, $r_t = \ln \frac{p_t^{NYSE}}{p_{t-1}^{NYSE}}$. Láthatjuk, hogy az eredményváltozó becsléséhez csupán egy konstans tagot használtunk fel. Hipotézisünk ellenőrzése szempontjából ugyanis a folyamat várható értékének becslése csupán másodlagos. Az elemzésünk szempontjából elsődleges feltétel nélküli variancia ugyanakkor egyszerűen meghatározható a modellspecifikáció alapján, az ismert formula szerint.

$$UEV = \sigma_t^2 = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1 - \gamma_1}$$

Ez az érték tehát egy adott éves minta kockázatoságát hivatott jellemezni. A gördülő regresszió által valójában újabb és újabb empirikus idősorokat rendelünk hozzá adott modellspecifikációhoz. Az egymást követő futtatások ennek megfelelően különböző paraméterértékeket, végső soron eltérő feltétel nélküli variancia (Unconditional error variance, a továbbiakban UEV) értékeket eredményeznek. Miután a gördülő regresszióban havi léptetést alkalmazunk, ezért az egyes minták kockázatosága elvileg csupán első és utolsó hónapuk kockázatoságát tekintve különbözik egymástól. Ez alapján az UEV értékek kismértékű változásából is a kockázatoság viszonylag jelentős növekedésére/csökkenésére következtetünk.

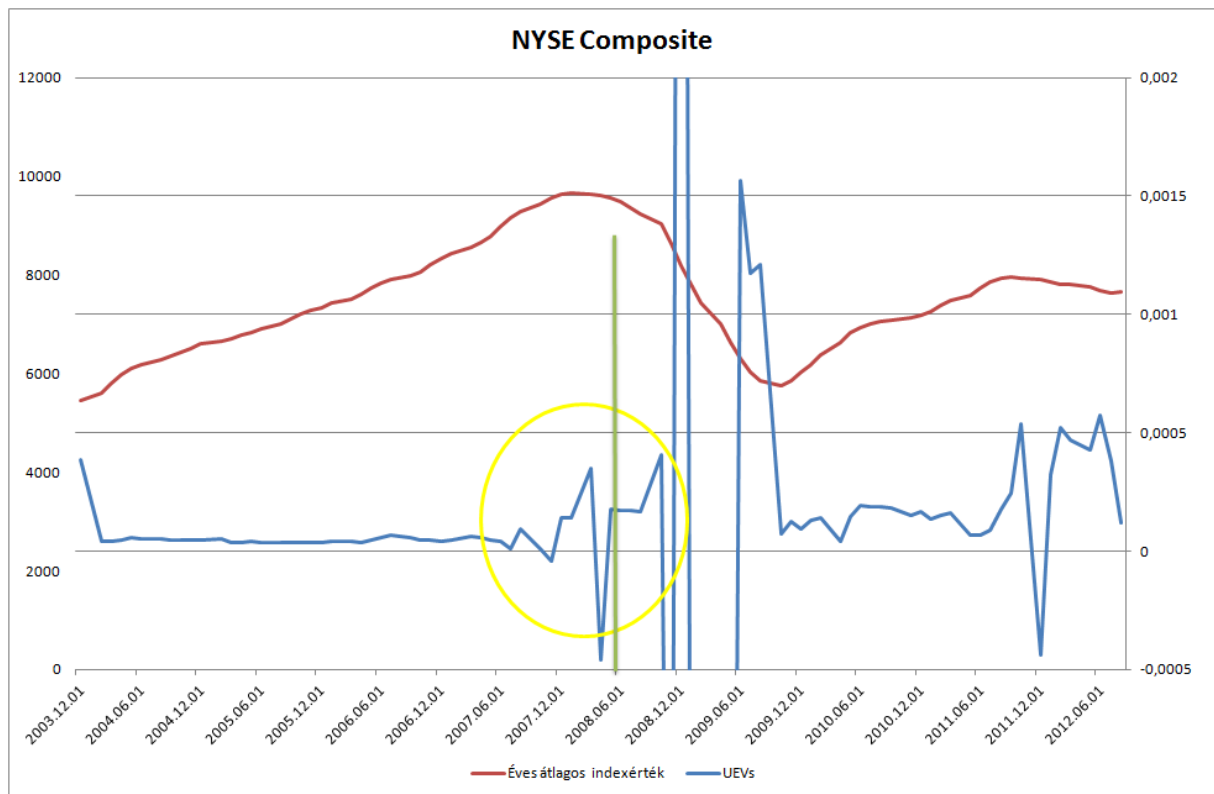
Előzőleg láttuk, hogy a pénzügyi idősorokat a variancia csoportosulása jellemzi. Ezek szerint megkülönböztethetünk relatíve kockázatos és viszonylag nyugodt periódusokat az időszakon belül. Technikai elemzésünkben ennek megfelelően a részvénypiac 2008 őszt megelőző fokozatos „belázasodását” szeretnénk kimutatni. Empirikus ismereteink alapján azt is tudni véljük, hogy a hosszantartó, markáns árfolyamrendek egyre inkább mérlegelik a trendfordulót (*Brooks, 2002 pp. 404-409; Mills, 1999 pp. 136-139; Rappai, 2013 pp. 111*). Mindezek alapján valószínűsítjük, hogy a részvényárfolyamoknak létezik egyfajta „természetes” növe-

¹⁷ 2003. január 2. és 2012. október 12. között valójában 117 teljes hónap telt el, ám tőzsdei kereskedés csak hétköznapokon zajlott, és akkor sem mindig (munkaszüneti napok, különleges események, kereskedés felfüggesztése). Az eltérést tehát az idősor nem ekvidisztáns jellege okozza.

kedési rátája, ami a szisztematikus kockázat kvázi állandó, kellően alacsony szintjét feltételezi. A részvénypiaci buborék kidurranása előtt következésképpen az UEV értékek növekedésére, valamint egyre növekvő mértékű változására számítunk. Sőt, a részvénypiac nagymértékű visszaesését látva azt sem zárjuk ki, hogy találkozunk a variancia nem-stacionaritás jelenségével. Dolgozatunkban ezek után a technikai elemzés lényegi részét képező grafikonelemzés módszerével igyekszünk meggyőződni előzetes feltevéseink igazságtartalmáról.

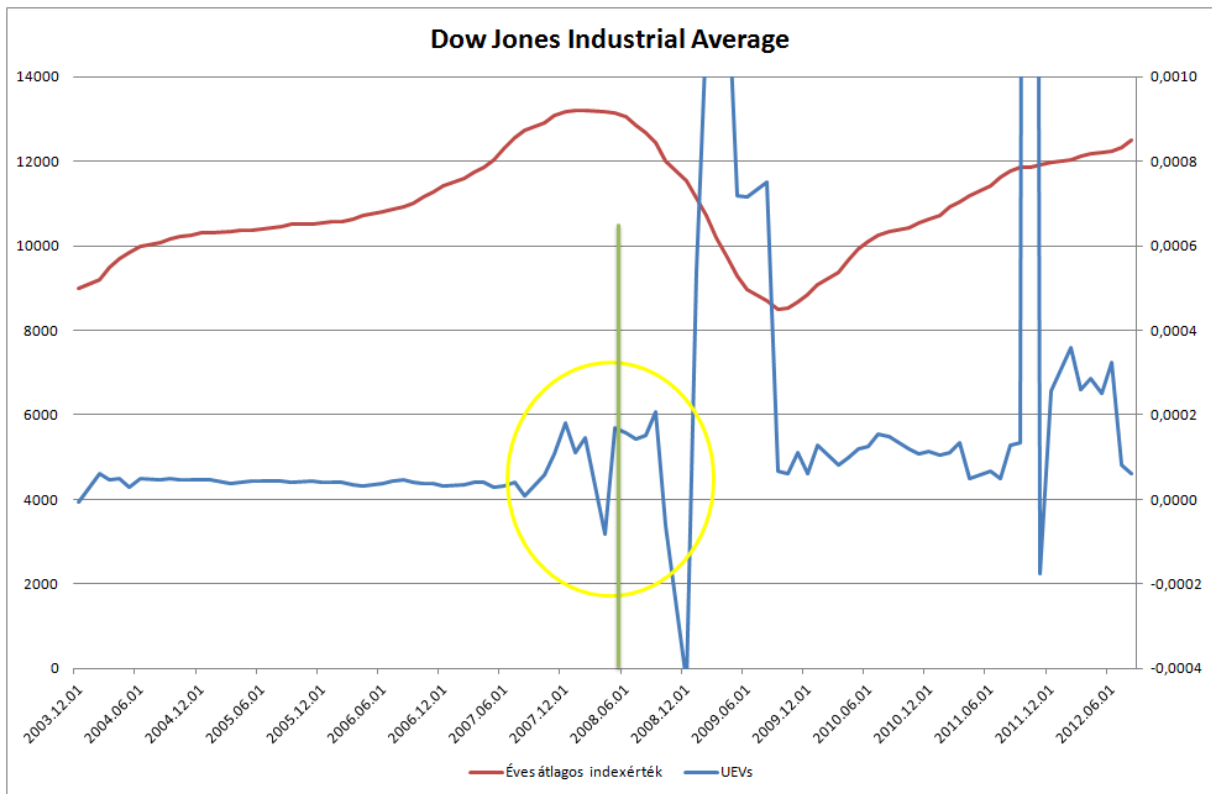
Bár az eddigiekben a részvénypiac jellemzésekor kizárólag a(z) NYSE Co. indexre hagyatkoztunk, a későbbiekben elemzésünk érvényességét kiterjesztendő további négy egyaránt meghatározó tőzsdeindexet is figyelembe veszünk. Megjegyezzük továbbá, hogy az általunk némiképp önkényesen kiválasztott indexek értékének számítása nem feltétlenül azonos metodológia alapján történik. Ezzel együtt azonban az összes lentebb látott index megegyezik abban, hogy valamilyen súlyozási módszer alapján az indexkosár tartalmát adó részvények átlagos árfolyamát tükrözi. Ez által lehetőségünk nyílik egyfajta napi átlagos részvényhozam megállapítására – tekintve, hogy az említett indexek értékét naponta közlik. Technikai elemzésünk eredményét ezek után az alábbiakban láthatjuk.

A technikai elemzés eredménye

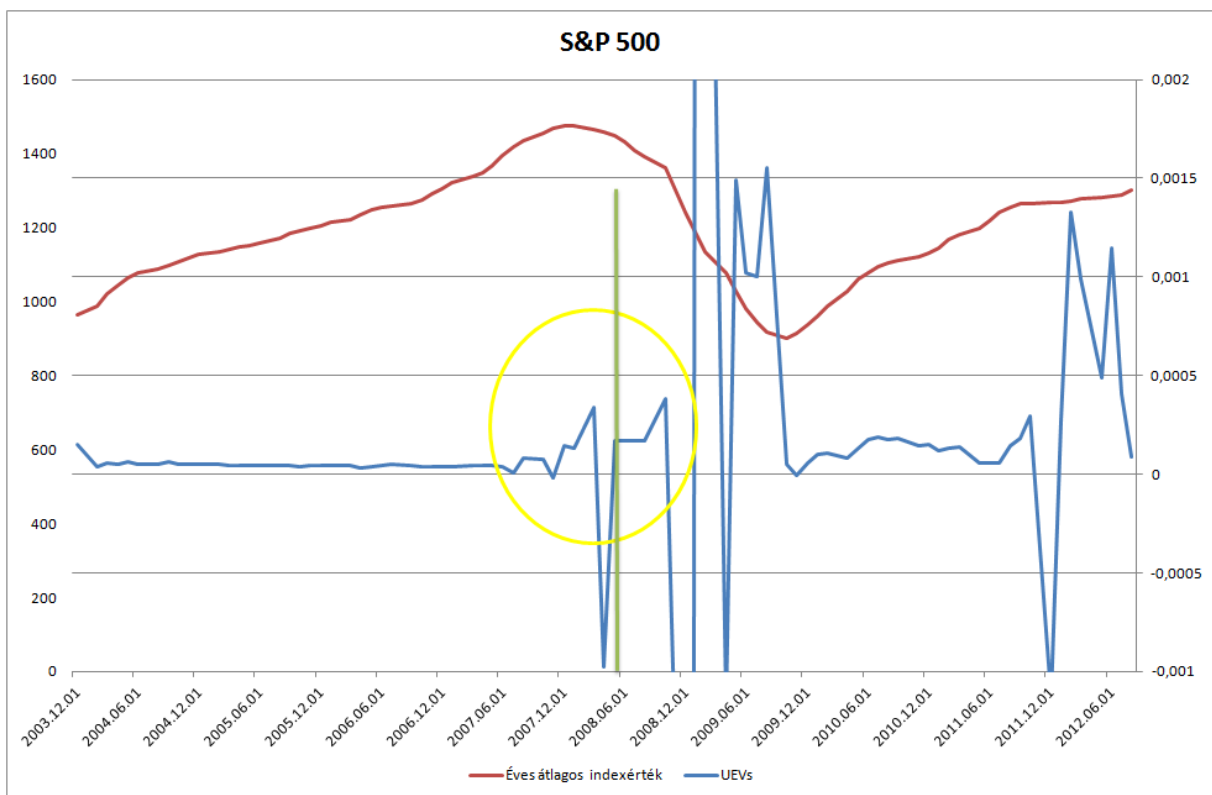


4. ábra: A feltétel nélküli variancia (UEV) értékének alakulása a(z) NYSE Co. index alapján

Forrás: Saját szerkesztés Yahoo! Finance (2012b) alapján.

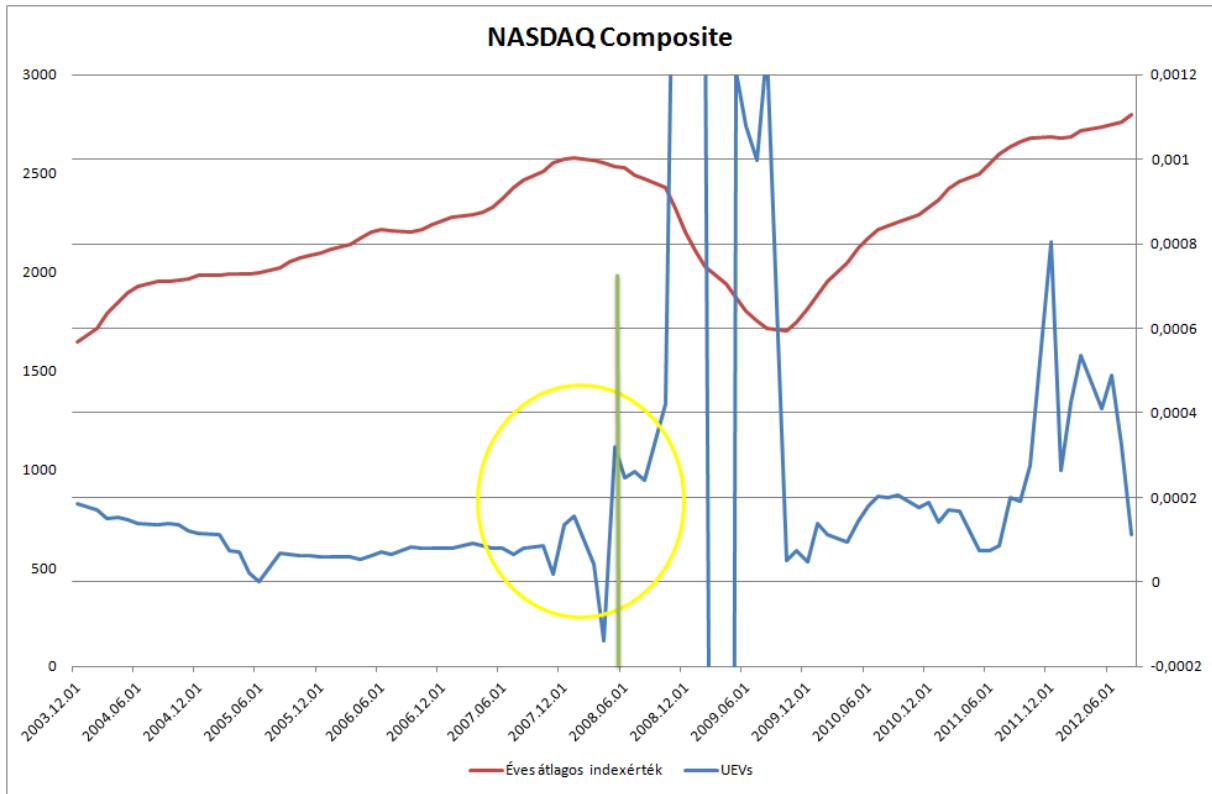


5. ábra: A feltétel nélküli variancia (UEV) értékének alakulása a(z) DJIA index alapján
 Forrás: Saját szerkesztés Yahoo! Finance (2012b) alapján.



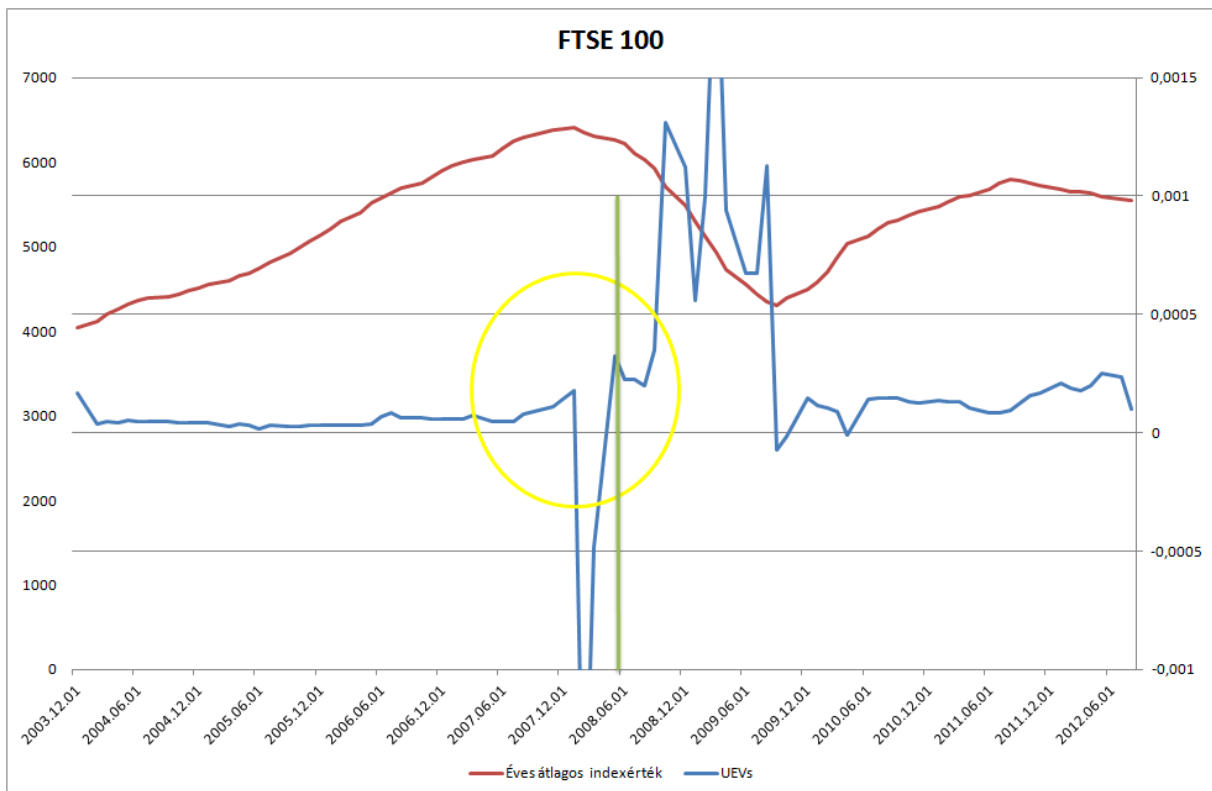
6. ábra: A feltétel nélküli variancia (UEV) értékének alakulása a(z) S&P 500 index alapján

Forrás: Saját szerkesztés Yahoo! Finance (2012b) alapján.



7. ábra: A feltétel nélküli variancia (UEV) értékének alakulása a(z) NASDAQ Co. index alapján

Forrás: Saját szerkesztés Yahoo! Finance (2012b) alapján.



8. ábra: A feltétel nélküli variancia (UEV) értékének alakulása a(z) FTSE 100 index alapján

Forrás: Saját szerkesztés Yahoo! Finance (2012b) alapján.

A fenti saját szerkesztésű ábrákon kék vonallal jelöltük az UEV értékek alakulását, míg a piros vonallal az adott éves minták átlagos árfolyamértékét kívántuk szemléltetni. Tekintve, hogy az általunk vizsgált folyamat diszkrét paraméterterű, a vonaldiagram alkalmazása kissé félrevezető lehet. Az egyes éves ablakokhoz tartozó UEV- és árfolyamértékek erős átfedése miatt ugyanakkor ezt az ábrázolási formát találtuk a leginkább helyénvalónak.¹⁸ A vízszintes tengelyen szereplő dátumok ennek megfelelően az egymást követő éves periódusok végét jelölik.

Az ábrák tanúsága szerint az UEV értékek alakulása már 2007 ősztől kezdve jelentős változást mutatott az előzetes trendhez képest. 2007 nyaráig ugyanis az UEV értékek kvázi állandóságát figyelhetjük meg. Innentől kezdve azonban a variancia értéke időszakról időszakra egyre növekvő mértékben változott. Azt mondhatjuk tehát, hogy 2007 ősztől tartós és egyértelmű eltérés figyelhető meg az UEV értékek alakulásában. Jóllehet egy-egy időszakot érintő kisebb eltérések ezt megelőzően is észlelhetők, ezek a változások pusztán átmenetiek: az UEV értékek néhány „gördítést” követően visszatérnek a korábbi állandó szintre. Az egyetlen komolyabb eltérés a vizsgált időszak elején látható, ami vélhetően a dotcom válság lecsengéséhez köthető. Ezt a magyarázatot alátámasztani látszik, hogy a NASDAQ Co. index esetében, a többi indexhez viszonyítva jóval lassabb ütemben ment végbe a kockázati szint csökkenése. Ebből a szempontból különösen érdekes az 5. és a 7. ábra összevetése, mivel a DJIA indexkosarában az előbbihez képest jóval alacsonyabb a technológiai iparágban érdekelt vállalatok papírjainak az aránya. Az UEV értékeknek a vizsgált időszak elejét érintő csökkenése tehát jól láthatóan a kvázi állandó kockázati szint újbóli eléréséhez vezet. Ezzel szemben, 2007 ősztől a variancia értékek hektikusan és folyamatosan növekvő mértékben váltakoznak. A hónapról hónapra növekvő amplitúdójú kilengéseket követően 2008 tavaszán már a variancia nem-stacionaritás jelenségét tapasztaljuk. A fenti ábrák alapján megállapíthatjuk, hogy a variancia már 2008 júniusát (az ábrákon zöld vonallal jelölve) megelőzően elvesztette stacionárius jellegét. Ez alapján tehát az elemzésünk tárgyát képező hozam idősorok viselkedésének strukturális változására készülhettünk volna. A perzisztencia egységnyinél nagyobb értéke mindenestre a kockázati szint minden határon túli növekedésére figyelmeztetett.

Konklúzió

A kockázati szint előbb látott alakulása alapján a részvénytőke már 2007 ősztől kezdve egy súlyos krónikus fertőzés tüneteit mutatta. Az előző ábrák mindegyikén jól látható a kezdeti lappangó „láz” fokozatos növekedése. 2008 tavaszának végén, a negatív UEV értékek által jelzett strukturális törés pedig már hónapokkal a Lehman Brothers bukása előtt figyelmeztetett bennünket a minden eddiginél nagyobb (minden határon túl növekvő) kockázat veszélyére. Technikai elemzésünk tehát megerősíteni látszik a döntően elméleti megfontolásokra alapozott előzetes feltevésünket. Megállapíthatjuk, hogy egy ilyenfajta, ökonometriai megalapozottságú technikai elemzés segíthetett volna a 2008 őszi történet drasztikus részvénytőke árfolyamesés előrejelzésében. Ezt megelőzően kimutattuk ugyanis egyrészt a részvénytőket jellemző szisztematikus kockázat növekedését, másrészt a hozam idősor stracioner jellegének megváltozását.

Dolgozatunk módszertani részében azt láttuk, hogy a GARCH modell az eredeti ARCH összefüggés általánosítását jelentette. A GARCH modell első publikálása óta azonban már ezen általánosított formának is számos módosítása született. Azt mondhatjuk, hogy a különböző módosított GARCH folyamatok nem egyszer szignifikánsan javítják a modell in-sample,

¹⁸ Az UEV értékekhez hasonlóan, az egymást követő időszakok átlagos indexértékei (átlagárfolyamai) is csupán első és utolsó hónapukban különböznek egymástól. Ez által gyakorlatilag az indexértékek 12 tagú mozgóátlag-simítása adódik. Ezzel szemben az UEV értékek változását a fenti UEV képletben szereplő paraméterek módosulása okozza.

vagyis mintán belüli illeszkedését. Ez által a miénkhez hasonló retrospektív jellegű elemzések minősége is növelhető (Bollerslev et al 1994; Varga, 2001). További kutatás tárgyát képezheti tehát a módosított GARCH folyamatokra épülő hasonló témájú technikai elemzések készítése. Csakúgy, mint az alap GARCH modellünk első egyenletének pontosabb specifikációja.

A strukturális törés kimutatásának léteznek továbbá a grafikus ábrázolásnál megbízhatóbb, formalizált módszerei is (Brooks, 2002 pp. 180-184; Rappai, 2013 pp. 41-43). Az előző ábrákon 2007 nyarat megelőzően a variancia értékek kvázi állandóságát figyelhettük meg. Ezek szerint az oda vonatkozó UEV értékek becslésekor akár egy mindössze konstans tagot szerepeltető regresszió is jól teljesíthetne. Érdekes lehet tehát megfigyelni egy ilyen primitív modell esetében az illeszkedést jellemző mutatók alakulását. Ez esetben a gördülő regresszió által a vizsgált időszak hosszát növelhetnénk. Egy az UEV értékekre vonatkozó alternatív regresszió mellett pedig a modellilleszkedésen alapuló próbák (Likelihood ratio, Wald-teszt, Lagrange-multiplikátor) is segíthetnének a strukturális törés azonosításában (Hunyadi, 2001 pp. 344-384).

Köszönetnyilvánítás

A tanulmányban szereplő táblázat és az ábrák egyaránt EViews futtatások eredményét tükrözik. A szoftver rendelkezésemre bocsátásáért, továbbá e dolgozat megírásában nyújtott segítségért köszönet a PTE KTK Gazdaságmódszertani Intézetének. Külön köszönet Dr. Rappai Gábornak, OTDK dolgozatom témavezetőjének, aki mind hozzáállásával mind számos szakmai észrevételével nagyban segítette munkámat. Köszönet illeti továbbá Oroszvári Dávidot, a Magyar Nemzeti Bank munkatársát, aki ugyancsak növelte e dolgozat tartalmi értékét.

Irodalomjegyzék

- Baillie, R. T. – Bollerslev, T. – Mikkelsen, H. O. (1996): Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, Vol. 74, Iss. 1, pp. 3-30.
- Bera, A. K. – Higgins M. L. (1993): ARCH models: Properties, estimation and testing. *Journal of Economic Surveys*, Vol. 7, No.4, pp. 305 -362.
- Bernanke, B. (2007): Reflections on a Year of Crisis (Remark). Federal Reserve Bank of Kansas City's Annual Economic Symposium. Letöltve: <http://www.federalreserve.gov/newsevents/speech/bernanke20070517a.htm> 2013.szeptember 5.
- Blanchard, O. (2009): The State of Macro. *Annual Review of Economics*, Vol.1, No. 1, pp. 1-20.
- Bollerslev, T. (1986): Generalised Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, Vol. 31, No. 3, pp. 307-327.
- Bollerslev, T. – Engle, R. F. – Nelson, D. B. (1994): ARCH models. In: *Handbook of econometrics*, Vol. 4, North-Holland. pp. 2959-3038.
- Bougerol, P. – Picard, N. (1992): Strict Stationarity of Generalized Autoregressive Processes. *Annals of Probability*, Vol. 20, No. 4, pp. 1714-1730.
- Brooks, C. (2002): *Introductory econometrics for finance*. Cambridge University Press.
- Darvas Zsolt (2004): Robert F. Engle és Clive W. J. Granger, a 2003. évi közgazdasági Nobel-díjasok. *Statisztikai Szemle*, 82. évf. 3. sz., 296-319. old.
- Engle, R. F. (1982): Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, Vol. 50, No. 4, pp. 987-1007.
- Fama, E. F. (1970): Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, Vol. 25, No. 2, pp. 383-417.
- Greenspan, A. (2009): *A zűrzavar kora. Kalandozások az új világban*. Budapest, HVG Kiadó.
- Holton, G. A. (2004): Defining Risk. *Financial Analysts Journal*, Vol. 60, No. 6, pp. 19-25.
- Hunyadi László (2001): *Statisztikai következtetésemélet közgazdászoknak*. Budapest, KSH.

- Király Júlia – Nagy Márton – Szabó E. Viktor (2008): Egy különleges eseménysorozat elemzése – a másodrendű jelzáloghitel-piaci válság és (hazai) következményei. *Közgazdasági Szemle*, LV. évf. 2008. július–augusztus, 573–621. o.
- Kostolany, A. (2006): Több mint pénz és mohó vágy. Győr, Lexecon Kiadó.
- Kovács János Mátyás (2009) Ex occidente flux. Vita a makroökonómia hasznáról és a közgazdaságtan felelősségéről. *Közgazdasági Szemle*, LVI. évf. 10. sz. 881–912. o.
- Markowitz, H.M. (1952): Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1, pp. 77-91.
- Mayer-Foulkes, D. A. (2009): Long-Term Fundamentals of the 2008 Economic Crisis. *Global Economy Journal*, Vol. 9. Iss. 4, Art. 6.
- Mellár Tamás (2010): Válaszút előtt a makroökonómia? *Közgazdasági Szemle*, LVII. évf., 2010. július–augusztus, 591–611. o.
- Mills, T. (1999): *The econometric modelling of financial time series*. Cambridge University Press.
- NYSE Euronext (2013): NYSE Composite Index. Letöltve: http://www.nyse.com/about/listed/nya_characteristics.shtml 2013. szeptember 27.
- Palágyi Zoltán (2003): Pénzügyi idősorok elemzése a Lévy-hatvány GARCH-moddal. *Statisztikai Szemle*, 81. évf., 7. sz., 571-587. o.
- Rappai Gábor (2004): A hozam-idősorok természetéről. In: Vita L. (szerk.): *Egy reneszánsz statisztikus*. Budapest, KSH, 153-165. o.
- Rappai Gábor (2013): *Bevezető pénzügyi ökonometria*. Harlow, Pearson Education.
- Szegő, G. (2004): On the (Non)Acceptance of Innovations. In: Szegő, G. (ed.): *Risk Measures for the 21st Century*. John Wiley & Sons, pp. 1-9.
- Taylor, S. J. (1986): Forecasting the Volatility of Currency Exchange Rates. *International Journal of Forecasting*, Vol. 3. No. 1., 159-170. pp.
- Varga József (2001): Pénz- és tőkepiaci idősorok sztochasztikus volatilitási modelljei. *Sigma*, 32. évf. 1-2. sz., 69-84. old.
- Yahoo! Finance (2012a): Interactive Charts. Letöltve: <http://finance.yahoo.com/echarts?s=%5EDJA+Interactive#symbol=%5Edja;range=1y;compare=;indicator=volume;charttype=area;crosshair=on;ohlcvolumes=0;logscale=off;source=undefined>; 2012. november 4.
- Yahoo! Finance (2012b): Historical Prices. Letöltve: <http://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5EDJA+Historical+Prices> 2012. október 19.

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher
Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyhme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
JANKÓ Ferenc
KOLOSZÁR László
SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FÁBIÁN Attila
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁTSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant
TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth 1

ÚR Norbert

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban

B2B Relationship in Business Network 12

GYÖRKÖS Rita

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer 22

KATONA Attila Imre

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control 35

KATONA Attila Imre

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control 46

KURBUCZ Marcell

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben

Impacts of Human Resources on Project Planning 58

NÉMETH Anikó

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects 79

NÉMETH Kristóf

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében

GARCH Models in the Perception of Financial Risks 99

KISS Ágota

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms 116

CZELLENG Ádám

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre

The Impact of Flexibility on the Capital Structure 128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

*Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and
Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House.....* 156

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban¹

KISS Ágota²

A számviteli rendszer legfőbb célja és feladata, hogy megbízható és valós képet biztosítson a gazdálkodók vagyoni, pénzügyi és jövedelmi helyzetéről a külső és belső környezet számára.

Tanulmányomban a pénzügyi instrumentumokhoz kötődő valós értéken történő értékelés szabályozását mutatom be, mint a megbízható és valós összkép biztosításának egyik lehetséges eszközét. Ezt követően a tőzsdén jegyzett magyarországi székhelyű vállalatok egyedi és összevont (konszolidált) éves beszámolóit vizsgálom primer kutatás formájában. Elsődleges célom választ kapni arra, hogy a valós értékelést a vállalatok milyen mértékben alkalmazzák az egyedi éves beszámolójuk, valamint a nemzetközi standardok szerint összeállított konszolidált beszámolójuk során, az értékelés milyen módon van hatással az eredményre, illetve hogyan változtatja meg a vagyon összetételét. Kiemelten vizsgálom az egyik legnagyobb hazai tőzsdére bevezetett vállalkozás, a Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt. pénzügyi kimutatásait. Többek között elemezem a számviteli mérlegben megjelenő valós értékelés értékelési tartalékának alakulását, a valós értékelés hatását a vállalatcsoport eredményére, illetve egy adott származékos pénzügyi kötelezettség (átváltási opció) valós értékelésének hatásait.

Kulcsszavak: valós értéken történő értékelés, pénzügyi instrumentumok, IFRS

JEL-kódok: G23, M41

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms

The main objective of the accounting system is to give true and fair view of the assets and liabilities, financial and earnings position of the holdings to provide information for internal and external users. In the theoretical chapters of my thesis, I presented the background of fair value valuation of financial instruments, as an opportunity to give true and fair view. Then, through primary research, individual and consolidated annual reports of listed companies located in Hungary were analysed in present paper.

The primary objective of this paper is to answer the following questions: To what extent do the companies apply fair value assessment in their individual annual report and consolidated report composed by international standards? How does the assessment influence on the result? How does the assessment change the composition of the property?

I focused on the valuation at fair value of financial instruments of the Hungarian Oiland Gas Public Limited Company, which is one of the largest corporations on the Hungarian Stock Exchange. Among other things, I analysed the revaluation reserve in the balance sheet - which connects to the valuation at fair value-, the effect of fair value valuation on the profit or loss, and the effects on a specific derivative financial liability (conversion option).

Keywords: real value, financial instruments, IFRS

JEL Codes: G23, M41

¹ A tanulmány a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi Szekciójának Számvitel, kontrolling I. Tagozatában első helyezést elért dolgozat alapján készült. Az OTDK-pályamunka konzulense Kondorosi Ferencné Dr. egyetemi docens.

² A szerző a Debreceni Egyetem Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Karának Számvitel mesterszakos hallgatója (kissagota1989 AT gmail.com).

Bevezetés/célok

A napjainkra jellemző, gyorsan változó gazdasági környezetben a gazdasági döntések meghozatalához a számviteli adatoknak naprakész és releváns információkat kell közvetíteniük. A vállalati teljesítmény értékelése az időszakonként meghatározott pénzügyi jelentéseken, beszámolókon alapul. A számviteli törvény általános indoklása szerint a piaci szereplők igénye, hogy hozzájussanak azokhoz az információkhoz, amelyek döntéseik meghozatalához szükségesek. Egyre gyakrabban fogalmazódik meg a múltbeli értéken alapuló adatok helyett a valós, piaci értéknek megfelelő vagyoni helyzet bemutatása iránti igény. Éppen ezért a gazdaság működésében bekövetkezett változások, a piaci szereplők megnövekedett információigénye és a nemzetközi jogharmonizációra való törekvés a számviteli szabályozás módosítását is kényszerítették. Az eszközök múltbeli, bekerülési értéken alapuló értékelésének általános elvét a számviteli törvény korábbi módosításai egyre több területen térítették el, így bizonyos mérlegtételek vonatkozásában a bekerülési értékre alapozott értékelés mellett megjelent a valós értékelés fogalma.

A jogharmonizáció következményeként az Európai Unió irányelvének megfelelően a hazai számviteli szabályozás 2004. január 1-től hatályba léptette a pénzügyi instrumentumok meghatározott körének valós értéken történő értékelési lehetőségét. Ezzel párhuzamosan az 1606/2002/EK rendelet értelmében minden tagállami, tőzsdén jegyzett vállalkozás számára kötelezővé tették a nemzetközi pénzügyi beszámolási standardok alkalmazását. Ezáltal a tőzsdén jegyzett vállalatok számára bevezették az összevont (konszolidált) éves beszámolójuk nemzetközi standardok (IFRS) szerinti elkészítésének követelményét. A Nemzetközi Számviteli Standard Bizottság (IASB, később Nemzetközi Számviteli Standard Testület, IASB) által kiadott IAS 39 Megjelenítés és értékelés standard a pénzügyi instrumentumok esetében értékelési alapszabályként a valós értéket írja elő, így a tőzsdére bevezetett vállalatok által készített összevont (konszolidált) beszámolók esetében az IAS 39 közvetlenül hatályos, és a meghatározott pénzügyi instrumentumok esetében kötelező a valós értéken történő értékelés (Nagy K, 2004, pp. 148-153).

A tanulmányban a Budapesti Értéktőzsde Részvény Szekciójában „A” és „B” részvény instrumentummal kereskedő, magyarországi székhelyű vállalatok 2011. évi egyedi és összevont (konszolidált) éves beszámolóit vizsgálom. Elsődleges céлом választ kapni arra, hogy a valós értéken történő értékelés lehetőségével milyen mértékben élnek a vállalatok az egyedi éves beszámolójuk elkészítése során. Továbbá, hogy az adott értékelési eljárás alkalmazása hogyan áll kapcsolatban az összevont (konszolidált) beszámolójukkal, és ezáltal a valós értéken történő értékelés milyen módon gyakorol hatást a vállalatok eredményére, illetve hogyan változtatja meg vagyoniuk összetételét. A továbbiakban kiemelten vizsgálom az egyik legnagyobb hazai tőzsdére bevezetett vállalkozás, a Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt. pénzügyi kimutatásait a pénzügyi instrumentumok valós értékelésének szempontjából. Többek között elemzem a számviteli mérlegben megjelenő valós értékelés értékelési tartalékának alakulását, a valós értékelés hatását a vállalatcsoport eredményére, illetve egy adott származékos pénzügyi kötelezettség (átváltási opció) valós értékelésének hatásait.

Dolgozatom témájának aktualitását az adja, hogy a számvitel az elmúlt időszakban folyamatos átalakuláson ment keresztül. Ez a fejlődés részben az Európai Unióba történő integrálódás, részben a befektetők elvárásainak kielégítése érdekében következett be. Ugyanakkor számos kritika jelenik meg manapság is, hogy a számviteli rendszer által nyújtott információk és ezen keresztül a számviteli beszámoló nem ad megbízható és valós képet a vállalkozások vagyoni, pénzügyi helyzetéről. Feltehető a kérdés, hogy a valós értéken történő értékelés mennyiben járul hozzá a pénzügyi kimutatások minőségének javulásához.

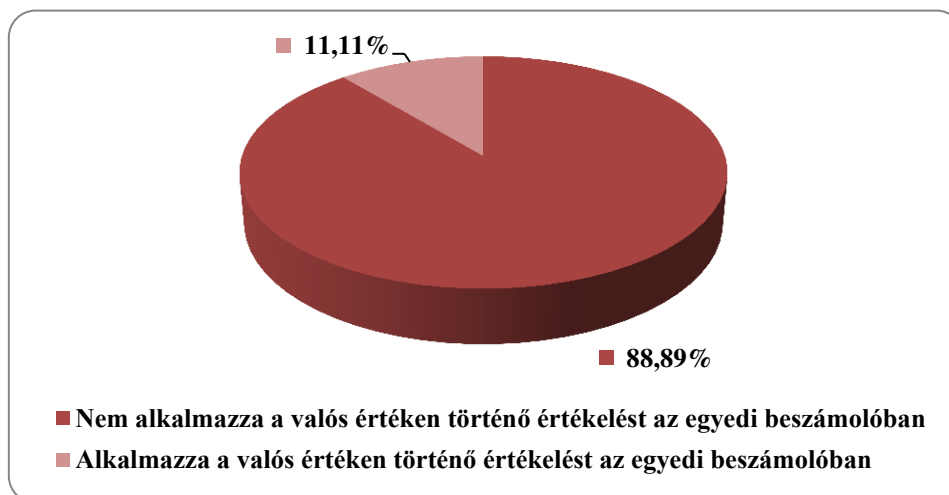
Módszertan

A Budapesti Értéktőzsdén jegyzett vállalatok a nem konszolidált, egyedi beszámolójukat a számvitelről szóló 2000. évi C. törvény előírásai szerint készítik. E törvény egyes előírásai eltérnek a Nemzetközi Pénzügyi Beszámolási Standardokban (IFRS) foglaltaktól. A hatályos számviteli törvény a pénzügyi instrumentumok valós értéken történő értékelését csak lehetőségként kínálja fel a gazdálkodóknak. Így a tőzsdéi cégek egyedi beszámolójuk elkészítése során élhetnek a választási lehetőséggel, hogy alkalmazzák-e a valós értéken történő értékelést. Ezzel szemben, az összevont (konszolidált) beszámolójuk elkészítését már a nemzetközi standardokkal összhangban kell elkészíteniük, melyek a pénzügyi instrumentumok egy meghatározott körére kötelezően előírja a valós értéken történő értékelést. Ez maga után vonja annak szükségszerűségét, hogy ezek a vállalkozások – saját döntésük alapján – az egyedi éves beszámolójukban is alkalmazzák a valós értéken történő értékelést.

Dolgozatomban 27 tőzsdén jegyzett magyarországi székhelyű vállalat 2011. évi egyedi éves beszámolóját és összevont (konszolidált) éves beszámolóját vizsgáltam primer kutatás formájában. A felmérés során a pénzügyi instrumentumok valós értéken történő értékelésének alkalmazási körét vizsgáltam és elemeztem, elsősorban megoszlási viszonyszámok segítségével. A felmérésbe a Budapesti Értéktőzsde Részvény Szekciójában „A” és „B” részvény instrumentummal kereskedő, magyarországi székhelyű vállalatokat vontam be, ide nem értve a pénzintézeteket, mivel rájuk sok tekintetben speciális szabályok vonatkoznak, így számviteli beszámolójukat is eltérő szabályok szerint készítik. A kutatás során az egyedi és az összevont (konszolidált) beszámolóik esetében is a társaságok mérlegét, eredmény-kimutatását és kiegészítő mellékletét vizsgáltam.

Eredmények

Az általam készített felmérés első vizsgálati pontja a tőzsdén jegyzett vállalatok egyedi éves beszámolóira terjedt ki. Az egyedi mérlegek, eredménykimutatások és kiegészítő melléletek segítségével azt vizsgáltam, hogy a hatályos 2000. évi C. számviteli törvény által 2004. óta engedélyezett a pénzügyi instrumentumok körére kiterjedő valós értéken történő értékelést milyen arányban alkalmazzák a vizsgált vállalati körben. A felmérés eredményét az 1. ábra szemlélteti.

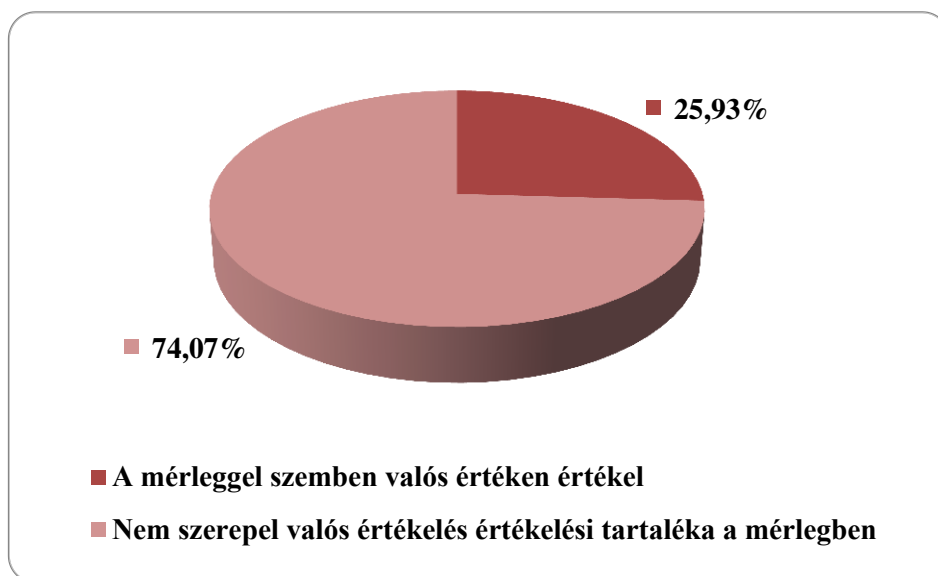


1. ábra: A pénzügyi instrumentumok valós értéken történő értékelésének alkalmazása az egyedi éves beszámolóikban

Forrás: Saját szerkesztés az egyedi éves beszámolóik adatai alapján

A 27 egyedi éves beszámoló vizsgálatának eredménye szerint a számviteli törvény nyújtotta valós értéken történő értékelés lehetőségével mindössze a vállalatok 11 %-a, azaz 3 vállalat élt. 89 %-uk (24 vállalat) nem alkalmazta ezt az értékelési eljárást. A 24 vállalatból 9 vállalat nyilatkozott tett kiegészítő mellékletében, hogy a számviteli politikában rögzített döntésük alapján a Számviteli törvény 59/A. §-ban foglaltak szerinti valós értéken történő értékelés lehetőségével nem kíván élni, így a mérlegben sem értékelési különbözet, sem valós értékelés értékelési tartaléka nem szerepel, az eredmény-kimutatás értékelési különbözetet nem tartalmaz. A fennmaradó 15 vállalat nem tesz említést az egyedi beszámolója során a pénzügyi instrumentumok valós értékeléséről. Ezek az eredmények azért is szembetűnőek, mivel a tőzsdén jegyzett vállalatoknak 2005-től kötelező az összevont (konszolidált) éves beszámolójukat a nemzetközi standardok szerint elkészíteni. Az IFRS-ek pedig egyes pénzügyi instrumentumokra kötelezővé teszik a valós értéken történő értékelést.

A Nemzetközi Pénzügyi Beszámolási Standardok (IFRS) szerint készített összevont (konszolidált) éves beszámoló vizsgálatát két részre bontottam. A valós értéken történő értékelés hatását az értékesíthető pénzügyi eszközök, a cash-flow fedezeti ügyletek és a külföldi gazdálkodó szervezetben lévő nettó befektetés fedezeti ügyletek esetében közvetlenül a mérlegben a saját tőke részeként kell kimutatni. Azonban az értékesíthető pénzügyi eszközök esetében a valós értékelés nem kötelező, csak lehetőségként írja elő a szabályozás, fedezeti ügyleteket pedig nem minden vállalkozás alkalmaz. Így külön szempontként vizsgáltam a számviteli mérlegben kimutatott valós értékelést. Az eredményeket a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra: A mérlegben kimutatott valós értékelés értékelési tartalékának vizsgálata az összevont (konszolidált) beszámolóknál

Forrás: Saját szerkesztés az összevont (konszolidált) beszámolóknál adatai alapján

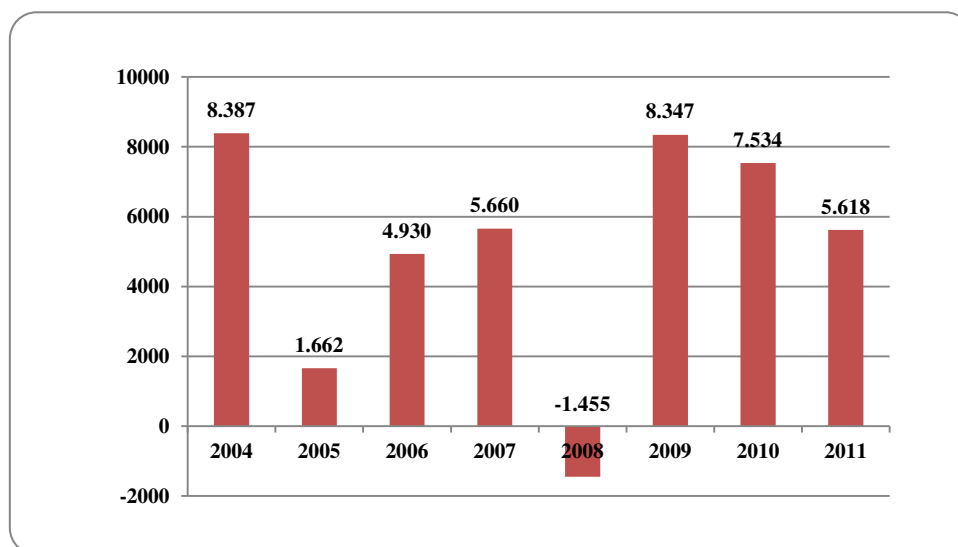
Az összevont (konszolidált) éves beszámoló vizsgálatánál a 27 vállalatból 7 vállalat (25,93%) esetében találtam a számviteli mérlegben kimutatott valós értékelés értékelési tartalékát. 20 vállalat esetében a mérlegben nem szerepel ilyen saját tőke elem. Ennek oka lehet, hogy a társaságok az értékesíthető pénzügyi instrumentumok esetében nem élnek a szabályozás nyújtotta lehetőséggel, vagy nem rendelkeznek olyan pénzügyi instrumentumokkal, amelyek esetében a valós értékre történő korrigálás eredményét a saját tőke elemeként kell kimutatni. A valós értékelés tartalékának változása – hasonlóan a befektetett eszközök esetében kimutatott érték helyesbítés értékelési tartaléka – mint saját tőke elem a vállalatok saját vagyonyának nagyságát és összetételét változtatja meg. Éppen ezért a vállalati tőke vizsgálatánál jelentős befolyásoló tényezőként jelentkezik.

Az összevont (konszolidált) éves beszámolók esetében alkalmazott valós értékelés nem csak a tartalékokon keresztül változtatja meg a vállalati saját tőke nagyságát és összetételét, hanem az eredménnyel szemben valós értéken értékelt pénzügyi instrumentumok esetében a vállalkozások jövedelmezőségét is befolyásolja, és ezen keresztül van kihatással a vállalati saját tőkére. Az eredménnyel szemben valós értéken értékelt pénzügyi instrumentumok körébe tartoznak a mérlegben szereplő, kereskedési célú pénzügyi eszközök és kötelezettségek, a kereskedési célú származékos ügylet és a piaci érték (valós érték) fedezeti ügyletek, valamint a kamatfedezeti célra kötött piaci érték (valós érték) fedezeti ügyletek. Ezen instrumentumok valós értéken történő értékelését a nemzetközi standardok kötelezően előírják, így a vizsgált beszámolóknak valós értéken kerültek kimutatásra.

Összegzésül elmondható, hogy a vizsgált 27 vállalat esetében mindössze 3 alkalmazott mind az egyedi, mind az összevont (konszolidált) beszámolójában azonos értékelési eljárást. Több vállalat esetében a konszolidált beszámoló kiegészítő melléklete tartalmazta, hogy a nemzetközi számviteli standardokkal (IFRS) összhangban történő bemutatás érdekében a magyar törvényes előírások szerinti kimutatások módosítását, átsorolását végezték el. Ez többek között kiterjedt bizonyos tárgyi eszközök (befektetési célú ingatlanok) vonatkozásában az átértékelésre, a pénzügyi instrumentumok valós értéken történő értékelésére, és minden olyan esetre, amelyet a nemzetközi standardok a hazai szabályozástól eltérően kezelnek.

A pénzügyi instrumentumok valós értéken történő értékelésének saját tőkére és eredményre gyakorolt hatásának elemzésére a Magyar Olaj- és Gázipari Nyilvánosan működő Részvénytársaság pénzügyi kimutatásait választottam. A MOL Nyrt. pénzügyi kimutatásai a nemzetközi pénzügyi beszámolási standardok előírásainak megfelelően részletesen bemutatják a vállalatcsoport által tulajdonolt pénzügyi instrumentumokat és azok valós értékelését.

A 3. ábra a MOL Csoport pénzügyi kimutatásaiban szereplő valós érték értékelési tartalékának alakulását mutatja be 2004 és 2011 között.



3. ábra: A MOL Csoport valós értékelés értékelési tartalékának alakulása 2004-2011 között (adatok millió Forintban)

Forrás: Saját szerkesztés a MOL Csoport összevont (konszolidált) éves beszámolók adatai alapján

A MOL Nyrt. konszolidált mérlegében szereplő valós érték értékelési tartalék, a hatékony cash flow fedezeti ügyletek és az értékesíthető pénzügyi instrumentumok valós értékének halmozott nettó változását tartalmazza. Ennek megfelelően a társaság a megszerzést követően az értékesíthető pénzügyi eszközeit valós értéken értékeli, a nem realizált nyereség és veszteség közvetlenül az egyéb átfogó jövedelem valós érték értékelési tartalék kategóriájában történő elszámolásával.

A cash flow fedezeti ügylet a pénzáramok változékonyságából eredő olyan kitettségek fedezése, amely egy mérlegben szereplő eszközzel vagy kötelezettséggel, vagy egy nagy valószínűséggel előre jelzett ügylettel kapcsolatos bizonyos kockázatnak tulajdonítható. A vállalatcsoportnál a fedezeti ügylet nyereségének vagy veszteségének hatékony része közvetlenül az egyéb átfogó jövedelem valós érték értékelési tartalék kategóriájában kerül elszámolásra. A valós érték értékelési tartalék összetételének alakulását az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat: A MOL Csoport valós érték értékelési tartalékának összetétele (adatok millió Forintban)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Cash flow fedezeti ügyletek értékelési különbözete	-4.709	1.132	60	-2.856	1.338	351	1.160
Értékesíthető pénzügyi instrumentumok értékelési különbözete	-2.016	2.136	670	-4.259	8.464	-1.164	-3.076
Értékelési különbözet összesen	-6.725	3.268	730	-7.115	9.802	-813	-1.916
Valós érték értékelési tartaléka	1.662	4.930	5.660	-1.455	8.347	7.534	5.618

Forrás: Saját szerkesztés a MOL Csoport összevont (konszolidált) éves beszámoló adatai alapján

A MOL Nyrt. konszolidált kiegészítő mellékletében a valós értéket az alábbiak szerint definiálja:

- azon befektetések valós értékének meghatározása, amelyekkel aktív kereskedés folyik szervezett pénzügyi piacokon, a mérleg fordulónapján érvényes, tranzakciós költségek levonása nélküli záró piaci jegyzésár alapulvételével történik
- a piaci jegyzésárral nem rendelkező befektetések valós értékének meghatározása más, lényegében azonos jellemzőkkel rendelkező instrumentumok érvényes piaci értéke, vagy a befektetések alapját képező nettó eszköztől elvárt pénzáramok alapján történik (MOL 2011. évi éves beszámoló).

A MOL Csoport értékesíthető pénzügyi eszközei közé tartozik egy értékesíthető befektetés a JANAF d.d.-ben. A kiegészítő melléklet információi alapján a valós érték megállapítására csupán a JANAF d.d.-ben lévő értékesíthető befektetés esetében alkalmazza az aktív, szervezett piacon kialakult árat. Az összes többi instrumentum esetében egyéb értékelési technikák alkalmazásával állapítják meg a valós értéket.

2005-ben és 2008-ban mind a cash flow fedezeti ügyletek, mind az értékesíthető pénzügyi eszközök valós értékében jelentős csökkenés következett be. 2008-ban a gazdasági és pénzügyi világválság hatására sok pénzügyi instrumentum előtte létező aktív piaca megszűnt. A fedezeti ügyletek a megváltozott, bizonytalan gazdasági körülmények között nem biztosították a megfelelő eredményeket. Esetükben 2008-ban 2.856 millió Ft veszteség került kimutatásra a valós értékelés következtében. Az értékesíthető pénzügyi eszközök valós értéke 4.259 millió Ft-tal csökkent. Ennek köszönhető, hogy míg 2007-ben a saját tőke részeként 5.660 millió Ft tartalék került kimutatásra, addig 2008-ra ez az érték a fedezeti ügyletek és az értékesíthető pénzügyi instrumentumok veszteségének köszönhetően -1.455 millió Ft-ra változott, ezzel csökkentve a vállalatcsoport saját tőkéjét.

2009-től a cash flow fedezeti ügyletek valós értékének esetében növekedés következett be, míg az értékesíthető pénzügyi eszközök valós értéke 2009-ben nagymértékben növekedett, majd 2010-től csökkenést mutat.

A valós értéken történő értékelésből származó értékelési különbözetek nemcsak a mérlegben, hanem az eredmény-kimutatásban is szerepelhetnek. Az eredménnyel szemben valós értéken értékelt pénzügyi instrumentumok a mérlegben szereplő, kereskedési célú pénzügyi eszközök és kötelezettségek, a kereskedési célú származékos ügyletek és a piaci érték (valós

érték) fedezeti ügyletek, valamint a kamatfedezeti célra kötött piaci érték (valós érték) fedezeti ügyletek.

A Csoport esetében az eredmény-kimutatáson keresztül valósan értékelt pénzügyi eszközök kategóriájába tartoznak a kereskedési céllal tartott pénzügyi eszközök, illetve a bekerülést követően ilyenként minősített pénzügyi eszközök. Ezen eszközök valós értékének változása nyereség esetén a pénzügyi műveletek bevételei, veszteség esetén pedig a pénzügyi műveletek egyéb ráfordításai között kerülnek kimutatásra. Ezen keresztül a valós értéken történő értékelés közvetlen hatást gyakorol a vállalatcsoport jövedelmezőségére. A vizsgált időszak alatt a MOL Nyrt. nem rendelkezett ilyen eredmény-kimutatáson keresztül valósan értékelt eszközökkel. A származékos ügyletek valós értékelésének, illetve az úgynevezett átváltható értékpapírokhoz kapcsolódó átváltási opció valós értékelésének értékelési különbözetét azonban ténylegesen az eredménnyel szemben számolja el.

A MOL 2006. március 13-án részvény adásvételi szerződést írt alá a tulajdonában lévő 6.007.479 darab „A” sorozatú MOL törzsrészvény MagnoliaFinance Limited („Magnolia”), Jersey-ben bejegyzett társaság részére történő értékesítéséről, mely ezáltal 5,58 %-os befolyást szerzett a MOL-ban (MOL 2011. évi éves beszámoló).

A Magnolia 610 millió euró értékű, lejárat nélküli, átváltható értékpapírt („Átváltható Értékpapírok) értékesített az Amerikai Egyesült Államokon, Japánon, Jersey-n, Kanadán, Magyarországon, Lengyelországon kívüli nemzetközi pénzügyi befektetők részére, amelyek 2011. március 20-a és 2016. március 12-e között („Átváltási időszak”) „A” sorozatú MOL törzsrészvényekre válthatók át. Az Átváltható értékpapírok kibocsátása névértéken történt, az első 10 évben az utánuk fizetendő éves kamat mértéke 4%, értékesítésükre 26.670 forint/részvény átváltási árfolyam figyelembevételével került sor.

A MOL a saját részvények értékesítésével egyidejűleg megállapodott egy swap szerződés aláírásában a Magnolia-val, amely alapján a MOL-t az opciós jog gyakorlását megelőző meghatározott időszak forgalommal súlyozott átlagárán vételi jog illeti meg az összes vagy egyes MOL törzsrészvényekre, bizonyos korlátozott esetekben. Továbbá, amennyiben az Átváltható Értékpapírok tulajdonosai a fenti időszak alatt nem vagy nem teljes mértékben élnek átváltási jogukkal, az Átváltási Időszak végén, majd ezt követően negyedévenként, a MOL jogosult egy vételi opción keresztül az átváltásra nem kerülő törzsrészvények megvásárlására. Amennyiben a Magnolia 2016 után az Átváltható Értékpapírok bevonásáról dönt és a MOL törzsrészvények bevonáskori piaci ára 101,54 euró/részvénytől alacsonyabb lesz, a MOL megtéríti a különbözetet (MOL 2011. évi éves beszámoló).

Az Átváltható Értékpapírok tulajdonosainak átváltási opciója Egyéb hosszú lejáratú kötelezettségként került elszámolásra, melynek valós értékre történő átértékelése az eredménykimutatásban jelenik meg. Ezen származékos pénzügyi kötelezettség bekerüléskori valós értéke 37.453 millió Ft volt. Az átváltási opció és az egyéb származékos ügyletek pénzügyi műveletek bevételei és ráfordításai között kimutatott, a valós értéken történő értékelésből származó nyereségjellegű vagy veszteségjellegű különbözetének alakulását a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat: A MOL Csoport eredménnyel szemben valós értéken értékelt pénzügyi instrumentumainak alakulása 2006-2011 között (adatok millió Forintban)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Átváltási opció valós érték értékelési különbözete	-14.131	-12.966	64.550	-19.698	-5.381	10.548
Származékos ügyletek valós értékelésének nettó nyeresége/vesztesége	2.437	-2.957	-35.293	-7.798	7.710	-74.579
Pénzügyi műveletek bevételei között kimutatott valós értékelés nyeresége	2.437	0	64.550	0	7.710	10.548
Pénzügyi műveletek ráfordításai között kimutatott valós értékelés vesztesége	14.131	15.923	35.293	27.496	5.381	74.579

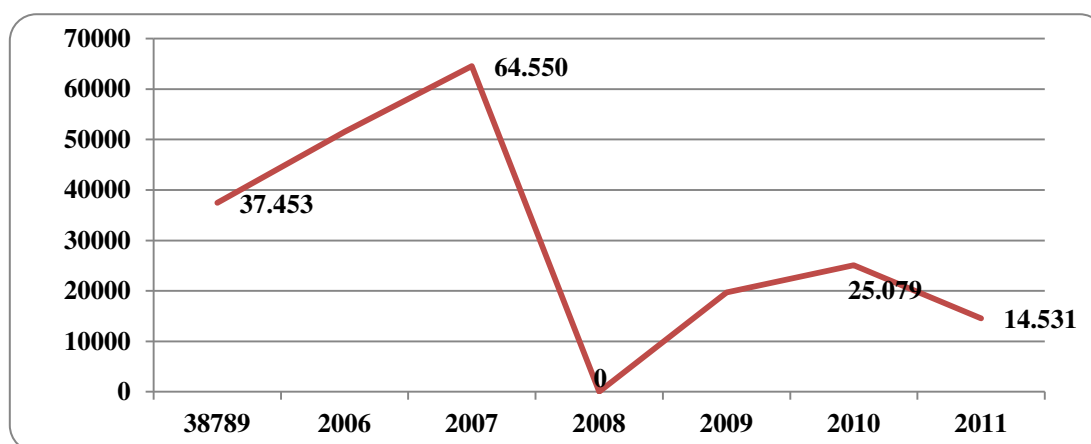
Forrás: Saját szerkesztés a MOL Csoport összevont (konszolidált) éves beszámolóinak adatai alapján

A származékos ügyletek valós értékeléséből 2006-ban 2.437 millió Ft, 2010-ben 7.710 millió Ft nettó nyereség származott, melyet a pénzügyi műveletek bevételei között számoltak el. A további vizsgált években a származékos ügyletek valós értékeléséből nettó veszteség keletkezett, mely a pénzügyi műveletek ráfordításai között került kimutatásra. Kiemelendő a 2008-as évben elszámolt 35.293 millió Ft illetve 2011-ben 74.579 millió Ft veszteség. A beszámoló kiegészítő mellékletében a 2008-ban elszámolt veszteséget a pénzügyi válság okozta változékony piaci körülményeknek következményeként magyarázták.

Az Átváltható Értékpapírok tulajdonosainak átváltási opciója az egyéb hosszú lejáratú kötelezettségek közé került elszámolásra 2006. március 13-án. Ezen származékos pénzügyi kötelezettség bekerüléskori valós értéke 37.453 millió Ft volt. A bekerülést követően az átváltási opció valós értéke a befektetés értékelés (piaci értékek) módszerével került meghatározásra és elsősorban a következő tényezők függvénye:

- Forintban kifejezett MOL tőzsdei részvényárfolyam
- HUF/EUR átváltási árfolyam
- MOL részvény árfolyam volatilitása (EUR bázison kalkulálva)
- A befektetők osztalék várakozása a MOL részvények tekintetében
- EUR – bázisú kamatláb
- Hitelkockázati felár

A bekerülést követően az átváltási opció valós értékének alakulását a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: Az átváltási opció valós értékének alakulása 2006. március 13. és 2011 között (adatok millió Forintban)

Forrás: Saját szerkesztés a MOL Csoport összevont (konszolidált) éves beszámolóinak adatai alapján

A 4. ábra jól szemlélteti, hogy az átváltási opció valós értékelése során 2006-ban 14.131 millió Ft veszteséget számoltak el, így a származékos kötelezettség értéke 51.584 millió Ft-ra emelkedett. 2007-ben további 12.966 millió Ft veszteség került kimutatásra, így 2007-ben már 64.550 millió Ft hosszú lejáratú kötelezettséget állítottak a mérlegbe. 2008-ban az általános pénzügyi és gazdasági válság hatására jelentős változás következett be az átváltási opció valós értékében. Mivel az átváltható értékpapírok piaca átmenetileg inaktívvá vált a 2008. októbertől 2009. szeptemberig tartó időszakban, továbbá mind az átváltható értékpapírok, mint az alapjául szolgáló MOL részvények piaci értéke jelentősen csökkent, az átváltási opció valós értéke 2008. december 31-én nulla volt. Így az opció valós értékre történő korrigálásaként a pénzügyi műveletek bevételei között 64.550 millió Ft nem realizált nyereség lett kimutatva. 2009 folyamán az opció valós értéke a piaci értékek módszerével került újra meghatározásra. Az átváltási opció valós értéke 2009. december 31-én 19.698 millió forint volt. 2010-re ez az érték 25.079 millió Ft-ra emelkedett, miközben – mint a 2. táblázatban is jól látható - 5.381 millió Ft veszteség került kimutatásra a pénzügyi műveletek ráfordításai között.

2011. március 20-tól az Átváltási időszak megkezdésével a részvénytulajdonosoknak lehetőségük nyílt élni a részvényekhez kapcsolódó átváltási opcióval. Így 2011. év végére a Csoport származékos pénzügyi kötelezettségének értéke 14.531 millió Ft-ra csökkent.

Az elemzésből jól látható, hogy külső piaci tényezők változására milyen mértékű nyereség illetve veszteség származik az adott pénzügyi instrumentum valós értéken történő értékeléséből. Mivel ezen pénzügyi instrumentumok esetében az értékelési különbözet közvetlenül az eredménnyel szemben kerül elszámolásra, így közvetlen hatással van a vállalat adófizetési kötelezettségére és a jövedelmezőségére. Bizonyítottnak látszik, hogy a valós értéken történő értékelés hatására elmozdulás következett be a stabil és egyenletes eredménynövekedés kimutatásától a volatilis, ingadozó eredménykimutatás felé is. E változás egyik fontos velejárója a magyarázó kiegészítő melléklet szerepének növekedése.

A MOL csoport a pénzügyi instrumentumok valós értékének meghatározására és bemutatására a következő hierarchiát használja értékelési technikáinként:

- 1. szint: a beazonosítható eszközök és kötelezettségek *aktív piacokon jegyzett ára*
- 2. szint: *egyéb technikák*, amelyekhez minden olyan *alapadat*, mely jelentős hatással van a valós értékre, *közvetlenül vagy közvetve* hozzáférhető
- 3. szint: *technikák*, melyek olyan, piacon *hozzá nem férhető alapadatokat* tartalmaznak, amelyeknek jelentős hatása van a valós értékre.

A Csoport esetében a valós érték megállapításának hierarchikus besorolása azt mutatja, hogy csupán egy pénzügyi eszköznél, a JANAF d.d-ben lévő értékesíthető befektetés esetében alkalmazza az aktív, szervezett piacon kialakult árat. Az összes többi instrumentum esetében egyéb értékelési technikák alkalmazására kerül sor, melyekhez a 2. szint alapján minden olyan alapadat közvetlenül vagy közvetve hozzáférhető, amely jelentős hatással van a valós értékre. Egyetlen pénzügyi instrumentum valós értékének megállapítása esetében sem alkalmaz olyan technikát, melyek olyan, piacon hozzá nem férhető alapadatokat tartalmaznak, amelyeknek jelentős hatása van a valós értékre.

A pénzügyi instrumentumok valós értékelése az eredménykimutatáson keresztül a Csoport jövedelmezőségére és társasági adófizetési kötelezettségére is hatást gyakorol. A Mol Rt. esetében a társasági adófizetési kötelezettség tárgyévi és halasztott adóelemeket tartalmaz. Halasztott adó azokban az esetekben keletkezik, amikor egy tétel az éves beszámolóban történő, illetve az adótörvény szerinti elszámolásában időbeli különbség adódik. A halasztott adó követelés és kötelezettség megállapítása azon évek adóköteles bevételére vonatkozó adókulcsok felhasználásával történik, amikor az időbeli különbség miatti eltérés várhatóan megtérül (H. Nagy M, 2011, pp. 3-7). A halasztott adó kötelezettség és követelés mértéke tükrözi a Csoportnak a mérleg fordulónapján fennálló, az adó eszközök és kötelezettségek realizálódá-

sának módjára vonatkozó becslését. A pénzügyi instrumentumok valós értéken történő értékelése hatással van a vállalatcsoport halasztott adóeszközeinek és adókötelezettségeinek alakulására. A 3. táblázat a mérlegben, míg a 4. táblázat az eredménykimutatásban elszámolt, a pénzügyi instrumentumok értékeléséből származó halasztott adóeszközök – és kötelezettségek nagyságát mutatják millió Ft-ban.

3. táblázat: A pénzügyi instrumentumok értékeléséből származó mérlegben kimutatott halasztott adóeszközök és adókötelezettségek alakulása 2005-2011 között (adatok millió Forintban)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Halasztott adóeszközök	-912	-237	-541	-509	-730	-522	-1.131
Halasztott adókötelezettségek	-	-140	-	-	1.174	2.524	4.745

Forrás: Saját szerkesztés a MOL Csoport összevont (konszolidált) éves beszámolóinak adatai alapján

4. táblázat: A pénzügyi instrumentumok értékeléséből származó eredménykimutatásban elszámolt halasztott adóeszközök és adókötelezettségek alakulása 2005-2011 között (adatok millió Forintban)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Halasztott adóeszközök	-14	675	-304	32	-236	207	-610
Halasztott adókötelezettségek	-	-	-	-	-462	1.228	2.026

Forrás: Saját szerkesztés a MOL Csoport összevont (konszolidált) éves beszámolóinak adatai alapján

A 3. és 4. táblázat adataiból megállapítható, hogy a valós értéken történő értékelés minden évben jelentős hatással van a halasztott adóeszközök és adókötelezettségek alakulására.

A MOL konszolidált éves beszámolójának kiegészítő mellékletében kitér a becslésekből adódó bizonytalanságok azonosítására. Kifejti, hogy a pénzügyi instrumentumok valós értékének meghatározása (különösen a speciális célú gazdasági társaság, a MagnoliaFinance Ltd. által kibocsátott átváltható tőkeinstrumentumokba ágyazott átváltási opció esetében) a piacon érvényes árszintek alapján történik. Ezek hiányában a menedzsment becslését tükrözi a valós értékre jelentős hatást gyakorló tényezők jövőbeli alakulásával kapcsolatban (beleértve többek között a hozamgörbéket, árfolyamokat, a kockázatmentes kamatlábakat, illetve az átváltási opcióhoz, valamint a MOL számára a CEZ tulajdonában lévő 7%-nyi MOL részvényre fennálló vételi opciójához kapcsolódóan a MOL részvények árfolyamának volatilitását és az elvárt osztalékhozamot). Tekintettel a közelmúlt globális pénzügyi válságára, az euro-zóna jelenlegi nehézségeire és közép-kelet európai régió kockázataira, az ilyen valós értékelés megnövekedett bizonytalanságot hordoz magában.

Következtetések, javaslatok

Dolgozatomban a pénzügyi instrumentumok valós értéken történő értékelésének szerepét, valamint a pénzügyi kimutatásokra gyakorolt hatását vizsgáltam tőzsdén jegyzett vállalatok esetében.

2004. január 1-től a nemzeti szabályozás hazánkban is lehetőséget biztosít a pénzügyi instrumentumok valós értéken történő értékelésére a számviteli törvény szabályai által készített egyedi éves beszámolóik esetében. A megvizsgált 27 vállalatból azonban csak 3 (a vállalatok 11%-a) alkalmazta a szóban forgó értékelési eljárást a 2011. évi egyedi éves beszámolója esetében. Az összevont (konszolidált) beszámolóik esetén a nemzetközi szabályozásból adódóan kötelező a szóban forgó értékelési eljárás alkalmazása. Tapasztalatom mégis az, hogy a valós értékeléssel a vállalatok többségének célja nem a megbízható és valós összkép biztosítása.

sának elősegítése és erősítése, hanem csupán a szabályoznak való megfelelés kényszere. Ennek legfőbb oka, hogy a vállalatok többségénél a tulajdonolt pénzügyi instrumentumok esetében nem áll rendelkezésre aktív, szervezett piacokról származó azonnali ár, ami kiigazítás nélkül használható lenne pénzügyi instrumentumaik valós értékének meghatározásához. Ennek hiányában saját maguk által kidolgozott értékelési módszerek és modellek segítségével állapíthatják meg instrumentumaik valós értékét. A legtöbb kimutatásban utalást találtam arra, hogy a vállalatok által készített valós érték becslések bizonytalanságot, ezáltal magas szintű kockázatot hordoznak magukban. A becslésekből adódó bizonytalanság rendezett gazdasági viszonyok között, jól működő pénzügyi piacokon is jelen van, hatása azonban az általános gazdasági és pénzügyi válság következtében hatványozottan jelentkezik a valós érték becslés esetében. Az egyik legnagyobb problémát az jelenti, hogy a válság hatására 2008-ban sok, korábban jól működő pénzügyi piac összeomlott, sok pénzügyi instrumentum esetében a korábban aktív piac keretein belüli kereskedés megszűnt és már nem állt rendelkezésre az árázshoz szükséges azonnali piaci ár. Ez megnehezítette az értékelési technikák által előállított valós értékek becslését is és növelte a becslésekben rejlő kockázatot. A MOL Csoport pénzügyi kimutatásainak elemzési eredményei alapján is helytálló ez a megállapítás. Ezen túlmenően megállapítható, hogy a Budapesti Értéktőzsdén lebonyolított kereskedés nem hatékony. Kevés az ügyletkötések száma, így a vizsgált pénzügyi instrumentumok értéke egy-egy megfelelő időben lebonyolított tranzakcióval könnyen befolyásolható. A pénzügyi beszámolók statikus adatai ezért nagyfokú torzítást tartalmazhatnak.

A pénzügyi kimutatások felhasználóinak mindenképpen érdemes azt is szem előtt tartaniuk, hogy a valós értéken történő értékelés megjelenése egy új relevancia-megbízhatóság arány kialakítását eredményezi. Mindenképpen meg kell találni azt a megfelelő relevancia-megbízhatóság arányt, amely által nyújtott információk hasznosak a pénzügyi kimutatások felhasználói számára. Nyilvánvaló az is, hogy a valós érték jobban tükrözi a piacot, a piaci értékítéletet, ugyanakkor nagyobb változékonyságot eredményez a különféle vagyonelemekben és a jövedelmezőségben is. Ezt bizonyítja a Mol Nyrt. származékos pénzügyi kötelezettségének valós értékének 2006. március 13. és 2011. december 31. közötti időszakban bemutatott volatilitása is. 2006. március 13-án az átváltási opció valós értéke 37.453 millió Ft volt, majd ez 2007 végére 64.550 millió Ft-ra növekedett. 2008-ban a pénzügyi válság következtében az átváltási opció értékelésének alapját képező részvények piaca átmenetileg befagyott, ezáltal az opció értékét 2008-ban nullának tekintették. A valós értékelés következtében 64.550 millió Ft nyereséget mutattak ki a Mol Nyrt. pénzügyi kimutatásaiban. 2009-ben a pénzügyi piacok viszonylagos rendeződése következtében az átváltási opció valós értéke 19.698 millió Ft volt. Az adott példa jól mutatja a valós értékelés okozta változékonyságot és ingadozó vállalati eredményt. Úgy gondolom, hogy a pénzügyi kimutatások felhasználóinak segítséget nyújthat a változékonyság megértésére és áthidalására a kiegészítő mellékletben szereplő információk mennyiségének és minőségének javítása.

Mindezekon túl úgy vélem, hogy az értékelési eljárás alkalmazását háttérbe szorító másik fontos ok, hogy a valós értéken történő értékelés magas szakmai tudást igényel mind a pénzügyi, számviteli szakemberek, mind a pénzügyi kimutatások könyvvizsgálatára kijelölt személyek esetében. Éppen ezért mivel a nemzetközi számviteli standardok megfelelő alkalmazásához speciális szaktudás szükséges, így 2014. január 1-jétől kezdődően IFRS szerinti összevont (konszolidált) éves beszámolót csak olyan személy állíthat össze, aki IFRS regisztrációs szakterületen szerepel a könyvviteli szolgáltatást végzők nyilvántartásában, vagy IFRS minősítéssel rendelkező kamarai tag könyvvizsgáló (Nagy G, 2012, pp. 20-21). Fontosnak tartom az adott szakterülethez megfelelő képzettséggel és hozzáértéssel rendelkező szakemberek képzését.

Mindezek alapján megállapítható, hogy

- a pénzügyi instrumentumok valós értéken történő értékelése a hazai szabályozás alapján nem túl elterjedt,
- az összevont (konszolidált) beszámolók esetében az értékelés alkalmazása a nemzetközi szabályozásnak való megfelelésre irányul,
- a valós értékelés jelentős hatással van a vállalat vagyonának alakulására, annak összetételére, közvetlenül befolyásolja a jövedelemtermelő képességet,
- hazánkban kevés pénzügyi instrumentum esetében áll rendelkezésre szervezett, aktív piacokról származó azonnali ár, amely a valós értéket kiigazítás nélkül tükrözné,
- meg kell találni azt a megfelelő megbízhatóság-relevancia arányt, amelynél által biztosított információk biztonságosan felhasználhatóak,
- a valós értékelés speciális szaktudást igényel mind a könyvviteli szolgáltatást végzők, mind a könyvvizsgálók körében,
- valamint kiemelkedően fontos a kiegészítő információk biztosítása a pénzügyi kimutatások felhasználói számára.

Megállapítható tehát, hogy napjainkban még a klasszikus bekerülési áras értékelés van túlsúlyban, kevés azon vállalatok száma, akik alkalmazzák a valós értéken történő értékelést. A pénzügyi instrumentumok normál vállalkozási szférában történő előretörésével, a vállalatok nemzetközi terjeszkedésével azonban ez az arány a jövőben növekedni fog.

A legfontosabb feladatoknak tartom a jövővel kapcsolatban:

- a hazai számviteli szabályok továbbfejlesztése során a valós érték mérésével kapcsolatos szabályokat indokolt, a meglévő előírások pontosításán túl, részletesebben kimunkálni,
- mind a beszámoló készítő számviteli szakemberek, mind a könyvvizsgálók, mind pedig a felhasználók minél szélesebb körében célszerű ismertté tenni a valós érték mérésének gyakorlati kérdéseit, módszertani sajátosságait.

Irodalomjegyzék

H. Nagy M. (2011): Halasztott adók. *Nemzetközi Adózás. Elektronikus szaklap.* 1 (2), 3-7.

MOL 2011. évi éves beszámoló adatai

Nagy G., Pölöskei P., Veress A. (2012): Regisztrált mérlegképes könyvelők továbbképzése 2012. *Saldo Kiadó*, Budapest, 20-21.

Nagy K. (2004): A valós értéken történő értékelés I. *Számvitel – Adó - Könyvvizsgálat.* Budapest, 46 (4), 148-153.

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher
Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyhme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
JANKÓ Ferenc
KOLOSZÁR László
SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FÁBIÁN Attila
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁTSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant
TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth 1

ÚR Norbert

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban

B2B Relationship in Business Network 12

GYÖRKÖS Rita

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer 22

KATONA Attila Imre

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control 35

KATONA Attila Imre

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control 46

KURBUCZ Marcell

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben

Impacts of Human Resources on Project Planning 58

NÉMETH Anikó

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects 79

NÉMETH Kristóf

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében

GARCH Models in the Perception of Financial Risks 99

Kiss Ágota

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms 116

CZELLENG Ádám

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre

The Impact of Flexibility on the Capital Structure 128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

*Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and
Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House.....* 156

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre¹

CZELLENG Ádám²

A dolgozatomban a vállalati flexibilitást mutatom be, beleértve a pénzügyi és a reál flexibilitás elméleti és gyakorlati módszertanát. A téma fontosságára a világgazdasági válság mutatott rá, mely során a vállalatok likviditás problémájának "köszönhetően" a pénzügyi flexibilitás valamint a stratégiai beruházások flexibilitása felértékelődött. A flexibilitáson keresztül pedig a finanszírozási és a beruházási döntések interakciója is megfigyelhető. A dolgozatban empirikusan igyekszem feltárni a két oldal kapcsolatát, illetve hogy a flexibilitás milyen hatással van a tőkeszerkezeti döntésekre. Több nemzetközi kutató is a pénzügyi flexibilitást nevezte meg a tőkeszerkezeti elméletek hiányzó láncszemének. Összességében egy friss kutatási területről beszélhetünk, mely magyarázatot adhat a tőkeszerkezeti döntések gyakorlatára.

Kulcsszavak: tőkeszerkezet, reálopciók, pénzügyi flexibilitás

JEL-kódok: G32, G33, G38

The Impact of Flexibility on the Capital Structure

The purpose of my paper is to give an introduction to the literature of corporate flexibility including both theoretical and practical methodologies of real flexibility. Because of the current economic crisis worldwide more emphasis has been put on the issue. Due to liquidity problems of the companies, financial flexibility and the flexibility of strategic investments have been getting more valuable. We can also observe the interaction between financial and investment decisions through the flexibility. In my study I am going to try to disclose the above mentioned interaction in an empirical way. I would also like to figure out how the flexibility of the sides can affect the capital structure decisions. Many of the leader economist identified financial flexibility as the missing link between the capital structure theories. In summary this is a remarkably new research field which can explain us how the capital structure decisions are made.

Keywords: capital structure, Real options, financial flexibility

JEL Codes: G32, G33, G38

¹ A tanulmány a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi Szekciójának Vállalatfinanszírozás Tagozatában első helyezést elért dolgozat alapján készült. Az OTDK-pályamunka konzulense Dr. Csapi Vivien adjunktus. A kutatási eredmények bővebb terjedelemben a Budapesti Értéktőzsde honlapján érhetőek el.

² A szerző a Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Karának végzős hallgatója (czelleng.adam AT gmail.com).

Bevezetés, célok

"Az üzleti vállalkozás olyan emberi tevékenység, amelynek alapvető célja, létének értelme fogyasztói igények kielégítése nyereség elérésével. A vállalat az üzleti vállalkozás szervezeti kerete: a modern társadalmakban olyan jogilag körülhatárolt struktúra, amelyben az alapvető cél eléréséhez szükséges tevékenységek végbemennek." (Tóth, 2006, I-10.)

Az ilyen jogi személyiséggel rendelkező egységek fennállásuk során beruházási és finanszírozási döntéseket hoznak, melyek hatással vannak a vállalat teljesítményére. Ezen döntési csoportok elválaszthatóságának széles irodalma van, többek között a beruházási és finanszírozási oldal függetlenségéről szóló tanulmányok *Miller és Modigliani (1958)*, *Miller (1977, 1991)*, *Myers (1984)* nevéhez kapcsolhatóak. A gyakorlatban a tökéletes piactól eltérő piacok racionalizálják a finanszírozási döntéseket, így jöhet létre interakció a beruházási és finanszírozási döntések között. Olyan piaci súrlódások okozhatják a beruházási és finanszírozási döntések közötti kapcsolatot, mint az adók, tranzakciós költségek, az osztalékpolitika, projektélettartam hossza, tőkeköltség hatások, csőd kockázatos adósság alul beruházást okozó hatása és még sorolhatnám.

A dolgozatban a rugalmasságra fókuszálok, tehát a döntések közötti kapcsolatot a flexibilitáson keresztül igyekszem vizsgálni. Flexibilitás alatt egyaránt értem a pénzügyi, azaz finanszírozási oldal flexibilitását, és az eszközoldal rugalmasságát, a beruházási vagy reál flexibilitást.

A cikkben a rövid szakirodalmi összefoglalást követően bemutatom az empirikus kutatásomhoz felhasznált adatbázist és módszertant, majd pedig hipotéziseimet, empirikus kutatásom eredményeit, gyakorlati következményeit ismertetem.

Szakirodalmi összefoglaló

A téma fontosságára a világgazdasági válság mutatott rá, mely során a vállalatok likviditási problémája, valamint a stratégiai beruházások flexibilitása felértékelődött. A flexibilitáson keresztül pedig a finanszírozási és a beruházási döntések interakciója is megfigyelhető.

A pénzügyi flexibilitás alatt azt értjük, hogy milyen időtávon és milyen mértékben képes reagálni a vállalat a nem várt eseményekre, lehetőségekre. Ez egy meglehetősen tágan értelmezhető fogalom, a lényege azonban úgy ragadható meg, hogy a vállalat azon képessége, hogy bármikor képes elfogadni a pozitív nettó jelenértékű projekteket, illetve képes elkerülni a pénzügyi problémákat (*Bonaime et. al, 2011*). Mindez úgy valósítható meg, hogy a vállalat fenntartja az alacsony költségű forráshoz való hozzájutás lehetőségét, fenntartják a finanszírozás átstrukturálásának lehetőségét, illetve fenntartják a kihasználatlan többlet adósságkapacitásukat. Ennek következménye, hogy a többletként fenntartott készpénz, illetve likvid értékpapír többlet, elveszett profitként költséget jelent, míg az adósságkapacitás fenntartása magasabb tőkeköltséget okoz a vállalat számára. A vállalatnak a hitelviszonyt megtestesítő értékpapírok kibocsátásával nő az adómegettakarítása, de a vállalati csőd valószínűsége ugyanakkor emelkedik. Ezért kell megtalálni a helyes arányt az adómegettakarítás és a pénzügyi nehézségekkor elszámolandó költségek között (*Brennan – Schwartz, 1978*). A pénzügyi flexibilitást tehát a készpénz tartása, illetve a hitelkapacitás fel nem töltése, azaz az alacsony tőkeáttételi mutatóval teremthető meg. Azonban kevés szakirodalmi forrás foglalkozik egyszerre a készpénztartással és a hitelkapacitással. *Goldstein et. al. (2001)* kizárólag a hitelkapacitással, illetve a tőkeáttétel fokával megteremtett pénzügyi rugalmasságról írtak, addig *Opler et. al. (1999)*, *Harford et. al. (2008)*, *Riddick – Whited (2008)* kizárólag a készpénztartás hatását vizsgálták. A kutatások eredményei igazolták, hogy mind a készpénztartás, mind a tőkeáttétel alacsonyan tartása, így hitelkapacitás fenntartása, megfelelő eszközei a pénzügyi flexibilitás megteremtésének. A finanszírozási flexibilitást biztosító további eszközök említés szintjén a folyószámla hitelek, ami ugyan az egyik

leglikvidebb eszköz, de nem tekinthető a készpénzzel azonosnak, vagy azt helyettesíthető instrumentumnak (Yun, 2009). Finanszírozási flexibilitási igényét kielégítheti a vállalat eszközeladásokból is, ami megoldást nyújthat arra, hogy a vállalat fenntartsa a beruházási, valamint a tulajdonosoknak juttatott cash-flow szintet. A flexibilitás negyedik nagy pillére a tulajdonosoknak juttatott készpénz. „A részvényeseknek visszajuttatott cash-ből a részvény-visszavásárlás nagyobb rugalmasságot biztosít a vállalat számára, mint a 'beragadó' osztalékfizetés, bár az utóbbiban is van flexibilitás, amennyiben a vállalati életciklushoz alkalmazkodik a kifizetési politika” (Kuti, 2011, 499. o.).

A finanszírozási oldal flexibilitásának bemutatása után az eszköz oldal rugalmasságát szeretném bemutatni, azaz a beruházási flexibilitást. A beruházások ilyen, stratégiai szemléletű értékelését az opciós módszertannal tehetjük meg, ezért a beruházások rugalmasságát reálopcióknak is szokás nevezni.

A reálopciók, a pénzügyi opciókhoz hasonlóan önmagukban csak jogot biztosítanak – nem kötelezettség – hogy a menedzsment véghezvigyen néhány üzleti döntést. Tipikus reálopciók például egy lehetőség egy tőkeberuházás megvalósításához, megszakításához, kibővítéséhez, stb. Amennyiben az opció alapterméke egy olyan eszköz melynek értékelésére nagy számú adat áll rendelkezésünkre és a valószínűség számítás eszköztárával értékelhetjük, mint a pénzügyi termékek esetében akkor az opció pénzügyi opció, ha az alaptermék egy tárgyi eszköz, tudás, stb., akkor reálopciókról beszélhetünk.

„A reálopciók elméletének alapja a pénzügyi opciók, opciók melyek valós, kereskedhető eszközökre lettek alkalmazva” (Schulmerich, 2005, 22. o.).

A reálopcióknak számos típusa létezik, melyek jelentős értéket biztosítanak a vállalatoknak. Ilyen reálopciók lehetnek a teljesség igénye nélkül a halasztási opciók, melyek a projektek, beruházások elhalaszthatóságával biztosítanak hozzáadott értéket, a növekedési opció, amikor a beruházás további növekedési, beruházási lehetőségeket nyit meg, a váltási opció, amely input és output termékek átválthatóságán keresztül biztosít többlet értéket valamint a bővítési, összehúzóási opciók, melyek a termelési szint kereslethez való gyors igazodását biztosítják a vállalat számára. A reálopciók mérettől és iparágtól függetlenül bármelyik vállalat számára biztosíthatnak hozzáadott értéket, ugyanakkor bizonyos iparágak jellemzően bővelkednek ilyen, stratégiai szemléletet igénylő döntési lehetőségekben. Ilyen iparágak jellemzően a kereslet ingadozása miatt a gépgyártás, a jelentős kutatási tevékenységet végző gyógyszergyárak, vagy telekommunikációs vállalatok, valamint például az olajipari vállalatok. Összességében elmondható tehát, hogy a reálopciók olyan iparágakban különösen nagy értéket képviselnek, melyek a természeti erőforrásokhoz kötődnek, illetve tőkeigényes iparágak. Ezek többnyire olyan iparágak, ahol a kereslet ingadozása jelentős, vagy a vállalat input forrásainak ára jelentősen volatilis.

A pénzügyi flexibilitás akkor a legértékesebb egy vállalat számára, ha a projektlehetőségek fokozódnak, tehát a projektmegettérülés emelkedik, illetve ha fokozott bizonytalansággal jellemezhetőek a jövőbeli projektszükségletek (Damodaran, 1997). A projektlehetőségek fokozódása, egyfajta növekedési potenciált jelent, amit a most futó projektek képviselnek. Ezek a növekedési lehetőségek a bizonytalanság magasabb szintje mellett még értékesebbek. A bizonytalanság általánosan is növeli a jövőre vonatkozó lehetőségek, azaz opciók értékét. MacKay (2003) tanulmánya arra mutat rá, hogy a reálflexibilitás és a pénzügyi flexibilitás egymás helyettesítői. „A magas reálopció potenciállal rendelkező vállalatok számára fontos a pénzügyi flexibilitás megőrzése, azaz a rugalmas reagálást korlátozó kovenánsok ellen irányuló jövőbeli beruházási és finanszírozási erőfeszítések fenntartása” (Kuti, 2010). Mind a reálflexibilitás, mind a pénzügyi flexibilitás bizonytalan környezethez kapcsolódik, ugyanis a volatilis környezetben szükséges a termelési szint kiigazítása (növelése, csökkentése) a kereslettől függően, továbbá szükséges lehet

projektek időzítése, halasztása, feladása, szüneteltetése, illetve a projektek kiigazítása, változtatása (Bélyácz, 2011).

Módszertan

Az adatbázis a Budapesti Értéktőzsdén részvénykibocsátóként megjelenő cégeket tartalmazza. Ez 54 vállalatot jelent, melyek vagy A vagy B részvény kibocsátásával megjelentek a Budapesti Értéktőzsdén. Az egyes vállalatokhoz tartozó adatok a vállalatok mérlege, eredmény kimutatása, cash-flow kimutatása 2006 és 2010 közötti időszakra, melyek esetén Reuters adatokra támaszkodtam, illetve a likviditási mutatók, valamint kereskedési adatok, melyek a Budapesti Értéktőzsde honlapján érhetőek el.

A hipotézisek vizsgálatához az egyszerű leíró statisztikai eszközökön túl faktoranalízist, korrelációs számítást, klaszteranalízist és diszkriminancia analízist végeztem.

Hipotézisek

A reálopciók azonosítása, valamint értékelése rendkívül nehéz feladat, mivel a vállalati jelentésekből nehezen olvashatóak ki ezen adatok. A beruházások stratégiai szemléletű kezelése reálopciók portfólióját tartalmazhatja, melyek szinergia hatásai még nehezebbé teszik az elemző munkáját. Ez alapján feltételezhető, hogy információk különbségek vannak a forrásnyújtók és a vállalatvezetők között.

Myers (1977) úgy érvelt, hogy a tőke kiadások (capital expenditures, továbbiakban CAPEX) tekinthető egyfajta proxy mutatónak, mely a projektek fenntartásával, illetve helyettesítésével igyekszik fenntartani a vállalat növekedési lehetőségeit. Korábban tárgyaltam, hogy azon iparágak rendelkeznek nagyobb mértékben reálopciókkal, ahol a tőke igény fokozottabb, azaz magasabb CAPEX értékkel számolhatnak. A CAPEX változása, volatilitása a számviteli kimutatásban továbbá esetenként megfeleltethető az időzítési, illetve halasztási opció "lehívásának". Növekedési opcióba való beruházásként tekinthető még a kutatás-fejlesztésre fordított kiadások. Ezzel részletesebben *Tong és Reuer (2004)* foglalkoznak tanulmányukban, ahol pozitív kapcsolatot bizonyítottak a növekedési opciók és a K+F kiadások között.

A dolgozat első hipotézise, hogy a reálopciók információs aszimmetriát okoznak, így azon vállalatok, melyek jelentős tőke kiadást, illetve ingadozást mutatnak a BÉT-en, nagyobb információs aszimmetriával számolhatnak, mint más vállalkozások.

Ennek megfelelően adatbázisom vállalatait azonosítottam a szakirodalom által jellemzően reálopcióban gazdag iparágakkal, majd összevettem a létrehozott csoportok tőkekiadásainak átlagát, a tőkekiadások mérlegfőösszeghez vett arányát illetve információs aszimmetria indexét.

Az opciós értékre a bizonytalanság pozitív hatással van, azaz a nagyobb kockázat értékesebbé teszi az opciót (*Damodaran, 1997*). Hasonló a helyzet a pénzügyi flexibilitás esetén is. Azon vállalatok számára fontos fenntartani a magas pénzügyi flexibilitást, melyeknél a jövőre vonatkozó lehetőségek fokozott száma áll fenn, azaz a reálopciók megléte esetén (*Kuti, 2010*). A finanszírozási és a beruházási oldal interakciója révén a két oldal flexibilitásának átválthatósága miatt (*Mackey, 2003*) a dolgozat második hipotézise, hogy azon vállalatok számára melyek esetén a reálopciók fokozottabb jelenlétéről beszélhetünk, értékesebb a pénzügyi flexibilitás.

Bancel és Mittoo (2010) tanulmányában a pénzügyi flexibilitást, mint a vállalati tőkeszerkezeti döntéseket leginkább befolyásoló tényezőt említik. A két oldal rugalmassága révén azonban a pénzügyi rugalmasság és a beruházási rugalmasság együttesen hat az ilyen jellegű döntésekre. A dolgozat harmadik hipotézise tehát, hogy a vállalati rugalmasság hatással van a vállalati tőkeszerkezetre a BÉT-en. Továbbá a dolgozatban szeretném vizsgálni

Byoun (2011) tételét a BÉT vonatkozásában, mely szerint a tőkeáttétel és a pénzügyi flexibilitásra való igény között negatív – U alakú kapcsolat van.

Empirikus kutatás bemutatása

Az első hipotézis vizsgálatához, az információs aszimmetria mérése nehéz feladat. Balla (2006) több szempontot is azonosított a magyar feldolgozóipari vállalatok esetében, melyek információs aszimmetriával összefüggő tényezők, ilyen tényezők az eszközök összetétele, a nyereségesség, a likviditás, átlagos adóráta, vállalati méret, jelzésérték, termékek egyedisége, üzleti kockázat, növekedési lehetőségek.

A szakirodalom számos más tényezőt is említ. Byun et. al. (2011) tanulmányban a tulajdonosok koncentrációja illetve az információs aszimmetria szintje között pozitív kapcsolatot említ. Bharath et. al. (2008) tanulmányukban a jövedelmezőséget, osztalékokat, felvásárlásokat, összeolvadásokat, adóbsorolást, tulajdonosi struktúrát, relatív méretet, növekedési lehetőségeket. A külföldi publikációkban azonban valamennyiben közös tényezőként a Bid-Ask Spread mutató szerepelt (Bharat et. al., 2008; Byun et. al., 2011; Choe - Yang, 2006; Halov, 2006).

A szakirodalomban a két leggyakrabban használt információs aszimmetria mérőszámot a belső kereskedők valószínűségét (*Probability of Internal Traders - PIN*), és az előrejelzés hibáját a szükséges adatok hiányában nem tudtam kalkulálni, ugyanakkor a szakirodalomban legtöbbször hivatkozott, már fent említett tényezők segítségével a faktoranalízis módszertanát felhasználva egy közelítő értéket számítottam.

A faktoranalízis során egy faktor előállításához a következő változókat használtam fel: értékesítés nettó árbevétele, amortizáció, közkézhányad, Bid-Ask spread, BLM (EUR 20.000). A számítások elvégzéséhez SPSS v20. programcsomagot használtam, mely a faktoranalízis futtatása során ellenőrzi a változókat, hogy alkalmasak-e a faktoranalízis módszertanára, valamint, hogy a változók közötti kapcsolat lehetővé teszi-e a változók egy faktorba helyezését (Sajtos - Mitev, 2006).

Az információs aszimmetriához tartozó faktor, új változó az alábbiak szerint kapható, úgy hogy a fenti mutatók által tartalmazott valamennyi információt tartalmazza:

$$infor_asy = -0,749 * B-AS_i - 0,831 * BLM(EUR20)_i + 0,711 * Net \text{ árbev}_i + 0,723 * Amortizáció_i + 0,504 * Közkézhányad_i$$

,ahol i az egyes értékpapírokat jelöli.

Az így kapott értékeket a következőkben információs aszimmetria indexének, az SPSS v20 program output ablakából beillesztett táblázatokban infor_asy-ként jelölöm.

Az első hipotézis igazolásához, a Budapesti Értéktőzsdén A vagy B részvénykibocsátóként megjelenő vállalat 2006 és 2010 közötti jelentéseiből olvasható CAPEX adatok átlagát és szórását vizsgáltam az információs aszimmetria indexével kapcsolatban. Ezek az adatok azonban csak a vállalatok közel 75%-nál voltak elérhetőek. A 1. táblázat a korrelációs táblázat, mely megmutatja a kapcsolat szorosságát a változók között.

1. táblázat: Korrelációs táblázat, kapcsolat szorossága az információs aszimmetria és a tőke beruházási adatok között

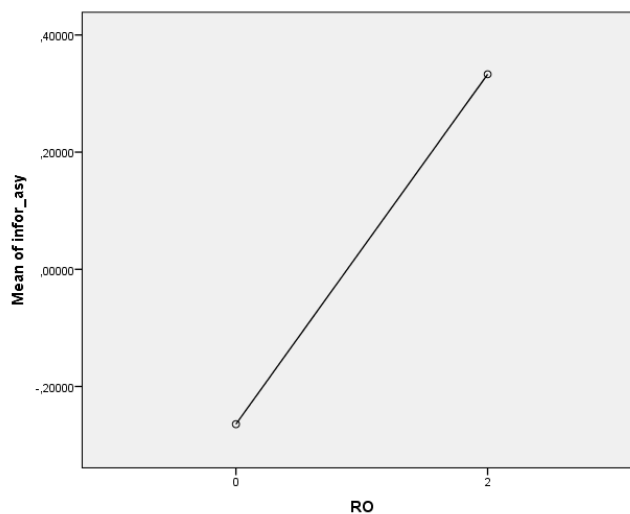
		infor_asy	CAPEX szórás	CAPEX átlag
infor_asy	Pearson Correlation	1	,711**	,736**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000
	N	32	30	32
CAPEX szórás	Pearson Correlation	,711**	1	,946**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	30	38	38
CAPEX átlag	Pearson Correlation	,736**	,946**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	32	38	54

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Forrás: Reuters adatok alapján saját szerkesztés

A táblázatban változó páronként található sor a Sig. (2-tailed) mutatja meg a szignifikancia értéket, mely azt mutatja, hogy hány százalékkal hibázunk, ha elvetjük azon a hipotézisünket, hogy a két kapcsolat között függetlenség van. Jelen esetben egyáltalán nem hibázunk, ha elvetjük a függetlenségre vonatkozó feltevésünket, azaz szignifikáns kapcsolat van az információs aszimmetria és az adott időszakra számolt CAPEX szórása, illetve átlaga között. A Pearson Correlation mutató megmutatja a kapcsolat szorosságát, illetve irányát. Jelen esetben erős pozitív kapcsolat van, tehát a CAPEX kiadások növekedésével fokozódik az információ aszimmetria és fordítva. Az táblázat N sorai mutatják meg az adatbázisban található vállalatok számát, melyek esetében mindkét adat elérhető volt.

Korábban említettem, hogy az adatbázis valamennyi elemét egyértelműen besoroltam iparágának megfelelően reálopciókban "gazdag" vagy sem kategóriákba. Így a következő iparágak kerültek a reálopciókban gazdag kategóriákba: ingatlan (Budapest Ingatlan, Graphisoft), gyógyszeripar (Egis, Phylaxia, Richter), energia (ELMŰ, ÉMÁSZ, E-STAR, KEG, MOL, Pannergy), jármű (Rába), telekommunikáció (TV Network, Nordtelekom, Magyar Telekom, Externet), vegyipar (Tiszai VK). A többi vállalat a reálopciókban nem kiemelkedő iparág besorolást kapta. Ez alapján az 1. ábra mutatja meg az egyes csoportokban jellemző információs aszimmetria mutatószámát, ahol 0-val vannak jelölve a reálopciókban nem kiemelkedő iparágak, és 2-vel a reálopciókban gazdag iparágak.



1. ábra: Információs aszimmetria indexének átlaga az iparági csoportok között

Forrás: Reuters adatok alapján saját szerkesztés

Az 1. ábráról láthatjuk, hogy reálopciókban nem különösebben gazdag iparágak, melyek 0-val vannak jelölve jelentősen alacsonyabb információs aszimmetria értékkel számolhatnak, tehát a reálopciókban gazdag iparágakban tevékenykedő vállalatok esetében (2-es csoport) jelentősebb információs különbségek vannak a forrásnyújtók és a vállalatvezetők között.

Jól látható tehát, hogy azon iparágak, melyek a reálopciókban gazdag besorolást kapták magasabb információs aszimmetriával rendelkeznek átlagosan. Az ide tartozó vizsgálat szignifikancia értéke 0,099, azaz 9,9%-al hibázunk, ha elvetjük a két változó függetlenségére vonatkozó feltevését. A hüvelykujj szabály szerint 10% fölött elfogadandó a függetlenség kapcsolata, míg 1-10% között az elemző dönti el annak érvényességét. Ebben az esetben azonban a függetlenség kapcsolatát elvetem, az ábrából is jól leolvasható a csoport átlagok különbsége. A kapcsolat szorosságát mutató H-mutató 0,3as értéket vesz fel, melyet a 4. táblázat csoportok közötti és teljes eltérés négyzetösszegeből számolható, mely gyenge kapcsolatot mutat.

Így tehát a dolgozat első hipotézisét, mely szerint a reálopciók információs aszimmetriát okoznak, így azon vállalatok, melyek jelentős tőke kiadást, illetve ingadozást mutatnak a BÉT-en, nagyobb információs aszimmetriával számolhatnak, mint más vállalkozások, a 2010-es adatokon igazoltnak tekintem, ezért a hipotézist elfogadom.

A dolgozat második hipotézise, hogy azon vállalatok számára melyek esetén a reálopciók fokozottabb jelenlétéről beszélhetünk, értékesebb a pénzügyi flexibilitás. Ezt a hipotézist az első hipotézisnél már használt módszertani eszközökkel vizsgáltam. A szakirodalomban ismert Bancel - Mittoo (2010) féle pénzügyi flexibilitás indexet (későbbiekben FF index) kalkuláltam. Az index módszertani alapjait az Altman féle Z mutató adta a változók pedig a készpénz ráta, belső finanszírozási arány százalékban, RoA, egységnyi összes kötelezettségre jutó saját tőke. Ugyanakkor a már említett faktoranalízissel egy újabb pénzügyi flexibilitási mutatót készítettem.

Korábban már említettem, hogy a pénzügyi flexibilitás megteremtésének eszközei: a rugalmas tulajdonosi cash disztribúció, azaz részvény visszavásárlás, illetve osztalék kifizetés, alacsony kölcsöntőke arány, önkéntes eszközzeladás, illetve cash tartás.

Ennek megfelelően az általam választott változók a működési pénzáramlás (kamatokkal korrigálva), mivel ez lehet a belső finanszírozás forrásának bázisa, osztalékfizetési ráta, illetve részvényvásárlás/kibocsátás, ugyanis a tulajdonosoknak juttatott pénzeszköz, a készpénzráta (készpénz/rövid lejáratú kötelezettségek), eszközzeladások illetve az összes eszköz saját tőkéhez viszonyított értéke.

Ezek alapján a pénzügyi flexibilitásra képzett mutató (további táblázatokban *fin_flex*) a következő képlet felhasználásával kapható meg:

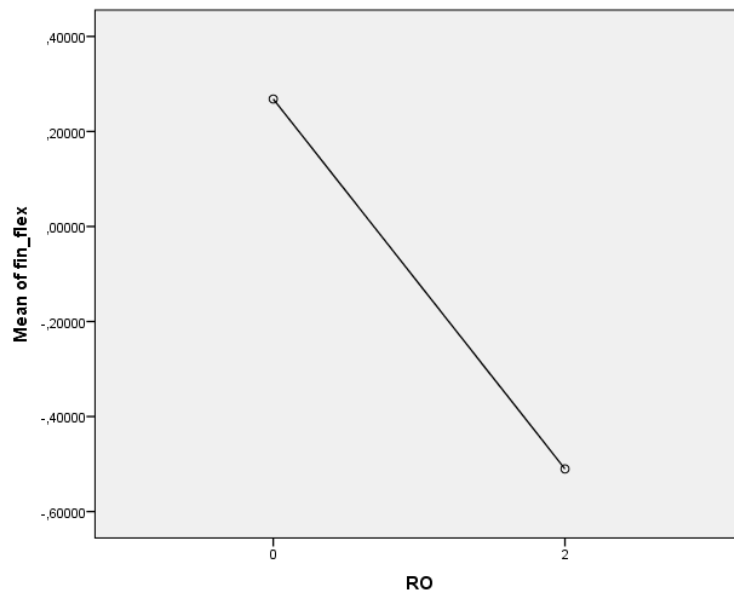
$$fin_flex_i = +0,501 * Kp_ráta_i - 0,218 * osztalék_ráta_i + 0,607 * OCF_i + 0,429 * rv_vásárlás_i + 0,791 * AOE_i - 0,56 * eszközzeladás_i$$

, ahol *i* az egyes vállalatokat jelöli.

Az így kapott értékeket összehasonlítottam a Bancel - Mittoo (2010) által meghatározott indexhez, a vizsgált időszak CAPEX átlagaihoz, szórásaihoz illetve a korábban már kalkulált információs aszimmetria mutatóhoz.

A pénzügyi flexibilitás mutatószámai a Bancel - Mittoo (2010) által kreált FF index, illetve a fent említett adatokból kreált *fin_flex* közepes pozitív kapcsolatban van egymással. Mindkét változó ugyanakkor negatív kapcsolatban van az információs aszimmetriával, azaz a növekvő pénzügyi flexibilitás csökkenti az információs aszimmetriát és fordítva, ami a várakozásokat figyelembe véve egy meglepő eredmény. A *fin_flex* továbbá erős negatív kapcsolatban van a CAPEX átlagos értékével, illetve szórásával, ami szintén meglepő eredmény ugyanis a növekvő beruházások miatt létrejövő reálopciók esetén, egy bizonyos, előre nem várt esemény hatására az opció, és így az opciós előnyök lehívásához szükséges pénzügyi forrásokhoz szüksége van a vállalatnak.

A meglepő eredmények miatt vizsgáltam a reálopciókban gazdag, illetve reálopciók lehetőségeiben nem kiemelkedő csoportok átlagait, illetve a csoportok pénzügyi flexibilitásának megkülönböztethetőségének relevanciáját. Ezt mutatja be a 2. ábra.



2. ábra: Reálopciók csoportok pénzügyi flexibilitására vonatkozó csoportátlagok összevetése

Forrás: Reuters adatok alapján saját szerkesztés

A 2. ábra szerint a reálopciókban nem kiemelkedő iparágak (0-as csoport) a vizsgált időszakban magasabb pénzügyi flexibilitással rendelkezett, mint a reálopciókban gazdag iparágak vállalatai (2-es csoport).

Szignifikáns kapcsolat figyelhető meg a csoportátlagok nagysága között, ugyanakkor meglepő, hogy a reálopciókban gazdag jelzővel fémjelzett csoportban kisebb mértékű a pénzügyi flexibilitás indexének átlagos értéke. A fin_flex pénzügyi flexibilitás mutató szerinti megkülönböztetést elfogadhatjuk, ugyanis a függetlenségre vonatkozó feltevést további statisztikai vizsgálatok miatt elutasíthatjuk, azaz a pénzügyi flexibilitás és a reálopciók mentén történő csoportosítás között kapcsolat van.

Ezen eredmények tükrében azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a válságos időkben (az elemzés 2010-es év adatai alapján készült), a reálopciók elsősorban a tőkeáttétellel rendelkező vállalatok rendelkeznek. Esetleges magyarázat lehet az is, hogy a válság hatására, mint negatív sokk a pénzügyi flexibilitás felélése miatt alacsony a flexibilitás indexe az iparágakban, melyekben normális üzleti környezetben magasabb értékkel kellene szerepelnie. Ebben az esetben a dolgozat második hipotézisét részben elfogadom. A fenti kérdések megválaszolására, egyfajta további kutatási célként érdemes volna vizsgálni a válság előtti években a kapcsolatok szignifikanciáját, erősségét, irányát, valamint a pénzügyi flexibilitás értékét mind a 2010-es, mind a 2007-es időszakra. Ezeket a kutatási irányokra azonban a dolgozat terjedelmi korlátai miatt nem térek ki.

A dolgozat harmadik hipotézise tehát, hogy a vállalati rugalmasság hatással van a vállalati tőkeszerkezetre a BÉT-en. Ennek vizsgálatához a pénzügyi rugalmassági mutatószámok és a tőkeszerkezetre vonatkozó mutatószámok közötti kapcsolatával igyekszem feltárni.

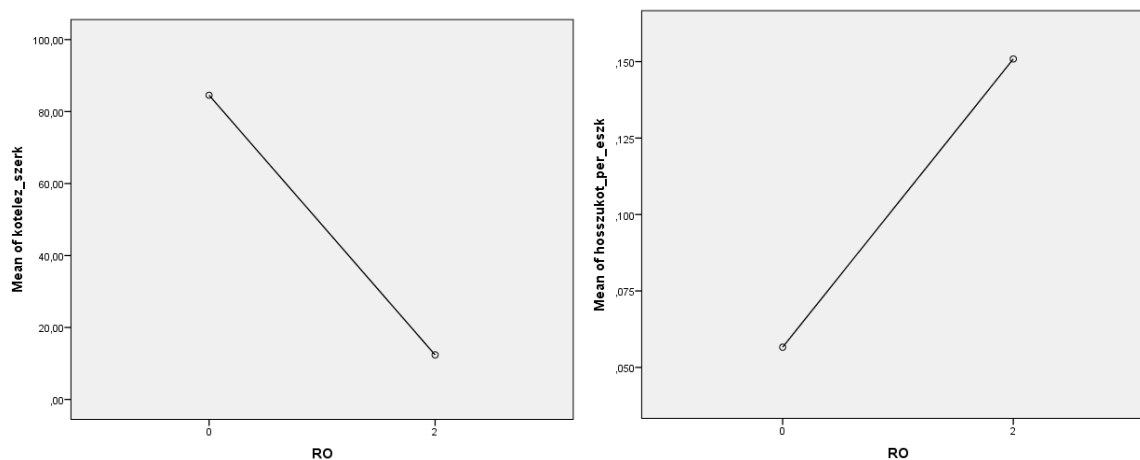
Értelemszerűen a finanszírozási flexibilitás mindkét mutatószáma szoros kapcsolatot mutat a tőkeszerkezeti mutatókkal. Ez alapján, az adott időszakra vonatkozóan a dolgozat a pénzügyi flexibilitás hatással van a tőkeszerkezetre. Minél nagyobb a flexibilitás annál

magasabb a saját tőke, hiszen értelemszerűen így képes alacsonyan tartani a kötelezettségek arányát, hogy a későbbi lehetőségek, vagy negatív sokkok esetén kölcsöntökéhez tudjanak jutni.

A beruházási oldalról vizsgálva a reálopciók a klasszikus tőkeszerkezeti mutatókkal nem mutatnak kapcsolatot, ugyanakkor azon mutatókkal, melyek a kötelezettségek szerkezetére utalnak már igen, elsősorban a hosszú lejáratú kötelezettségek arányával állnak kapcsolatban. Ez annak tudható be, hogy a reálopciók menedzselése stratégiai szemléletet igényel, ezért azok finanszírozása hosszú távon elérhető forrásokból történik a lejárat egyezőség elvének eleget téve, továbbá, hogy a reálopciók lehívását finanszírozzassák a rövid távú forráskapacitást kihasználatlanul hagyják. A reálopciók csoportosítás szerinti összehasonlítást két mutató mentén vizsgáltam. Ezek a mutatók a hosszú lejáratú kötelezettségek az összes eszköz arányában, valamint a kötelezettségek szerkezete, azaz a rövid lejáratú kötelezettségek és a hosszú lejáratú kötelezettségek hányadosa. Mindegyik változó esetén szignifikáns különbség van a csoportátlagok között.

A 3. ábra bal oldali grafikonja a hosszú lejáratú kötelezettségek arányát mutatja az összes eszközhöz (mérlegegyezőség elve miatt összes forráshoz). Ez alapján a reálopciókban bővelkedő iparágak esetében az összes forrás 15%-a hosszú lejáratú kötelezettség, míg a reálopciókban nem bővelkedő iparágak 5,6% ugyanez az arány.

A 3. ábra jobb oldali grafikonja a rövid lejáratú kötelezettségek és a hosszú lejáratú kötelezettségek arányát vizsgálja, azaz az idegentőke szerkezetét az egyes csoportokban. Az ábráról leolvasható, hogy a reálopciókban gazdag iparágak esetén a rövid lejáratú kötelezettségek a hosszú lejáratú kötelezettségek 12,38%-nak megfelelő mértékű, míg a másik csoportban ez az arány 84,5%.



3. ábra: Hosszú lejáratú kötelezettségek arányának átlaga az egyes reálopciók csoportokban (bal oldali ábra) és kötelezettségek szerkezete az egyes csoportokban (jobb oldali ábra)

Forrás: Reuters adatok alapján saját szerkesztés

Ezzel a dolgozat harmadik, azaz utolsó hipotézisét is igazoltnak tekintem, mely szerint a vállalati rugalmasság hatással van a tőkeszerkezetre.

Végül pedig *Byoun (2011)* tételét szeretném az adatbázis vállalataira megvizsgálni. A tétel szerint a tőkeáttétel és a pénzügyi flexibilitásra való igény között negatív – U alakú kapcsolat van. Három csoportba soroltam a vállalatokat: *fejlődő, növekedő, érett*. A *fejlődő* vállalatok nem rendelkeznek kellő mennyiségű bevétellel, hogy folyamatosan képesek legyenek a beruházási igényüket kielégíteni belső forrásokból, így ezekre a vállalatokra hitelígényleti kényszer nehezedik. Ugyanakkor a kilátásaik, illetve a bizonytalan jövőbeli lehetőségek miatt kénytelenek magas pénzügyi flexibilitást fenntartani. A *növekedő*

vállalatok, azok a vállalatok, melyek felhasználják a pénzügyi flexibilitásukat. Pozitív cash-flow generáló képességük miatt hitelfinanszírozásra támaszkodnak, így ezek a vállalatok relatíve nagy eladósodottsági szinttel dolgoznak. *Érett* vállalat kategóriába azok a cégek kerültek, melyek újratöltik pénzügyi flexibilitásukat. Ezek a vállalatok képesek nagy volumenű pozitív cash-flow-t generálni, így jórészt belső finanszírozási formát képesek fenntartani.

A csoportokat a belső finanszírozási arány mutatószám szerint hoztam létre. A belső finanszírozási arány mutatószám a kamatfizetéssel korrigált működési pénzáramlás a mérlegfőösszeghez viszonyítva, mely egy jó közelítés lehet a rendelkezésre álló belső forrásokhoz (*Abel - Öcsi, 1999*). Ez alapján a létrejött csoportok átlagait a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat: Belső finanszírozási arány mutatószáma mentén létrejövő klaszterek középpontjai

	Cluster		
	1	2	3
Belső finanszírozási arány	-,11098580664	,19207693843	,04036421637

Forrás: Reuters adatok alapján saját szerkesztés

A 2. táblázatban a belső finanszírozási arány mentén létrejött klaszterek centroidjaira vonatkozó adatok olvashatók ki. Ez alapján az 1-es klaszterbe kerülő vállalatokat negatív (-11%) belső finanszírozási arány mutatóértékkel jellemezhetnénk a legjobban. Ez a klaszter a *fejlődő* vállalatok klasztere, azaz alacsony jövedelemtermelő képesség miatt. A 2. klaszter az *érett* vállalatok csoportja ugyanis rendkívül pozitív belső finanszírozási aránnyal rendelkeznek, azaz képesek nagy mennyiségű pozitív cash-flowt generálni. A 3. klaszter a *növekedő* vállalatok klasztere, mivel pozitív cash-flow generáló képességgel rendelkeznek, melyet hosszabb távon is képesek fenntartani.

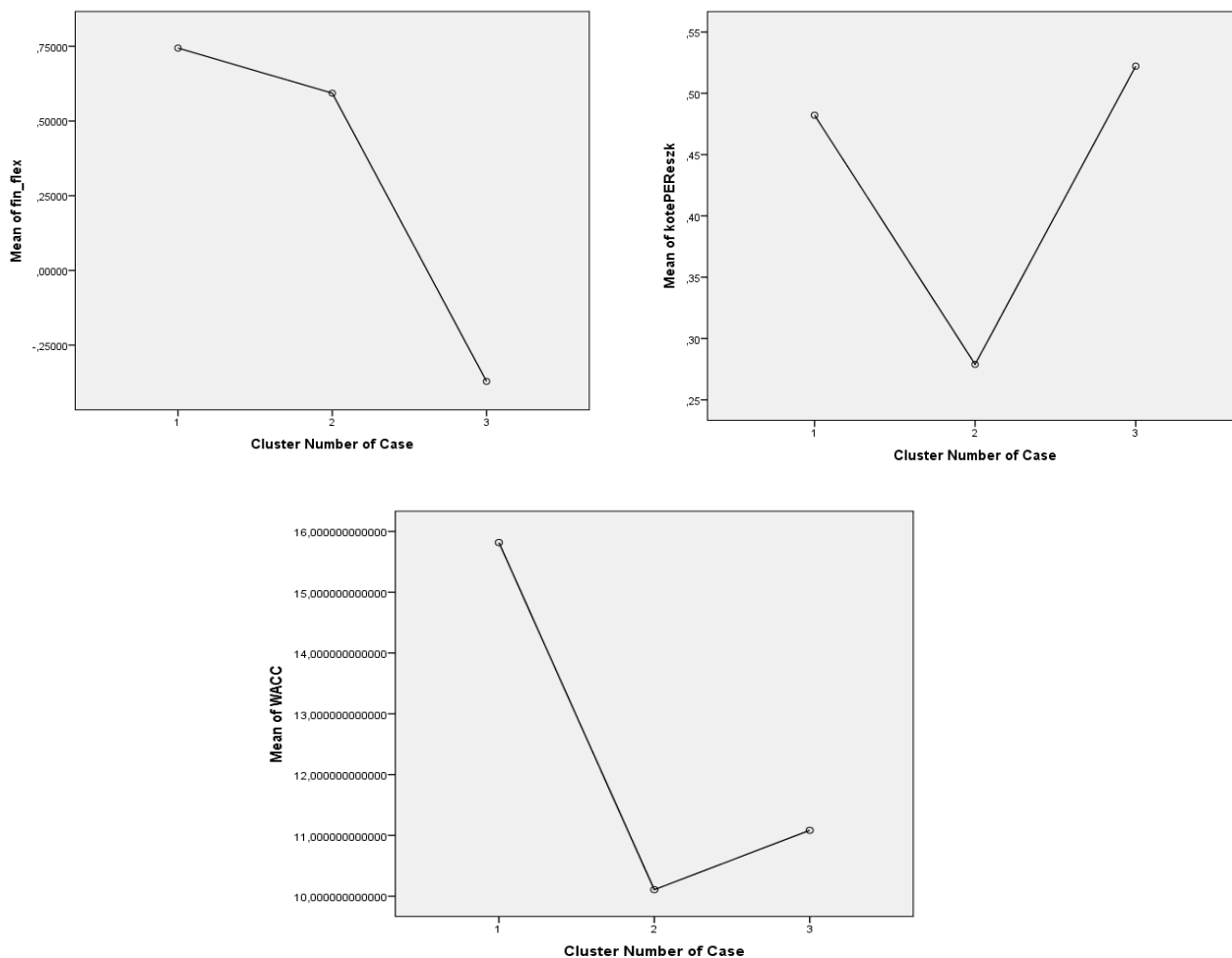
Az 1. klaszterbe, vagyis a *fejlődő* vállalatok csoportjába sorolt vállalatok: CIG, EST, EXTERNET, Hun Mining, KEG, Örmester, Phylaxia,

A 2. klaszterbe, vagyis az *érett* vállalatok csoportjába sorolt vállalatok: Állami Nyomda, Egis, ELMŰ, ÉMÁSZ, FINEXT, Magyar Telekom, Richter, TV Network

A 3. klaszterbe, vagyis a *növekedő* vállalatok csoportjába sorolt vállalatok: AAA, Alteo, Appennin, Bookline, Budapest Ingatlan, Csepel, Danubius, EHEP, E-STAR, FHB, Forrás, Fotex, FreeSoft, Graphisoft, Hybridbox, Kartonpack, Konzum, Kulcs Soft, MOL, Nordtelekom, OTP, PannErgy, Pannon-Flax, Pannon-Váltó, Quaestor, Rába, Synergon, TCB, Tiszai, Zwack.

A *Byoun-i (2011)* tétel szerint az első csoportba tartozók magas finanszírozási flexibilitási igénnyel és magasabb idegentőke aránnyal kell, hogy rendelkezzenek, míg a második csoport magas finanszírozási flexibilitási igénnyel és alacsony kölcsöntőke aránnyal, a harmadik csoport alacsony finanszírozási flexibilitási igénnyel és magas idegentőke aránnyal rendelkezik (*4. ábra bal, felső grafikon*).

A szignifikancia értékek szerint a függetlenségre kiállított hipotézis alacsony hibázási százalék miatt elvethető, tehát a finanszírozási flexibilitás, a kötelezettségek aránya, valamint a WACC mutató és a csoportok között kapcsolat van.



4. ábra: Belső finanszírozási arány mentén létrejövő klaszterek pénzügyi flexibilitásra (bal felső ábra); kötelezettségek szerkezetére (jobb felső ábra); súlyozott átlagos tőkeköltségre (alsó ábra) vonatkozó csoportátlagainak összehasonlítása

Forrás: Reuters adatok alapján saját szerkesztés

Ahogy az ábráról jól leolvasható, az 1. és 2. klaszterben magas, míg a 3. klaszterben alacsony a finanszírozási flexibilitás indexe. Az ábrán az 1. és 3. csoport magas idegen tőke aránnyal rendelkezik, míg a második klaszter vállalatai alacsony kölcsöntőkével működik, ahogyan azt elvárhattuk. Szignifikáns különbség van a csoportok átlagos súlyozott tőkeköltség (WACC) értékeiben is.

Értelemszerűen az első klaszter vállalatai a leginkább kockázatosak, ezért a legmagasabb tőkeköltséggel számolhatnak (15,81%), míg a második klaszter vállalatai, a legnyereségesebb vállalatok, melyek a finanszírozási flexibilitás újra kiépítése miatt alacsony tőkeáttételt tartanak fenn, a legalacsonyabb átlagos súlyozott tőkeköltséggel számolhatnak (10,10%). A harmadik csoport, mely várhatóan hosszú távon képes fenntartani a pozitív jövedelemtermelő képességét a kettes csoportnál kicsivel drágábban juthat forráshoz, az ebbe a klaszterbe tartozó vállalatok (11,10%).

Konklúzió

Dolgozatomban részletesen bemutattam a reálopciókat, mint a beruházási döntésekben rejlő stratégiai lehetőségeket, valamint a finanszírozási flexibilitást, mint egy pénzügyi többlet a negatív események konzekvenciáinak, vagy váratlan lehetőségek finanszírozására.

Összefoglaltam a reál flexibilitás, a pénzügyi flexibilitás valamint a közöttük levő interakció szakirodalmát nemzetközi kutatók legfrissebb publikációira támaszkodva.

A fentiekből látható tehát, hogy a vállalatok tőkeszerkezetük kialakításakor figyelembe veszik a későbbi lehetőségeket, negatív sokkokat, és figyelembe veszik azt is, hogy később is képesek a hitelfelvételre, tőkebevonásra, melyet a statikus tőkeszerkezeti modellek figyelmen kívül hagynak. Így a statikus tőkeszerkezeti elméletek a *tőkeköltségre* koncentrálnak, így nem veszik figyelembe a növekvő adósságkapacitásból származó pénzügyi flexibilitás többletértékét. Ez a magyarázat arra, hogy a statikus tőkeszerkezeti modellek, miért becsülik fölé a tőkeáttétel nagyságát. A tőkeszerkezet kialakítása a költségek - hozam - kockázat reláció mentén alakul ki, ugyanis a vállalatok a gyakorlatban a jövőbeli beruházási és tőkeszerkezeti döntéseiket is szem előtt tartják, így a tőkeszerkezeti döntéseket is hosszú távú stratégiai szemlélettel kell vizsgálni, ennek megfelelően egyre több dinamikus modell készül a szakirodalomban.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat és a cikk elkészítéséhez sok segítséget kaptam. Külön köszönet illeti Dr. Csapi Vivient, aki egyetemi éveim alatt önzetlen és kitartó segítséggel végigkísérte kutatói munkámat.

Felhasznált adataim többsége Reuters adat, melynek hozzáférését a Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kara biztosította. Ezúton szeretném megköszönni a Karnak, valamint a Reutersnek, hogy elérhetővé tették számomra az adatokat.

Megköszönöm a számos tanácsot, biztató szót és véleményt Kuji Tibornak, Szakál Ivettnek, nővéremnek és édesanyámnak. Nélkülük a dolgozat nem készülhetett volna el.

Irodalomjegyzék:

- Ábel István - Öcsi Béla (1999): Finanszírozási szerkezet és tulajdonforma, Közgazdasági Szemle, XLVI. évf., 1999. október (888–904. o.)
- Balla Andrea (2006): Tőkeszerkezeti döntések – empirikus elemzés a magyar feldolgozóipari vállalatokról 1992–2001 között, Közgazdasági Szemle, LIII. évf., 2006. július–augusztus 681–700. o.
- Bancel, F. – Mittoo, U. R. (2010): Financial flexibility and the impact of global financial crisis: Evidence from France, letöltve a Social Science Research Network honlapról: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1587302
- Bélyácz Iván (2011): Stratégiai beruházások és reálopciók, aula kiadó, Budapest
- Bharath T. Sreedhar - Paquariello, Paolo - Wu, Guojun (2008): "Does Asymmetric Information Drive Capital Structure Decisions?", Oxford University Press
- Bonaime, A. Alice – Hankins, W. Kristine – Harford, Jarrard (2011): Financial Flexibility, Risk Management, and Payout Choice, letöltve a Social Science Research Network honlapról: <http://ssrn.com/abstract=1747036>
- Brennan, M. - E. Schwartz (1978): "Finite Difference Methods and Jump Processes Arising in the Pricing of Contingent Claims: A Synthesis," Journal of Financial and Quantitative Analysis 13, No. 3, 461-474 o.
- Byoun, Soku (2011): Financial Flexibility and Capital Structure Decision, letöltve a Social Science Research Network honlapról: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1108850
- Byun, Hae-Young - Hwang, Lee-Seok - Lee, Woo-Jong (2011): How does ownership concentration exacerbate information asymmetry among equity investors?, Pacific-Basin Finance Journal, 19, 511–534 o.

- Choe, Hyuk - Yang, Cheol-Won (2006): Comparisons of Information Asymmetry Measures in the Korean Stock Market, *Asia-Pacific Journal of Financial Studies* (2006) v35 n5, 1-44 o.
- Damodaran, Aswath (1997): *Corporate Finance*. Wiley, New York.
- Goldstein, Robert S. - Nengjiu Ju - Hayne E. Leland (2001): An EBIT-Based Model of Dynamic Capital Structure, *Journal of Business*, 74, 483–511 o.
- Halov, Nikolay (2006): *Dynamics of Asymmetric Information and Capital Structure*, NYU-Stern School of Business
- Harford, J., Mansi, S. A., Maxwell, W. F., (2008): Corporate governance and firm cash holdings in the US, *Journal of Financial Economics* 87, 535-555 o.
- Kuti Mónika (2010): A Vállalati adósság elméleti aspektusai, Számviteli Konferencia, Pécs, Magyarország
- Kuti Mónika (2011): A kockázatosított cash flow, a pénzügyi flexibilitás és a finanszírozási korlát. *Pénzügyi Szemle* 2011/4, 492-505 o.
- MacKay, P. (2003): Real flexibility and financial structure: an empirical analyses. *Review of financial studies*, 16(4), 1131-1165 o.
- Miller, M. H. (1977): Debt and Taxes. *Journal of Finance*, 32, 261-75 o.
- Myers, S. - Majluf, N. (1984): Corporate Financing and Investment When Firms have Information that Investors Do Not Have. *Journal of Financial Economics*, 11, 187-221 o.
- Opler, T. - Pinkowitz, L. - Stulz, R., - R. Williamson, (1999): The Determinants and Implications of Corporate Cash Holdings. *Journal of Financial Economics* 52, 3-46 o.
- Riddick, L. A. - Whited, T. M., (2008): The corporate propensity to save. *Journal of Finance*, 64, 1729-1766 o.
- Sajtos László - Mitev Ariel (2006): *SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv*, Alinea kiadó, Budapest
- Schulmerich, Marcus (2005): *Real Options Valuation the Importance of Interest Rate Modelling in Theory and Practice* , Springer - Verlag, Berlin
- Tong, T. W. - Reuer, J. J. (2004): *Corporate Investment Decisions and the Value of Growth Options*, The 8th International Annual Real Options Conference. Montreal, Kanada.
- Tóth Judit (2006): *Vállalati gazdaságtan*, MVT Munkaközösség, Budapest
- Yun, H. (2009): The choice of corporate liquidity and corporate governance. *Review of Financial Studies*. 22, pp. 1447–1475 o.

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher
Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyhme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
JANKÓ Ferenc
KOLOSZÁR László
SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FÁBIÁN Attila
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁTSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant
TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth 1

ÚR Norbert

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban

B2B Relationship in Business Network 12

GYÖRKÖS Rita

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer 22

KATONA Attila Imre

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control 35

KATONA Attila Imre

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control 46

KURBUCZ Marcell

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben

Impacts of Human Resources on Project Planning 58

NÉMETH Anikó

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects 79

NÉMETH Kristóf

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében

GARCH Models in the Perception of Financial Risks 99

KISS Ágota

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms 116

CZELLENG Ádám

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre

The Impact of Flexibility on the Capital Structure 128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

*Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and
Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House.....* 156

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”¹

ÉKES Szeverin Kristóf²

A dolgozat széles körű szakirodalmi bázisra építve, a diszkriminancia analízis és a logisztikus regresszió módszereivel vizsgálja a csődös és a működő vállalkozások megkülönböztetését leginkább befolyásoló kritikus tényezőket. Egy kiinduló mintán teszteltem, hogy véletlen mintavétel szerint összeállított mintára mennyire hatékonyak a szakirodalomban ismert csőd előrejelzési modellek, illetve a mintán értelmezve kialakított saját modell. Egy validáló mintán igazolásra került, hogy a saját modell is csak az első mintára alkalmazható kiugró eredménnyel. Bizonyítást nyert, hogy a bonyolult statisztikai megoldások önmagukban nem feltétlen vezetnek célra, szükség van a tapasztalt gazdasági szakember szakértelmére. Természetesen a kutatás nem azt mondja, hogy a szakirodalomban használt csőd előrejelzési módszerek teljes egészében hitelüket veszítették. Csak felhívja a figyelmet arra, hogy a hazai KKV-k gazdasági körülményei nem vethetők össze a külföldi nagyvállalatokéval, így a nagyvállalati szektorra kifejlesztett mutatók eredményei KKV esetében nem segíthetik a nagy pontosságú döntéshozatalt; a gazdálkodási jellemzők komplexitásának jelentős szűkítése sok esetben téves eredményre vezethet.

Kulcs szavak: csőd előrejelzési modellek, diszkriminancia analízis, logisztikus regresszió
JEL-kódok: C15, C53, C55, G33, M21

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector

This study based on extensive literature and differentiation of entities operating of most critical influencing factors has examined by discriminant analysis and logistic regression. Initial sample was tested by our discriminant model and other bankruptcy prediction models. Validation sample have justified that the model is only used for first sample. It has been demonstrated that statistical solutions will not lead to purpose therefore the expertise of company specialists have needed. The paper have punctuated that the statistics could provide basic information, but efficiency of bankruptcy prediction depended on complex experience of evaluation. The research does not say that prediction methods has been discredited but pay the readers attention, that the domestic economic conditions are not strictly comparable with those of foreign corporations and its results may not help the decision making of high precision; and many case management features of the complexity of a significant narrowing lead to erroneous results.

Key words: Bankruptcy prediction models, Discriminant analysis, Logistical Regression
JEL Codes: C15, C53, C55, G33, M21

¹ A tanulmány a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi Szekciójának Vállalati gazdaságtan II. Tagozatában első helyezést elért dolgozat alapján készült. Az OTDK-pályamunka konzulensei Dr. Juhász Lajos egyetemi docens és Dr. Koloszar László egyetemi docens.

² A szerző a Nyugat-magyarországi Egyetem Közgazdaságtudományi Karának vállalkozásfejlesztés mesterszakos hallgatója (ekes.szeverin AT gmail.com). A szerző 2013-ban Pro Scientia Aranyérem kitüntetésben részesült.

Bevezetés

Az elmúlt több mint húsz évben a kis- és közepes méretű vállalkozások az érdeklődés középpontjába kerültek, számos szakirodalmi kutatás bizonyította jelentőségüket a gazdasági növekedés, a munkahelyteremtés és az innováció vonatkozásában is (Szerb, 2008; Antal-Pomázi, 2011; Némethné, 2010; Nyitrai, 2011). A gazdaság egészében, a jövedelemteremtésben és a foglalkoztatásban nyújtott kezdeti sikerek a kis- és középvállalkozások számára növekvő versenyképességi lehetőségeket teremtettek, a piaci térhódítás folyamatát előirányozva. A 2008-2010-es gazdasági válságot követően a KKV-k növekedési lehetőségei megtorpantak. A méretstruktúra további változásának lehetősége, a foglalkoztatási adatok csökkenése, a fejlesztési, innovációs lehetőségek mérséklődése és a belső instabilitás háttérbe szorította a teljesítőképességet, pedig a nemzetközi szakirodalom és a hazai kutatók is számos esetben igazolták, hogy a kis- és közepes vállalkozások magas arányukból adódóan (98-99%) megteremthetnék a nemzetgazdaságban a növekedés, illetve jelen esetben a kilábalás esélyét. E helyett azonban számos vállalkozás ment tönkre, jutott csőd közeli helyzetbe.

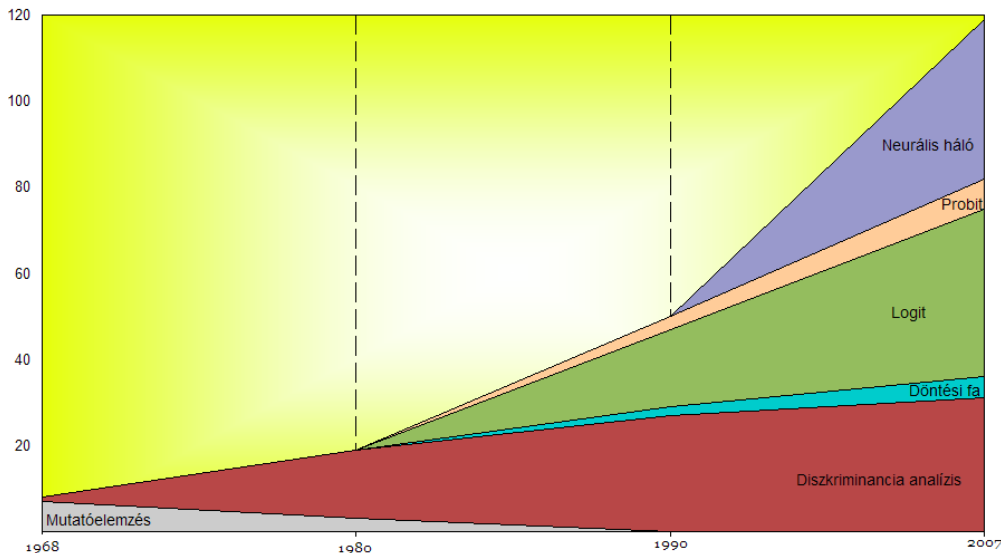
A publikáció elsődleges célja, hogy vizsgálat tárgyát képezze a szakirodalomban található csőd előrejelzési modellek hatékonysága.

Feltételezhető, hogy megfelelő statisztikai módszerek alkalmazásával sem konstruálható olyan mutatószám, amely a magyar KKV szektor vállalkozásai kapcsán pontosabb csőd előrejelzéssel szolgál. Bizonyítható, hogy a szakirodalmi mutatószámok sem alkalmasak kellő hatékonysággal a csőd előrejelzésére. A vizsgált szektorra vonatkozóan nem alkotható meg olyan modell a gazdaságossági mutatók komplex szintézise által, amely a csőd lehetőségét (csőd kockázatot) pontosabban jelzi.

Megállapítható, hogy a jelenlegi csődmodellek és a megalkotott modellek sem alkalmazhatók a csőd helyzetének előrejelzésére egy évvel korábbi adatok alapján sem. Nem lehet olyan univerzális modellt kialakítani, amely képes volna figyelembe venni a nyilvánosan hozzáférhető vállalati adatok változatosságát és igazodni a vizsgált szektor kevésbé uniformizált jellemzőihez.

Szakirodalom áttekintése

Az 1930-as gazdasági világválság megváltoztatta az erőviszonyokat és bélyeget nyomott a vállalkozások tevékenységére, ezért a kutatások jelentős hányada olyan válságkezelési modellek kidolgozására és alkalmazhatóságára koncentrált (*1. ábra*), amelyek hosszú távon képesek arra, hogy a fizetésektelenség problémakört időben előre jelezzék.



1. ábra: Csődmodellek fejlődéstörténete

Forrás: Imre (2007)

Legyen szó bármely modellről, ezek a vállalatok beszámolóiból, pénzügyi-számviteli kimutatásaikból képezett ökonómiai (Herczeg-Juhász, 2010), pénzügyi (Bíró et al., 2007) és jövedelmezőségi mutatók (Illés, 2008) ügyes kombinációjának segítségével teszik lehetővé, hogy a néhány éven belül bekövetkező csődöt előre jelezzék. A csőd bekövetkezése és a mutatók halmaza közti összefüggéseket statisztikai elemzések segítségével lehet feltárni. Nagyon fontos, hogy bármely mutatóról, modellről legyen szó, nem szabad szem elől téveszteni azt, hogy a csőd elemzése mellett a csőd előrejelzése prioritást élvez. Kotormán (2009) felhívja a figyelmet arra, hogy a kapott eredményeknek minden esetben megfelelőnek kell lenniük ahhoz, hogy a csődveszélyt számszerűsítsék, a csőd bekövetkezése és a csőd elkerülése szerint a vállalkozást minősítsék.

Időrendben haladva a kezdeti modellek a pénzügyi és empirikus vizsgálatokat helyezték előtérbe. Imre (2007) azt írja, hogy Ramster, Foster a pénzügyi mutatók, Fitzpatrick, Winekor és Smith a likviditási mutatók, Back et al. (1996) pedig a működő és nem működő vállalkozásokra kiszámolt értékek differenciáltjából következtetett a csőd bekövetkezésére. Beaver (1966) kutatása úttörő munka volt a csődmodellek gazdasági alkalmazhatósága tekintetében, mivel elsőként alkotott olyan mutatószám rendszert, amely többváltozós lineáris egyenlet segítségével jelzett előre.

Altman (1968) munkássága egy meghatározó fejlődési szakaszt jelent nemcsak a csőd előrejelzése szempontjából, hanem a statisztikai módszerek alkalmazhatóságát illetően is. Az első többváltozós diszkriminancia analízissel elkészített előrejelzési módszer a likviditási, megtérülési, tőkeáttételi, eszköz-megfelelőségi és eszköz kihasználási mutatócsoportokat hangol össze. Megmutatja, hogy a vállalkozások működési kockázati mutatóinak mi az ideális összehangolása. Altman kutatásai nyomán több publikáció is született, Deakin (1972) és Blum (1974) például szintén diszkriminancia analízis segítségével állítottak fel előrejelző modelleket. Az ipar és a kereskedelem modernizációjával egyidejűleg Altman et al. (1977) 27 pénzügyi mutatóból a kor elvárásainak megfelelően kiválasztott 7 kategóriát és módosította az eredeti előrejelzési modellt. Fulmer, Springate és Comerford szintén felállítottak diszkriminancia analízisre alapozott modell javaslatokat azzal a különbséggel, hogy kutatásaikban nagyobb hangsúlyt fektettek a likviditást befolyásoló tényezőkből levonható következtetésekre (Arutyunjan (2002) és Noszkay (2002)). Magyarországi viszonylatban kiemelkedő eredményt Virág-Hajdú (1996, 1998) munkája jelentett, akik a diszkriminancia

analízis és a logisztikus regresszió módszerére levetíthető vizsgálatot folytattak le. A statisztika módszerek fejlődésével a diszkriminancia analízist további módszerek egészítették ki, *Ohlson (1980)* a *kétféle változós logisztikus regresszió* módszerével készített előrejelzési modelleket. Négy évvel később *Zmijewski (1984)* a logisztikus regresszió módszere kapcsán megállapította, hogy a minta elemszámainak egymáshoz közelítésével a modell finomítható, a torzító hatás és a másodfajú hiba lehetősége minimalizálható. *Olmeda és Fernandez (1997)* megállapította, hogy a *neurális háló* segítségével megkapott eredmények felülmúlták a diszkriminancia analízis eredményeit és tökéletes besorolást biztosítottak. *Virág-Kristóf (2005)* szintén megerősítik Olmeda és Fernandez kutatásait és megállapítják, hogy kis mintás tesztek esetén is jobb eredmények érhetők el, mint a diszkriminancia analízis vagy a logisztikus regresszió módszerével.

Fontos kiemelni, hogy óvatosan foglaljunk állást a modellek használhatóságával kapcsolatban. Imre (2007) úgy fogalmaz, hogy az egyváltozós jellegű mutatók esetében nehéz a módszer adta eredményeket definiálni, főleg, hogy több mutató is ellentmondhat egymásnak. Ezzel a gondolattal *Virág (2004)* is egyetért, mivel a módszer nem veszi figyelembe, hogy a csődöt több mutató együtállása is jelezheti, és nem számol a mutatók között felmerülő korrelációkkal. Altman mutatójával kapcsolatban Imre (2007) úgy nyilatkozik, hogy nehéz az előrejelzés olyan vállalatok esetében, akik nem vesznek részt a tőzsdei folyamatokban. A továbbfejlesztett módszerrel kapcsolatban pedig *Altman et al. (1977)* maga is úgy fogalmaz, hogy az eredeti modell az újítások ellenére jobb eredményeket mutat. Talán a neurális háló az egyetlen aktuális modell, amellyel szemben egyelőre nem fogalmaztak meg kritikát, hozzátéve, hogy a fentiek egy része erre is vonatkozatható. Éppen ezért a „*csődelkerülési relativitáselmélet modellje*” arra próbál választ adni, hogy profiltól és tevékenységtől függetlenül, melyek azok a lehetőségek, amelyek releváns információt biztosítanak a vállalkozás menedzsmentjének, létezhet-e általános modell, amely a magyar KKV szektor vállalkozásainál a csőd-előjelzés tekintetében jó hatásfokkal alkalmazható.

Modellalkotás kiinduló és validáló mintán

Az egyik első, mondhatjuk, hogy a statisztikai megközelítés úttörő jellegű modellje, az Altman-féle Z mutató (*Altman, 1968*) talán a legismertebb csőd-előjelzési mutatószám. A kutatás ezen keresztül viszonyít, ugyanakkor számos további modellt is beemel a vizsgálatba. A kérdés, hogy a vállalati mutatószámok egy csoportjának statisztikai alapú vizsgálatával készíthető-e olyan komplex mutatószám, mely a véletlen tippelésnél jóval nagyobb arányban képes egy adott vállalkozás potenciális csődjét előre jelezni.

Ennek vizsgálatához első lépésben egy megfelelő mutatószámrendszerre van szükség. A releváns szakirodalom áttekintése után a *Herczeg – Juhász (2010)* irodalomban lévő ökonómiai mutatószámrendszere esett a választásom. Ez 26 darab, a szakirodalomban széles körben ismert, módszertanilag is helyes mutatószámot foglal csoportokba.

Következő lépésben egy 55 be nem csődölt vállalkozást és 33 becsődölt vállalkozást tartalmazó minta gazdasági adatai alapján meghatározom a fenti mutatószámrendszer adott évi értékeit, majd diszkriminancia analízis segítségével megpróbálom feltárni, hogy melyek azok a mutatószámok, amelyek a csődbe kerülést leginkább mutatják. A diszkriminancia elemzés olyan többváltozós módszer, amelynek segítségével esetek (vállalkozások) kategorizálását végezhetjük el. Lehetőség nyílik azon tényezők beazonosítására, melyek szignifikánsan megkülönböztetik a vizsgált csoportokat. A diszkriminancia analízis kiinduló kérdése, hogy egy adott csoporthoz tartozás a megadott változók mentén becsülhető-e. A diszkriminancia analízis számos előfeltétellel rendelkezik, a logisztikus regresszió ezzel szemben robusztusabb. Így szükség esetén utóbbi módszert is bevonom az elemzésbe.

Az eredmények validálását több formában is megpróbálom elvégezni. Először is az Altman által megfogalmazott öt mutatószámot is az elemzés részévé teszem. A mutató a magyar KKV szektortól eltérő üzleti környezetben működő, eltérő méretű vállalatok adatainak felhasználásával készült. Ez alapján feltételezhető, hogy a vizsgálatom tárgyát képező magyar KKV szektor vállalatainak csődelőrejelzése ettől eltérő tartalmú mutatók segítségével jobban körülírható. Ha mégis az Altman-féle mutatókat adná ki az elemzés, akkor ez a feltevés elvethető. A kapott függvény által kiadott besorolást összevetem a korábbiakban bemutatott modellek által adott eredményekkel, hogy ellenőrizhető legyen, a szakirodalomban előforduló modellek jobb eredményt adnak-e, mint a magyar KKV-k adatait tartalmazó mintán értelmezett új modell.

Az eredményeket egy második, 30-30 be nem csődölt, illetve becsődölt vállalkozás adatait tartalmazó független mintán ellenőrzöm. Megvizsgálom, hogy milyen eredményeket adnak a szakirodalomban előkerült modellek, illetve mennyire ad pontos besorolást az előző minta alapján felállított új modell.

Az előrejelzés realitásának további vizsgálatához visszalépek egy évet e második minta vállalkozásainak gazdasági adataiban és erre az egyvel korábbi évre szintén elvégzem az előző besorolást mind a szakirodalmi modellek, mind az új modell tekintetében. A kapott eredmények tükrében hozom meg következtetéseimet.

Mintavételi eljárásnak a véletlen mintavételt választottam. Ez felveti a reprezentativitás kérdését. A reprezentativitáshoz az adott mintának a vizsgálat szempontjából lényeges elemeiben kell lekövetni a populáció tulajdonságait. Itt két kérdés is felmerül: melyek a vizsgálat szempontjából meghatározó tulajdonságok és milyen ezek megoszlása a populáción belül? Ehhez tudnunk kellene, hogy az adott évben csődbe ment vállalkozások milyen szempontok tekintetében térnek el az összes vállalkozást tartalmazó arányszámoktól. Például egy adott méretű, adott régióban, vagy adott ágazatban tevékenykedő vállalatcsoportban nagyobb-e a becsődölt vállalkozások aránya, tehát mely szempontok lehetnek befolyással a csőd esélyére. Ezután azt is tudni kellene, hogy e szempontok alapján milyen az adott évben becsődölt vállalkozások megoszlása az összes becsődölt vállalkozáson belül. A fenti kérdések meghatározásához nem állt rendelkezésemre nyilvánosan hozzáférhető statisztika, így a véletlen mintavétel logikus választásnak mondható.

Kiemelném, hogy Altman és a többi szakirodalmi modell fejlesztőjének többsége is irányítottan választotta ki a vizsgált vállalkozások körét, hogy a választott statisztikai vizsgálati módszer feltételrendszerét biztosan kielégítse. Ez a statisztikai módszerek jelentős hátránya, melyre az eredmények ismertetésénél visszatérünk.

Kiinduló minta

A kutatás kiindulási fázisában egyszerű véletlen mintavétel³ (SRS) szerint 88 (55 működő és 33 csődbe ment) vállalkozás mérlegét és eredmény-kimutatását vizsgáltam. Besorolásukat tekintve a mérlegfőösszeg alapján képeztem csoportokat, így a minta 71,6%-a középvállalkozás, a maradék 28,4%-a pedig kisvállalkozás.

³ A mintavételi keret minden tagja ugyanakkora valószínűséggel került kiválasztásra, az alapsokaság minden tagjának elérhetőségét az e-beszámoló portál és a Magyar Közlöny adatbázis rendszere biztosította. A véletlen szerinti beválasztás után a két kategória (csődös, működő) szerint szisztematikusan elkülönítésre kerültek a minta elemei.

1. táblázat: Kiindulási sokaság vállalati típusra és csődhelyzetre levetített értékei

	Nem ment csődbe	Csődbe ment
Kisvállalkozás	17	8
Középvállalkozás	38	25
Összesen	55	33

Forrás: saját szerkesztés

Diszkriminancia analízis

A vizsgálat háttéréül a diszkriminancia elemzés statisztikai módszere szolgált (*Sajtos – Mitev, 2007*). A diszkriminancia elemzés olyan többváltozós módszer, amelynek segítségével esetek (vállalkozások) kategorizálását végezhetjük el. Lehetőség nyílik azon tényezők beazonosítására, melyek szignifikánsan megkülönböztetik a vizsgált csoportokat. A diszkriminancia analízis kiinduló kérdése, hogy egy adott csoporthoz tartozás a megadott változók mentén becsülhető-e. A diszkriminancia elemzés esetén számos feltételnek kell teljesülnie.

A *függő változó nominális skálán mért, a független változókat pedig intervallum, vagy arányskálán mérjük*. A vizsgálat függő változója a csoporthoz tartozás, mely egy dichotóm (0, 1 tartalmú) nominális skálán mért változó. A bevont függő változók a Herczeg – Juhász (2010) nyolctényezős modellje alapján képezett mutatószámok, melyek kiegészültek az Altman által használt öt mutatóval. Ez tulajdonképpen a kontroll, ha pontosan ezeket adja vissza az elemzés, akkor az Altman mutató elemei a legalkalmasabbak a vizsgált minta csődjelölésének leírására. Az egyes *esetek függetlenek* egymástól, ez inkább többszörös (pl. panel) vizsgálatoknál okozhat problémát, jelen esetben a mintavételezéssel teljesül. A *csoportok kizárólagosak*, egy vállalkozás vagy csődbe ment, vagy nem, mindkét csoportba nem tartozhat. A *közel azonos csoportnagyság* feltétele nem teljesül. Erre megoldás lehetne, ha a nagyobbik – nem ment csődbe – csoport esetszámát a kisebb csoport esetszámához közelítenénk. A mintanagyságban szereplő független változók száma (26+5) kisebb, mint a kisebb csoport esetszáma, ez megfelelő. Ugyanakkor a teljes minta a független változók nagy számához mérten kicsi, de ezt a változók számának csökkentésével orvosolni fogjuk. A változók normalitásának (normális eloszlásának) biztosítása kapcsán a társadalomtudományi kutatások bizonyos fokú rugalmasságot engedélyeznek. A normalitás sérülését legtöbbször kiugró értékek okozzák. A kiugró értékeket boxplot segítségével fogjuk kiszűrni a kiválasztott változóknál. A *variancia-homogenitás* (más néven homoszkedaszticitás) feltétele szerint a független változók variációjának a függő változó csoportjaiban (csődbe ment csoport, nem ment csődbe csoport) hasonlónak kell lennie. Ez a feltétel a Box's M mutatóval tesztelhető. Null hipotézise szerint a kovariancia mátrixok nem különböznek a függő változó csoportjaiban. Ha a teszt eredménye nem szignifikáns, azaz a null hipotézis kerül elfogadásra, úgy a variancia-homogenitás feltétele teljesül. E feltétel nem teljesülése általában összefügg az előzőleg említett feltételek közül a kiugró értékek létezésével, az alacsony mintanagysággal, vagy eltérő csoportméretekkel. Fontos feltétel a *multikollinearitás*, azaz a független változók közötti összefüggés hiánya. Ez tökéletesen általában nem biztosítható, jelen vizsgálat során sem tudjuk tökéletesen megvalósítani e feltételt.

Az elemzéshez az IBM SPSS Statistics 20-as verzióját használtam. A vizsgálat adatsora a csődbe menetel előtti év (2009) adataiból épült fel.

Vizsgálat menete

A vizsgálatba 26 mutatószám, valamint az Altman által használt 5 mutató került be. Ahhoz, hogy a multikollinearitás feltétele teljesüljön, ki kell szűrni az egymással szorosan korreláló

mutatószámokat. Első lépésben ezért kizárásra került néhány mutatószám, mely jelentős korrelációt mutatott (pl. a tőkearányos nyereség; eszközarányos nyereség és osztóke megtérülése mutatószámok nagyon szoros korrelációja miatt elegendő csak egyiküket a vizsgálatban tartani). A korrelációs értékek erőssége okán kizárásra került a tőkearányos nyereség, osztóke megtérülése és osztóke arányos vállalkozói nyereségráta mutatója. Az elemzésben maradt az eszközarányos nyereség ezekkel nagyon szoros korrelációban lévő mutatója. Szintén kivételre került az árbevétel arányos bruttó nyereség és a költséghányad mutató, a vizsgálatban maradt az ezekkel korreláló *árbevétel arányos nettó nyereség* mutatója. A saját tőke aránya az Altman X_1 , X_2 és X_3 mutatókkal mutatott szoros korrelációt így ez a mutató is kivételre került. Szoros korreláció figyelhető meg a likviditás mutatói (ráta, gyorsráta, pénzhányad), valamint ezek és az eladósodottság aránya között is. Itt nem került egyetlen elem sem kizárásra, lévén ezek fontos előrejelző mutatói lehetnek a csődhelyzetnek, érdemes a vizsgálat alapján kiválasztani a legmegfelelőbbet.⁴

A mintában az Altman-féle X_1 és X_3 , valamint X_2 és X_5 mutatók között is nagyon erős korreláció figyelhető meg. Mivel ezeket ennek ellenére szeretnénk kontrollként megtartani, így nem kerültek kizárásra. Ezek persze a vizsgálat szempontjából kompromisszumok, a kutató döntései.

Az adatok hiányossága miatt kizárásra került a készletforgás mutatója is, mivel a vizsgálatba vonva azért lett volna meghatározó a két csoport elkülönítésében, mert az egyik csoportban jóval több esetben nem kerülhetett meghatározásra és ez okozta a csoportok közötti eltérést.

A dimenziók tömörítéséhez elegáns statisztikai megoldás lenne a faktorelemzés. Ezzel az egymással összefüggő változókat „implicit” faktorokba tömöríthetnénk, akár jelentősen leredukálva a változók számát. Ettől azonban a végeredmény nem lenne egyszerűbb, hiszen ha a végén megkapnánk a három-négy-öt legjelentősebb faktort, az valójában nem ennyi mutatószámot jelentene, hanem jóval többet, amelyeket meg kellene határozni, súlyozni, így az eredményként várt egyszerű összefüggést biztosan nem érnénk el.

A 24 db, elemzésben maradó mutató közül tehát másként kell kiszűrni a csoportosítás szempontjából meghatározókat. Itt részint Altman (1968) munkájához nyúlunk vissza, és különböző alternatívák megfigyeléséből próbáltunk következtetéseket levonni. Az összes (rész)kombinációt nincs lehetőség kipróbálni, így a kutató ítéletének is van szerepe az elemzésben.

A lefuttatott tesztek alapján szükség van a szóba jöhető mutatók kiugró értékeinek kizárására, mely boxplot-ok felvételével történik. Az elemzés elején azért nem tudjuk a kiugró értékeket szűrni, mert ha mind a 24 változó kiugró értékeit kivennénk, akkor a legtöbb eset egy-egy változó esetén beleesne a szűrésbe és nagyon kevés eset maradna csak az elemzésben. A diszkriminancia analízist stepwise metódussal futtatva a szoftver egyesével viszi be a változókat az elemzésbe, így lehetőség nyílik a szignifikáns mutatók elkülönítésére.

Eredmények

Számos megfigyelés eredményéből rajzolódott ki a megfelelő mutatócsoport, amely leginkább meghatározza, hogy az egyes esetek melyik csoportba tartoznak.

A forgóeszköz aránya, a vevőállomány aránya, a befektetett eszközök fedezettsége, a tőkeáttétel és az Altman-féle X_4 (saját tőke piaci értéke/összes adósság könyv szerinti értéke) mutatók kerültek bevonásra.⁵

⁴ Megjegyezve, hogy ettől még nem feltétlen kerül a végeredménybe likviditási mutatószám, az Altman-féle faktorok között sem szerepel kimondottan likviditási mutató.

⁵ Az öt mutató nem azért lett öt, mert a vizsgálatban csak öt mutató kombinációk voltak, több, illetve kevesebb darabszámú csoportok is tesztelésre kerültek.

Az elemzés eredményeiből kiderül, hogy az utolsóként említett mutató csak $\alpha=0,159$ -nél lenne szignifikáns. A multikollinearitás problémája nem áll fenn, ez a csoportok közti korrelációs mátrixból kiderül. A Box's M teszt igen érzékeny, ugyanakkor csak nagyon alacsony, 0,002 alatti α érték választásakor lehetne elvetni a nulla hipotézist, a variancia-homogenitás feltétel ekkor teljesülhet. A diszkriminancia-függvény jelentős sajátértékkel (18,9 – relatív fontossággal, magyarázó értékkel) bír. A kanonikus korreláció magas értéke (0,975) azt mutatja, hogy a kialakított diszkriminancia függvény, jelentős mértékben magyarázza a csoportok közötti eltéréseket. A függő változó varianciájának ($0,975^2=$) 95%-át magyarázza. A diszkriminancia-függvény alacsony Wilks'-lambda értéke és szignifikáns volta alátámasztja, hogy a függvény magyarázó hatása jelentős.

A standardizált diszkriminancia együtthatókból látszik a változók relatív fontossága. Innen is kiolvasható, ami már a Wilks'-lambda értékéből is látszott. A tőkeáttétel mutató relatív fontossága mellett eltörlődik a másik négy mutató, ez különbözteti meg leginkább a csoportokat. Ugyanezt támasztja alá a Pearson-féle korrelációs együtthatókat tartalmazó struktúra mátrix is.

Az analízis eredményeként sikerült 100%-os találati arányt elérni, azaz a választott mutatókat tartalmazó diszkriminancia-függvény segítségével minden, a kizárások után a mintában szereplő eset a valós csoportjába kerül besorolásra. Tippeléssel 50%-os arányt érhetnénk el, a kapott eredményt ezzel az értékkel (és nem a nullával) érdemes összevetni. A szoftverrel az elemzés keresztérvényességének vizsgálatát is elvégeztettük. A program az elemzést többször is elvégezte egy-egy megfigyelés kihagyásával (leave-one-out). Jelen esetben ez is azonos eredményre jutott (100%).

A kanonikus diszkriminancia (Z) függvény értéke:

$$Z = 2,121 - 0,104 * D_1 - 1,102 * D_2 + 0,238 * D_3 + 0,497 * D_4 - 0,146 * X_4$$

ahol:

- D1 = Forgóeszközök aránya
- D2 = Vevőállomány aránya
- D3 = Befektetett eszközök fedezettsége
- D4 = Tőkeáttétel
- X4 = Saját tőke piaci értéke⁶/Összes adósság könyv szerinti értéke⁷

A csoportba sorolás határértéke $Z=0$. A nullánál kisebb érték a „csőd-csoportba” tartozást jelzi. A függvényt a teljes mintán alkalmazva 3 vállalkozás esetén hozott rossz besorolást a be nem csődölt csoportban, 3 vállalkozás esetén pedig a becsődölt csoportban.

Az Altman által eredetileg használt öt változóra lefuttattuk ugyanezt a vizsgálatot. A kapott eredmények alapján, a keresztérvényességi vizsgálat szerint, az így előállított diszkriminancia-függvénnyel az esetek 57,6%-a került megfelelően besorolásra. Hozzátevé, hogy a kiugró értékek kizárása az eredetileg választott öt változó alapján történt, nem pedig az Altman-féle mutatók szerint. Szintén fontos újfent kiemelni a tőkeáttétel mutató mintában érvényes lényeges szerepét. Fontos továbbá leszögezni, hogy a jelentősebb számú kizárás sem segítette a diszkriminancia-analízis minden feltételének teljesülését.

Kétváltozós logisztikus regresszió

Mivel a kiugró értékek kizárása mindkét csoportot érintette, a közel azonos csoportnagyság feltétele (21 vs. 38 db eset) továbbra sem teljesült. A Box's M mutató értéke sem meggyőző, ami egy újabb lényeges feltétel nem teljesülését jelenti.

⁶ A saját tőke piaci értéke alatt a vállalkozás összes forgalomban lévő részvényének piaci értékét értjük, a KKV esetében használható lehetne a saját tőke könyv szerinti értéke.

⁷ Az összes adósság könyv szerinti értéke az összes rövid, illetve hosszú lejáratú tartozások összege.

Ezért a diszkriminancia analízis mellett érdemes kétváltozós logisztikus regresszió segítségével is megvizsgálni a változók közötti összefüggéseket. Itt nincs stepwise eljárás, a korábban választott változókat vizsgáljuk, ezeket egyszerre (method: enter) visszük be az elemzésbe. Ez az elemzés sokkal robusztusabb, kevesebb előfeltétellel rendelkezik, mint a diszkriminancia-analízis, többek között az eltérő csoportnagyságokra sem érzékeny. A kiugró értékekre sem kell annyira tekintettel lennünk, a logisztikus regresszió erre is kevésbé érzékeny. A multikollinearitás – a változók közötti összefüggések vizsgálata – korrelációs együtthatók segítségével megtörtént, az esetszámunk pedig kellően nagy. Az előző kizárások, melyek a kiugró értékek miatt történtek, most törölve lettek, minden eset (55+33) bevonásra kerül az elemzésbe.

Kiinduláskor 62,5%-os valószínűséggel tippelhetnénk helyesen (ha nem véletlenszerűen tippelünk, hanem tudatosan mindig a nagyobbik csoportot választjuk, akkor $55/88 \cdot 100 = 62,5\%$ az esélyünk). Változóink modellbe vitele után becslést kapunk arra, hogy független változóink kombinációja mekkora részt magyaráz a függő változó varianciájából. A 87,3% (Nagerle R-négyzet) nagyon jónak számít. A modell a csődbe menő csoportot 90,9%-os valószínűséggel sorolta be (30 ok, 3 téves), a csődbe nem ment csoportot pedig 98,2%-os valószínűséggel sorolta be megfelelően (54 ok, 1 téves). Ez összességében 95,5%-os pontosságot jelent. Az egyes változók szignifikanciájából, illetve az egyedi hozzájárulásukat mutató Exp (B) mutatóból ugyanaz olvasható ki, mint a diszkriminancia-analízisnél. A tőkeáttétel mutatójának meghatározó szerepe van a klasszifikációban.

A modellek összevetése a kiinduló mintával

A szakirodalomban publikált modellek többségére⁸ lefuttatásra került a minta, az eredményeket a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat: Segítség az eredmények értelmezéséhez

Érvényes csoportbesorolás	A modell által visszaadott csoportbesorolás	
	Becsődött	Működő
Becsődött	OK	H ₁
Nem csődött be (működő)	H ₂	OK

Forrás: saját szerkesztés

H₁: A csődös csoport ennyi vállalkozását működőnek jelezte, azaz a csődösök között nem jelzett.

H₂: A működő csoport ennyi vállalkozását csődösnek jelezte, azaz a működők között jelzett.

H₁-et és H₂-t elsőfajú, illetve másodfajú hibának is hívhatjuk.

A működő vállalkozások vonatkozásában a legalacsonyabb tévedési értéket a magyar regressziós modell eredményezte, amely Virág-Kristóf nevéhez kapcsolódik. A modell 55 mintából 1 vállalkozást sorolt rossz helyre. Viszont a csődös vállalkozások esetében 33-ból 28-at helytelenül határozott meg. Tehát a mutató nem kellően érzékeny, tulajdonképpen teljesen érzéketlen, a vállalkozások döntő többségénél nem jelez csődöt. Hasonlóan jó értéket mutat Springate és Zmijewski modellje, de ezekben az esetben is csak a működő vállalkozásnál jelzett a modell pontosan. A csőd csoport esetében 87,9%-os és 84,8%-os hibát mutat. Altman modellje közepes értéket mutat, mert a működő vállalkozások esetében 30,9%-os hibával, míg a csődösök esetében 51,5%-os hibával dolgozik. A lefuttatott – kétváltozós regresszióval megerősített – diszkriminancia modell a szélsőértékek kizárása nélkül mind a működő, mind a csődös vállalkozások esetében 3-3 céget sorolt be, amely 5,5%-os és 9,1%-os

⁸ A hivatkozott szakirodalom (pl. Virág-Kristóf, 2005) mélysége nem elegendő a neurális hálók teszteléséhez, így a konkrét modell hiányában erre nem került sor.

hibát jelent. Azt mondhatjuk, hogy az aktuális mintára az elvégzett elemzés szinte tökéletes eredményt hozott.

3. táblázat: A válságmenedzselési modellek hibaértékei a kiindulási mintára levetítve

	Működők között jelzett	Százalék (%)	Csődösök között nem jelzett	Százalék (%)
<i>Altman</i>	17	30,9	17	51,5
<i>Springate</i>	3	5,5	29	87,9
<i>Comerford</i>	24	43,6	15	45,5
<i>Ohlson</i>	30	54,5	13	39,4
<i>Zmijewski</i>	4	7,3	28	84,8
<i>Virág-Hajdú diszkriminancia</i>	14	25,5	26	78,8
<i>Virág-Kristóf regresszió</i>	1	1,8	28	84,8
<i>Saját diszkriminancia modell</i>	3	5,5	3	9,1

Forrás: saját szerkesztés

Végül arra a következtetésre juthatunk, hogy a mutatók bármelyike viszonylag jól jelzi egy vállalkozásról, hogy az működik. Azonban a csőddel kapcsolatban szinte mindegyik mutató érzéketlen, nem reagál megfelelően és egyben nem alkalmas az előrejelzésre sem. Ha tehát előrejelzést szeretnénk, egyik szakirodalmi modell sem megbízható, jó eséllyel nem fog csődöt jelezni ott sem, ahol kellene. A saját modell ellenben egészen pontos értéket adott.

Ahhoz, hogy a modell érvényességét megerősíthessük vagy elvethessük, egy validáló mintán lefuttattam a fenti modelleket.

A validáló minta

A validáló minta összegyűjtésénél szintén a véletlen mintavétel módszerét alkalmaztam. Látható (4. táblázat), hogy 60 vállalat (30 működő és 30 csődbe ment) 2011. évi adatait elemeztem.

4. táblázat: Validálási minta vállalati típusra és csődhelyzetre levetített értékei

	Nem ment csődbe	Csődbe ment
<i>Kisvállalkozás</i>	7	12
<i>Középvállalkozás</i>	23	18
Összesen	30	30

Forrás: saját szerkesztés

A modellek összevetése

Erre a mintára is lefuttattam a szakirodalom néhány válság előrejelzési modelljét, amely a következő eredményeket mutatja (5. táblázat).

A működő vállalkozásokat tekintve Zmijewski Probit modellje 100%-os pontossággal megállapítja, hogy egy vállalkozás működőképes. Ezt követi Springate diszkriminancia analízise és Virág-Kristóf logisztikus regresszió vizsgálata. A bemutatott és a kiinduló mintára lefuttatott diszkriminancia analízis eredményei teljes egészében megegyeznek Virág-Hajdú vizsgálatának eredményeivel. A csődös csoportba való besorolás azonban itt is problémákat jelentett. Zmijewski modellje 50%-os hibahatárral dolgozik (ami a véletlen

tippelésnek felel meg), amelynél Springate modelljének 63,3%-os tévedése, valamint Virág-Hajdú és a saját diszkriminancia modell eredményei is rosszabbak. A csődös csoportba való besorolást Ohlson modellje „nyerte meg”, hiszen 2 vállalkozás esetében téved, amely csupán 6,7%-os hibát jelent. Ezzel szemben a modell a működő vállalkozásokat 63,3%-os hibával helyezi el a nem megfelelő kategóriában.

5. táblázat: A válságmenedzselési modellek hibaértékei a validáló mintára levetítve (adott év adatai)

	Működők között jelzett	Százalék (%)	Csődösök között nem jelzett	Százalék (%)
Altman	6	20,0	9	30,0
Springate	1	3,3	19	63,3
Comerford	6	20,0	6	20,0
Ohlson	19	63,3	2	6,7
Zmijewski	0	0,0	15	50,0
Virág-Hajdú diszkriminancia	3	10,0	18	60,0
Virág-Kristóf regresszió	2	6,7	27	90,0
Saját diszkriminancia modell	3	10,0	18	60,0

Forrás: saját szerkesztés

A szakirodalomból megismert mutatók e minta tekintetében is nagy hibaránytal, érzéketlenséggel működnek. Ez a megállapítás azonban igaz a kiindulási mintán értelmezett saját modellre is. A validálás nem sikeres, a modell jelentős érzéketlenséget mutat. *Kijelenthető, hogy az univerzális statisztikai megoldások önmagukban nem feltétlen célra vezetőek, szükség van a tapasztalt gazdasági szakember szakértelmére. A gazdálkodás komplex összefüggésrendszeréből néhány elem kiragadása és ezekből következtetések levonása sok esetben lényegi szempontok figyelembe vételének hiányát jelenti, ami tévedéshez vezet. A komplexitás kezelésére az ember, a szakértelem bevonására is szükség van a megfelelő értékeléshez. A módszerek ennek támogatását segíthetik.*

Előrejelzésről lévén szó, a modellek leginkább azért lettek megalkotva, hogy legalább egy évvel korábban jelezzék a válságot és a csőd közeledtét. Így a validáló minta 2010-es adatain szintén lefuttatásra kerültek a korábbi válság előrejelzési mutatók (6. táblázat). Hasonló eredményeket kaptunk, mint a 2011-es mintában. Zmijewski modellje továbbra is 100%-os pontossággal sorolja be a működő vállalkozásokat a működő csoportba. Azonban itt már 70%-os hibával dolgozik a csődös csoportot illetően. Jelen esetben Springate, Virág-Hajdú és a saját diszkriminancia modell is 1 hibát vét a működő vállalkozások között. A másik csoportban viszont 63,3%-os, 60%-os, illetve 66,7%-os hibát vét. Ha a csődös csoport besorolási pontosságára figyelünk, akkor a legpontosabb ismét Ohlson modellje, amely csupán 6 vállalkozást esetében nem jelezte a csődöt, amely 20%-os hibát jelent. De a működők között a modell 60%-ot meghaladó tévedést produkál.

Így arra a megállapításra juthatunk, hogy akár a jelenlegi évet, akár a megelőző évet tekintjük, a modellek érzéketlenek, a csődöt nem jelzik megfelelő arányban előre, igen magas elsőfajú és másodfajú hibával dolgoznak.

6. táblázat: A válságmenedzselési modellek hibaértékei a validáló mintára levetítve (egy évvel korábbi adatok)

	Működők között jelzett	Százalék (%)	Csődösök között nem jelzett	Százalék (%)
<i>Altman</i>	7	23,3	11	36,7
<i>Springate</i>	1	3,3	19	63,3
<i>Comerford</i>	4	13,3	10	33,3
<i>Ohlson</i>	20	66,7	6	20,0
<i>Zmijewski</i>	0	0,0	21	70,0
<i>Virág-Hajdú diszkriminancia</i>	1	3,3	18	60,0
<i>Virág-Kristóf regresszió</i>	2	6,7	29	96,7
<i>Saját diszkriminancia modell</i>	1	3,3	20	66,7

Forrás: saját szerkesztés

Diszkriminancia analízis és logisztikus regresszió a validáló mintán

Mivel a validálás eredményei nem megfelelőek, felmerülhet a kérdés, hogy mely tényezők lehetnek meghatározóak a besorolásnál. A validálási mintán is lefuttatásra került az előzőekben részletesen kifejtett módon a diszkriminancia analízis annak érdekében, hogy az e mintán belüli csoportbesorolás legjellemzőbb tényezői felszínre kerüljenek. Mivel a kiugró értékek kizárása a mintát jelentősen kurtította volna, továbbá a Box's M mutató értéke sem volt meggyőző, így a vizsgálatot kétváltozós logisztikus regresszióval egészítettük ki.

Az eredmény:

- A hosszú távú dinamikus fizetőképesség mutatója,
- Az árbevétel átlagos bruttó nyereségének mutatója,
- És az Altman-féle X_2 mutató került be az elemzésbe.

Ezek a legmeghatározóbbak, a többi mutató bevonása már sehogy, vagy csak nagyon kis mértékben javítja a besorolást. A három mutató (mint független változó) kombinációja 61,8%-ot magyaráz a függő változó varianciájából a Nagerle R-négyzet mutató szerint. Az elvégzett elemzés (kétváltozós logisztikus regresszió) alapján a csődbe ment vállalkozások esetén a 30 közül 8-at sorolt rossz helyre a modell (73,3%-os pontosság), a csődbe nem ment vállalkozások esetén pedig 3-at (szintén 30-ból, 90%-os pontosság). Ez összességében 81,7%-os pontosságot jelent.

Érdeemes megnézni, hogy ez a modell milyen besorolást eredményezne a kiinduló mintában. A kétváltozós logisztikus regresszió eredménye: A Nagerle R-négyzet mutató értéke csupán 28,7%. A csődbe ment vállalkozások esetén a 33 közül 21-et sorolt rossz helyre a modell (36,4%-os pontosság), a csődbe nem ment vállalkozások esetén pedig 2-t (szintén 55-ből, 96,4%-os pontosság). Ez összességében 73,9%-os pontosságot jelent.

Ez az összegzés szép eredménynek tűnik, de ha a kiindulási minta elemzésénél kifejtett 62,5%-os minimumértékhez viszonyítjuk, akkor nem tekinthető kiugrónak. (A validálási mintán végzett elemzésnél az egyenlő mintanagyságok miatt a véletlen tippelésnél az esély 50%, az ott kapott 81,7%-os eredményt ehhez lehet viszonyítani.) Továbbá a modell itt is egyoldalúan téved, nem elég érzékeny, csőd esetén nem nagyon jelez. Tehát a validálási minta elemzésekor sem tudunk univerzálisan használható megoldásra jutni, az itt kialakított modell, a kiindulási mintán tesztelve, az elvártnál rosszabb eredményt hozott.

Eredmények, következtetések, konklúziók

A kutatás értelmezi és a diszkriminancia analízis illetve a logisztikus regresszió módszereivel vizsgálja a csődös és a működő vállalkozásokat. Egy kiinduló mintán teszteli, hogy a magyar KKV szektorból választott, véletlen mintavétel szerint összeállított mintára mennyire hatékonyak a szakirodalomban ismert csőd előrejelzési modellek, illetve a saját mintán értelmezve kialakított saját modell. Igazolásra került, hogy a szakirodalmi modellek érzéketlenek a csőd előrejelzésére. Egy validáló mintán igazolásra került, hogy a saját modell is csak az első mintára alkalmazható kiugró eredménnyel. Továbbá alátámasztást nyert, hogy a kialakított modell épp olyan érzéketlen a csődelőrejelzésre, mint a szakirodalmi modellek bármelyike. Bizonyítást nyert, hogy a bonyolult statisztikai megoldások önmagukban nem feltétlen vezetnek célra, szükség van a tapasztalt gazdasági szakember szakértelmére. Néhány elem kiragadása és ezek alapján következtetések levonása sok esetben magas elsőfajú és másodfajú hibát eredményez. Ennek tükrében kihangsúlyozásra került, hogy a vállalati menedzsment részére a statisztika biztosíthat alap információkat, azonban a csődelőrejelzés hatékonysága inkább függ a szakemberek tapasztalataira épített komplex értékeléstől, mintsem egyenletek számértékeitől.

Természetesen a kutatás nem azt mondja, hogy a szakirodalomban használt csőd előrejelzési módszerek teljes egészében hitelüket veszítették. Csak felhívja a figyelmet arra, hogy 1. a hazai kis- és középvállalkozások gazdasági körülményei nem vethetők össze a külföldi nagyvállalatokéval, így a nagyvállalati szektorra kifejlesztett mutatók eredményei KKV-k esetén nem segíthetik a nagy pontosságú döntéshozatalt; 2. a gazdálkodási jellemzők komplexitásának jelentős szűkítése, a formalizált döntéshozatal sok esetben téves eredményre vezethet.

A kutatás két átfogó következtetést mutat be:

(1) A vizsgált kritikus mutatók részben alkalmasak a vállalkozás aktuális helyzetének elemzéséhez, de önmagukban nem jelzik előre a csődöt. A válságmenedzselési modellek pedig igen érzéketlenek a csődös csoportba történő besorolás tekintetében. A nagyobb mértékű elsőfajú és a másodfajú hibák kiküszöbölése pedig nem oldható meg.

(2) Ki lehet alakítani statisztikai alapokra helyezett modelleket, azonban ezek a modellek egyedi vállalkozások vizsgálata esetén nagy pontatlansággal rendelkeznek.

A felvázolt két feltevés végkövetkeztetéseként elmondható, hogy egyrészt bizonyítást nyert, hogy a statisztikai módszerek alkalmazásával nem alkotható meg olyan mutatószám, amely a szektor vállalkozásai számára általánosan releváns csőd előrejelzéssel bír. A diszkriminancia analízis és a kétváltozós logisztikus regresszió bizonyította, hogy egy adott mintán a gazdasági mutatók komplex szintézisével létrehozható a csőd kockázatot pontosabban előrejelző modell, de ennek általános kiterjesztése nem bizonyult sikeresnek. A szakirodalomban fellelhető mutatók többsége szinte ugyanilyen eredményt produkált. A modellek többsége tökéletesen bizonyítja, hogy egy vállalkozás működőképes és be is sorolja ebbe a csoportba. Viszont a csődös csoport elemeiről már nem mondja meg, a véletlen tippelésnél (50%-os valószínűség) pontosabban, hogy valóban csődbe mentek a vállalkozások.

Másrészt igazolást nyert, hogy egy évet visszalépve sem változott egyik mutató eredménye sem. Sem a korábban publikált szakirodalmi modellek, sem a saját mintán kialakított modell nem jelzi egy évvel korábban, hogy a csődös vállalkozások valóban csődbe fognak menni. A modellek jelentős számú tévedéssel foglalnak állást a csődös csoportban és nagyjából ugyanezen vállalkozások esetén tévednek az előző évi adatok vizsgálatakor is. Összességében elmondható, hogy a modellek nem nyújtanak kellő információt a csődhelyzet kapcsán, a modellek javaslatait csak a szakemberek tapasztalataira épített komplex értékelés mellett szabad felhasználni.

Irodalomjegyzék

- Antal-Pomázi K. (2011): A finanszírozási források szerepe a kis- és középvállalkozások növekedésében. *Közgazdasági Szemle*, 2011. március, pp. 275-295.
- Altman, E. I. (1968): Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23 (4), pp. 589-609.
http://www.bus.tu.ac.th/departement/thai/download/news/957/Altman_1968.pdf
- Altman, E. I. – Haldeman, R. – Narayanan, P. (1977): Zeta Analysis: A New Model to Identify Bankruptcy Risk of Corporations. *Journal of Banking & Finance*, 1, (letöltés dátuma: 2012.11.12)
- Arutyunjan, A. (2002): A mezőgazdasági vállalatok fizetéseképtelenségének előrejelzése. Széchenyi István Doktori Iskola, doktori értekezés, Gödöllő
- Back, B. – Laitinen, T. – Sere, K. – van Wezel, M. (1996): Choosing bankruptcy predictors using discriminant analysis, logit analysis, and genetic algorithms. *Turku Centre for Computer Science Technical Report 40*, (letöltés dátuma: 2012.11.12.)
<http://textbiz.org/projects/defaultprediction/discriminantlogitgenetics.pdf>
- Beaver, W. H (1966): Financial Ratios as Predictors of Failures. *Empirical Research in Accounting, Selected Studies*, (letöltés dátuma: 2012.11.12)
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/2490171?uid=3738216&uid=2&uid=4&sid=21101620930377>
- Bíró T. – Kresalek P. – Pucsek J. – Sztanó I. (2007): A vállalkozások tevékenységének komplex elemzése. Perfekt Kiadó, Budapest
- Blum, M. (1974): Failing company discriminant analysis. *Journal of Accounting Research*, Vol. Spring, pp.1-21.
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/2490525?uid=3738216&uid=2&uid=4&sid=21101620930377>
- Deakin, E.B. (1972): A Discriminant analysis of predictors of business failure. *Journal of Accounting Research*, 10-1, pp. 167-179.
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/2490225?uid=3738216&uid=2&uid=4&sid=21101620930377>
- Illés M. (2008): Vezetői gazdaságtan. Kossuth Kiadó, Budapest
- Imre B. (2007): Csődmodellek története és fejlődése, *E-tudomány 2007/3. szám*, Budapest, (letöltés dátuma: 2012.11.01.)
http://www.e-tudomany.hu/etudomany/web/uploaded_files/20070303.pdf
- Herczeg J. – Juhász L. (2010): Az üzleti tervezés gyakorlata. Aula Kiadó, Budapest, 216. p.
- Kotormán A. (2009): A mezőgazdasági vállalkozások felszámolásához vezető okok elemzése. Debreceni Egyetem, Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar, doktori értekezés, Debrecen
- Némethné Gál A. (2010): A kis- és középvállalkozások versenyképessége – egy lehetséges elemzési keretrendszer. *Közgazdasági Szemle*, 2010. február, pp.181-193
- Noszky E. (2002): A válságmenedzsment és hazai gyakorlata. SZIE-GTK-VTI, egyetemi jegyzet, Budapest
- Nyitrai J. (2011): A kis- és középvállalkozások helyzete a régióban. KSH tanulmány, internetes publikáció, (letöltés dátuma: 2012.10.01.)
<http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/regiok/gyrkkv.pdf>
- Ohlson, J.A. (1980): Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 18 (1), pp. 109-131. (letöltés dátuma: 2012.11.14.)
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/2490395?uid=3738216&uid=2129&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21101620980827>
- Olmeda, I.– Fernandez, E. (1997): Hybrid Classifiers for Financial Multicriteria Decision Making: The Case of Bankruptcy Prediction. *Computational Economics*. 10 (4), pp. 317–352. (letöltés dátuma: 2012.11.12)
<http://www.dss.dpem.tuc.gr/pdf/Hybrid%20Classifiers%20for%20Financial%20Multicriteria%20Decision%20Making%20-%20The%20Case%20of%20Bankruptcy%20Prediction.pdf>
- Sajtos L.– Mitev A. (2007): SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv. Alinea Kiadó, Budapest

- Szerb L. (2008): A hazai kis- és középvállalkozások fejlődését és növekedését befolyásoló tényezők a 2000-es évek közepén. *Vállalkozás és Innováció*, 2008. II. negyedév, 2 (2), pp. 1-35
- Virág M. (2004): Pénzügyi elemzés, csődelőrejelzés. Aula Kiadó, Budapest
- Virág M. – Hajdu O. (1996): Pénzügyi mutatószámokon alapuló csődmodell-számítások. *Bankszemle*, 15 (5), pp. 42-53.
- Virág M. – Hajdu O. (1998): Pénzügyi viszonyszámok és a csődelőrejelzés. Bankról, pénzről, tőzsdéről. Válogatott előadások a Bankárképzőben 1988-1998. Budapest, pp. 440-457.
- Virág M. – Kristóf T. (2005): Az első hazai csődmodell újraszámítása neurális hálók segítségével. *Közgazdasági Szemle*, 52 (2), pp. 144-162.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378426677900176>
- Zmijewski, M.E. (1984): Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models. *Journal of Accounting Research*, no. 22, pp. 59-82., (letöltés dátuma: 2012.11.15.)
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/2490859?uid=3738216&uid=2&uid=4&sid=21101620930377>

„A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg.”

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
JUHÁSZ Lajos

Kiadja | Publisher
Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó |
University of West Hungary Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@nyhme.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
JANKÓ Ferenc
KOLOSZÁR László
SZÓKA Károly

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FÁBIÁN Attila
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁTSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
TARRÓ Adrienn

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant
TARRÓ Adrienn

ISSN 2063-644X



Tartalomjegyzék | Table of Contents

CSUGÁNY Julianna

Az intézmények szerepe a technológiai haladás gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának érvényesülésében

The Role of Institutions in Realising the Effects of Technological Progress on Economic Growth 1

ÚR Norbert

B2B kapcsolatok az üzleti hálózatban

B2B Relationship in Business Network 12

GYÖRKÖS Rita

Gyártósor-konfigurációk elemzése gyártósor-kiegyenlítési modellekkel egy alkatrész összeszerelő üzem példáján

Analysis of Assembly Line Configurations with Assembly Line Balancing Models in Case of a Part Manufacturer 22

KATONA Attila Imre

A beavatkozási határok módosítása a mérési bizonytalanság, valamint a termékparaméterek megváltozásának figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Modification of the Control Lines Considering the Measurement Uncertainty and the Product Characteristic Change in Statistical Process Control 35

KATONA Attila Imre

Ellenőrző kártya-illesztési folyamat kidolgozása a mérési bizonytalanság figyelembevételével a statisztikai folyamatszabályozásban

Construction and Implementation of Control Charts Considering Measurement-Uncertainty in Statistical Process Control 46

KURBUCZ Marcell

Emberi erőforrások optimális kiválasztásának vizsgálata a projekttervezésben

Impacts of Human Resources on Project Planning 58

NÉMETH Anikó

Berendezések karbantartásának mátrixos projekttervezése

Matrix-Based Planning of Maintenance Projects 79

NÉMETH Kristóf

GARCH modellek a pénzügyi kockázatok észlelésében

GARCH Models in the Perception of Financial Risks 99

KISS Ágota

A valós értékelés létjogosultsága a tőzsdei vállalatok éves és a konszolidált beszámolóiban

The Role of Fair Value in Annual and Consolidated Report of Stock Firms 116

CZELLENG Ádám

Flexibilitás hatása a tőkeszerkezetre

The Impact of Flexibility on the Capital Structure 128

ÉKES Szeverin Kristóf

A vállalati szektor csődelőrejelzésének „relativitás elmélete”

The Theory of Relativity of the Bankruptcy Forecast in the Company Sector..... 141

DURKÓ Emília

Földgáz- és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás

gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül

Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and

Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House..... 156

Földgáz -és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül¹

DURKÓ Emília²

Magyarországon a háztartások által felhasznált energia legnagyobb részét földgáz alapú fűtési rendszerek teszik ki. Az elmúlt évek nagymértékű és gyakori áremelései, valamint az ellátáskörüli bizonytalanságok indokoltá teszik olyan módszerek keresését, amelyek kiválthatják a földgáz kazánokat. Dolgozatomban egy 100m²-es családi ház földgáz-és megújuló energia alapú fűtési módjainak gazdasági értékelésére és a beruházások gazdaságosságának vizsgálatára vállalkoztam. Elsődleges célom annak megállapítása volt, milyen feltételek mellett érdemes áttérni a legelterjedtebb fosszilis energiahordozón alapuló fűtésről szalma-, pellet- vagy biobrikett-tüzelésre. Számításaim szerint a biomasszából készült tömörítvények versenyképes megoldásai lehetnek a földgázzal üzemelő egyéni rendszereknek. A 2013-as gazdasági viszonyokat tekintve a földgáz és a hasonló kényelmet nyújtó tüzipellet szinte megegyező éves költségekkel jár, míg az olcsóbb biobrikett, tűzifa és szalma használata csak a felhasználásukkal járó kényelmetlenséget is vállaló fogyasztók részére ajánlható.

Kulcsszavak: megújuló energia, fűtés, pellet, biobrikett, szalmatüzelés
JEL-kódok: Q24, Q42

Examining the Investment Economy of Heating System Using Natural Gas and Renewable Energy Resources through the Example of a 100 m² Detached House

In Hungary, the largest portion of households energy consumption is gas heating systems. The significant increases in gas prices mainly observed in the past decade, as well as gas import insecurity justify replacing of natural gas. In my paper I undertook to determine the investment costs and other expenditure of heating alternatives of a 100m² detached house. I also calculated under what conditions it would be worth switching from the most widely used fossil fuels to heating systems straw, wood logs, wood pellets or biobriquette. The results indicate that the biomass can really be a competitive alternative to replace individual natural gas heating systems. Examining the 2013 economic conditions, gas and pellet heating would providing similar comfort have nearly equal annual costs. At the same time, the cheaper briquette, firewood and straw heating can be recommended only for those customers who are willing to undertake the discomfort associated with the use of such resources.

Keywords: renewable energy, heating, wood pellets, biobriquette, straw
JEL Codes: Q24, Q42

¹ A tanulmány a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Közgazdaságtudományi Szekciójának Ágazati gazdaságtan - mezőgazdaság, élelmiszeripar Tagozatában első helyezést elért dolgozat alapján készült. Az OTDK-pályamunka konzulense Dr. Bai Attila egyetemi docens.

² A szerző a Debreceni Egyetem Agrár-és Gazdálkodástudományok Centruma, Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Karának Ph.D. hallgatója (durkoemilia AT gmail.com). A szerző 2013-ban Pro Scientia Aranyérem kitüntetésben részesült.

Bevezetés

Napjainkban, a 90-es években bekövetkezett kényelmes és viszonylag olcsó, támogatott beruházású fűtési rendszerekre való átállásnak köszönhetően, több mint három millió háztartás fűtési igényét földgáz üzemű rendszerek biztosítják. Az elmúlt 10 évben azonban a kezdetben olcsónak ígérkező lakossági földgáz ára megduplázódott, 2010 óta pedig 10%-kal emelkedett (KSH, 2012). Ennek eredményeképpen egyre népszerűbbek lettek azok az alternatív fűtési módok, amelyek olcsóbban működtethetők, környezetbarátak, sőt, a gázfűtéssel ellentétben nem kell aggódni sem a kiszámíthatatlan fogyasztói árak, sem az ellátásbiztonság miatt. Ezek a megújuló-energia alapú rendszerek széles palettáját kínálják a fűtés-és melegvíz-ellátás célját szolgáló berendezéseknek, számtalan lehetőség közül választhat a fogyasztó saját preferencia rendszerének megfelelően.

A gázfűtés lecserélésére irányuló energetikai korszerűsítések hátulütője, hogy szinte bármelyik alternatívát is választjuk, magasak a beruházási költségek, esetenként több millió forinttal és hosszú megtérülési évekkel kell kalkulálnunk. Tanulmányomban ezért olyan lehetőségeket ismertetek és számszerűsítetek, amely kialakítása az olcsóbb technológiák közé tartozik, tehát elterjedése viszonylag széles fogyasztói körben várható és tapasztalt, valamint hatékony működésének köszönhetően a téli fűtésszámlák is elviselhetőbbnek ígérkeznek.

A megújuló energiák a jelenlegi energiatermelési rendszerbe történő integrálásával hozzájárulnak az egyre növekvő energia-behozatal mérsékléséhez. A helyben rendelkezésre álló, megújuló energiaforrásoknak kiemelt szerepük lehet az energiainporttól való függőség visszaszorításában, alkalmazása pedig – különösen a biomaszra esetében – a vidékfejlesztésben és a munkahelyteremtésben eredményezhet előrelépést. Nem véletlen, hogy az Európai Unió egyre nagyobb figyelmet szentel ennek a témának, és ez megjelenik több nemzetközi jelentésben (*Energy 2020- A strategy for competitive, sustainable and secure energy; EU Economic report 2010*) és hazai energiapolitikai cselekvési tervben (*Stratégia a magyarországi megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére 2008-2020; Magyarország 2020-as megújuló energiahasznosítási kötelezettség vállalásának teljesítési ütemterv javaslata; Nemzeti Energiastratégia 2030; Környezet és Energia Operatív Program; A biomaszra, mint erőművi tüzelőanyag keresletének, kínálatának, valamint árának 2010-2020 időszakra vonatkozó éves előrejelzése*).

Valamennyi hazai tanulmány szerint a megújuló energiaforrások közül a biomaszra részaránya a legmagasabb, tehát a biomaszra az, amelyet jelenleg a legnagyobb mértékben lehet hasznosítani.

Azoknak a fogyasztóknak van lehetőségük megválasztani/megváltogatni otthonuk fűtési rendszerét, akik családi házban élnek, ezért dolgozatomban egy átlagos szigetelési viszonyokkal és hőigénnyel rendelkező gázfűtésű családi ház szilárd biomaszra alapú fűtési megoldásainak gazdasági elemzését végeztem el. Ökonómiai modellszámításaim annak meghatározására irányultak, hogy a létesítmény milyen tüzelőanyaggal működtethető gazdaságosan, és adott feltételek mellett mennyi idő alatt térülnek meg a gázfűtést leváltó biomaszra kazánok.

Módszertan

Vizsgálataim alapjául egy 100 m²-es családi ház szolgál, melynek fűtési energia felhasználását átlagos időjárási körülmények között 80 GJ/év értékben határoztam meg. Számításom azon alapszik, hogy egy jó szigetelésű ház energiafogyasztása 64,8 GJ/év (Uth, 2007), rosszabb szigetelési viszonyok mellett 100 GJ/év.

A modellszámítás alapjának ezért ezt a létesítménytípust választottam, mert azoknak a fogyasztóknak van lehetőségük megválasztani/megváltogatni otthonuk fűtési rendszerét, akik családi házban élnek. A modell rugalmassága, dinamikája pedig lehetővé teszi a kalkuláció

elvégzését bármekkora alapterületű és hőigényű létesítményre, számításaimban az egyszerűség és átláthatóság kedvéért 100m² alapterületű házat választottam. Előzetes kalkulációt készítettem arra vonatkozóan, hogy egyáltalán versenyképesek lehetnek-e a biomasszából készült tömörítvények a földgázfűtéssel szemben. A tüzelőanyagokra jellemző fűtőérték és fogyasztói egységár szorzatából a kazán hatásfokának korrekciójával kiszámítottam, hány forintba kerül földgázból és a különböző tömörítvényekből egységnyi hőenergia előállítása. Miután kedvező eredményeket kaptam, további számításokat végeztem annak megállapítására, hogy az egyéb költségekkel kiegészülve az éves fűtési költségek viszonylatában olcsóság szempontjából milyen preferencia sorrend állítható fel.

Az éves fűtési költségek a fűtőanyag és egyéb (segédenergia, karbantartási, szállítási) költségekből határozta meg. A fűtőanyag mennyiségének meghatározásához ismerni kell a szigetelési jellemzőket, az elvárt hőfokot, és az egy évben fűtendő napok számát, utóbbinál elfogadtam a szakirodalomban meghatározottat. Nem fektettem jelentősebb hangsúlyt a hőigény pontos megállapítására, ennek oka, hogy ez családonként eltérhet, egyrészt anyagi, kényelmi, másrészt a mindenkori időjárási viszonyok miatt.

Kutatásom célja annak a kérdésnek a megválaszolása, hogy a földgázfűtéshez képest olcsóbb-e valamelyik bio-tömörítvényel fűteni, és ha igen, mekkora megtakarítás érhető el az egyéni fogyasztó szintjén. A gázfűtés helyett alkalmazandó fűtőanyagokkal véleményem szerint megtakarítás érhető el, a nettó jelenérték (NPV) kiszámításával pedig meghatározható, hogy melyik kazán – a gázkazánhoz képest – mikor térül meg, illetve forintban kifejezve mennyivel járunk jobban, vagy esetleg rosszabbul, ha gáz helyett tömörítvényekkel fűtenénk. E modell kialakításakor nem tanulmányoztam a rendszer termodinamikai egyensúlyát, nem számoltam a logisztika/szállítás energiaigényével, ez a vizsgálatok további részében kerül majd előtérbe.

A számításaimban nem egy teljes fűtési rendszer kiépítésével kalkuláltam, mivel a gázfűtéshez már adottak a csövek és a radiátorok is. Az éves fűtési költség olyan tényezőket is figyelembe vesz, amit egy fogyasztó nem mindig tenne, de gazdasági számításokhoz mindenképpen ajánlatos, például az amortizációt. Az amortizáció költség, de nem kiadás. Tulajdonképpen a vásárláskor fizetjük ki egy összegben a hosszú évek alatt elszámolandó amortizációt. Ez esetben lineáris, évenkénti azonos összegű amortizációval számoltam, a berendezések élettartama 15 év.

Eredmények

Elsőként annak megállapítására végeztem számításokat, hogy különböző energiahordozókból történő, egységnyi hőenergia előállítása mennyibe kerül. Véleményem szerint akkor érdemes további kalkulációkat végezni, ha a földgázhoz képest versenyképesek a tömörítvények. A sorrend az energia egységára szerinti (1) legolcsóbb és (5) legdrágább tüzelőanyagokat mutatja. A pellet paraméterei 10%-os nedvességtartalom esetén értendő, és egyik energiahordozó sem tartalmazza a szállítási költségeket. Az 1. táblázatban foglaltak szerint a legolcsóbb fűtőanyag a szalma, amelyből egy MJ energia előállítása 1,18 Ft-ba kerül, a legdrágább a földgáz, amelyből ugyanennyi energia közel négyszeres áron érhető el. A tűzifánál a gázfűtés másfélszer drágább, noha kényelmesebb megoldása is az otthoni hőenergia-termelésnek.

1. táblázat: Fűtőanyagokból előállítható egységnyi hőenergia ára 2013. évi bruttó átlagárakon (Ft)

FŰTŐANYAG	fűtőérték (MJ/kg; MJ/m ³)	egységár (Ft/kg)	fajl. energiaár (Ft/MJ)	hatásfok (%)	energia-egységár (Ft/MJ)	SORREND
<i>szalma</i>	12	10	0,83	70	1,18	1
<i>tűzifa</i>	13	28	2,15	90	2,38	2
<i>biobrikett</i>	18,5	56	3,02	90	3,35	3
<i>pellet</i>	19	68	3,57	90	3,96	4
<i>földgáz</i>	34	135	3,97	95	4,17	5

Forrás: Saját szerkesztés

A tömörítvényekkel (brikett, pellet) való fűtés olcsóbbnak bizonyul a földgáznál, és a pellet megközelíti azt a komfortérzetet, amit a földgázfűtés képes nyújtani. A pelletkazán több napon keresztül automata módban működik, kis odafigyelést igényel, és árban némileg alulmúlja a földgázt. Lényeges különbség viszont, hogy a pelletet magunknak kell megvásárolni és hazaszállítani, míg a gázfűtésnél a rendszer kiépítése után nincs ilyen plusz feladat.

Egy családi ház éves fűtési energiaigényének biztosítása pelletfűtéssel 30 %-kal olcsóbb, mint gázfűtéssel?

Gyakran találkozni azzal az állítással, hogy ha gáz helyett pellettel fűtünk, akár 30%-os megtakarítást is elérhető. Tekintve, hogy egy fűtési szezonban egy család százazreket is költhet fűtésre, nem elenyésző összeget lehet megtakarítani, amennyiben valóban így van. Először 2011-ben olvastam erről a pelletfűtést népszerűsítő hivatalos weboldalon és több, pelletet forgalmazó cég honlapján. 2011-es tudományos diákköri dolgozatomban végzett számításaim szerint akkori árakon gázfűtéssel 95%-os, a pelletnél 90%-os hatásfokkal 144 Ft-os gázár és 64 Ft-os pellet-ár mellett egy átlagos hőigényű és szigetelési viszonyokkal rendelkező 100 m²-es családi ház fűtési költségének mindössze 15%-át takaríthattuk volna meg, ami jelentős, de az ígértnél jóval alulmarad.

2013-ban (gázár: 135 Ft/m³; pellet ára: 68 Ft/kg) az éves fűtőanyag-költség 335 E Ft amennyiben gázzal, és 320 E Ft, amennyiben pellettel fűtünk, tehát mindössze 5%-os megtakarítást jelent (2. táblázat). Fontosnak tartom megemlíteni, hogy a 68 Ft/kg az egyik legolcsóbb, de jó minőségű, magas fűtőértékű pellet ára, amely már akár pelletégőfejes kazánba is adagolható. Ennél a piacon szinte csak drágábbakkal találkozunk, 75-79 Ft/kg-os áron.

2013. január 1-jétől egy miniszteri rendelet értelmében 10 %-kal csökkent a lakossági gáz, villamos energia és a távhő ára (Internet 1). Ennek értelmében a földgázfűtés a számított értéktől közel 10%-kal kevesebbnek ígérkezik, azaz jelenleg a pelletfűtéssel megegyező, vagy annál még olcsóbb is lehet. A jogszabályalkotó az energia díjakat olyan módon változtatta, hogy a felhasznált energia egységárát rendeletben csökkentette átlagosan 10%-kal, míg az egyéb forgalomarányos rendszerhasználati díjak, alapidíjak mértékét a Magyar Energia Hivatal határozatban állapította meg, szolgáltatónként eltérően. A pontos összeg ilyen általános esetben nem számolható ki, mivel az árváltozás számla egyes tételeit eltérő mértékben érintette, és a változás összességében eredményezett 10% csökkenést. Ez az intézkedés véleményem szerint rövidtávon kedvez a fogyasztónak, hosszú távon azonban a

mesterséges piacsabályozás torzítja a piacot, csökkenti az alternatív energiaforrások versenyképességét, és nem ösztönzi a fogyasztókat más, alternatív fűtési mód választására.

2. táblázat: A gázkazán és a pelletkazán költségeinek összehasonlítása 2013. évi bruttó fogyasztói átlagárakon (E Ft)

FŰTÉSI MÓD JELLEMZŐI	Gázkazán	Pelletkazán
<i>Fűtőanyag</i>	földgáz	pellet
<i>Berendezés hatásfoka (%)</i>	95	90
<i>Tüzelőanyag mennyiség (m³/év, t/év)</i>	2.477	4,7
<i>Tüzelőanyag bruttó ára (Ft/m³, Ft/t)</i>	135	68.000
<i>Fűtőanyag energiatartalma (MJ/m³, GJ/t)</i>	34	19
ÉVES FŰTŐANYAG KÖLTSÉG (Ft/év)	334.395	319.600
<i>Egyéb költség (Ft/év)</i>	21 456	34.398
• segédenergia	5.683	8.125
• karbantartás	15.773	3.773
• szállítás	-	22.500
<i>Amortizáció (Ft/év)</i>	13.167	46.667
ÉVES FŰTÉSI KÖLTSÉG (Ft/év)	368.988	400.665

Forrás: Saját szerkesztés Németh (2011) felhasználásával

A segédenergia mindkét fűtési módot érinti, hiszen villamos áramra szükség van. A karbantartási költségek ugyan jóval magasabbak a gázkazánál, viszont ezt csökkenti az a költség, amennyiben a pellet házhozszállítása kerül.

- Segédenergia: Napi 10 órás üzemidővel 183 napos (október 15. és április 15. közötti) fűtési időszakkal, 42,16 Ft/kWh villamos energia árral számolva a következők szerint alakul:
 - Gázfűtés: átlagos terhelésnél az elektromos teljesítményfelvétel 30 W (Viessmann Vitopend-100 falikazán, 24 kW), 128 kWh x 42,16 Ft/kWh= 5 683 Ft/év.
 - Pelletkazán: teljesítményfelvétel átlagos terhelésnél 100 W (Herz Pelletstar 30 kW), éves fogyasztás 183 kWh= 8 125 Ft/év.
- Karbantartás: A közszolgáltatási díjtételei településenként eltérőek lehetnek. Egy borsod megyei kistelepülés 2013 májusában érvényes árai a következők: gáztüzelő berendezések egyedi kéményeinek ellenőrzése, szükség szerinti tisztítása 3 773 Ft/év, ami (a tényleges fogyasztástól független) 12.000 Ft/év alapdíjjal egészül ki. Szilárd tüzelőberendezések egyedi kéményeinek ellenőrzése és tisztítása szintén 3 773 Ft.
- Szállítás: Költségei a szállítási mennyiségek és a távolságok függvényében változnak. Pellet és brikett kiszállítása 2-4 tonnás szállítókapacitással és 21-40 kWh teljesítményű erőgépet feltételezve 2011-es árakon 180 Ft/km (MGI, 2013). Vagyis 25 km-es szállítási távolságnál (feltételezve, hogy ilyen távolságban már beszerezhető a szükséges tüzelő-anyag) 5 t pellet esetében, tonnánkénti kiszállítással 22 500 Ft-ot jelent. Feltételeztem, hogy egyszerre 1 t pellet elhelyezésére van lehetőség, mivel fedett tároló biztosítása szükséges.

Az éves fűtési költség az egyéb költségekkel és az amortizációval kiegészülve adja meg egy-egy fűtési mód teljes éves költségét. A már említett típusú gázkazán bruttó ára 197.500 Ft, a pelletkazáné bruttó 700 E Ft. Az amortizációt ezen összegekből számoltam. Összességében éves szinten mintegy 30 E Ft különbség van a két fűtési mód között valamennyi tételt figyelembe véve.

A legolcsóbb pellettel a legolcsóbb fűteni?

A piacon számtalan féle pellet kapható. Más energiatartalom, más hatékonyság, más alapanyag, és természetesen eltérő árak. Felmerül a kérdés: melyiket válasszuk? Mivel nem csak egy begyűjtásról van szó, hanem éves szinten fűtésről, ezért számít a hatásfok legalább annyit, mint a pellet ára. Az árak jellemzően, az agripelleteket is figyelembe véve, 48 Ft és 79 Ft között változnak. A 3. táblázat első sorában tüntettem fel a napraforgóból készült pelletet, amely abban különbözik a felsoroltaktól, hogy nem fapellet, hanem agripellet, ezáltal olcsóbb, és kedvezőtlenebb tulajdonságokkal bír: 4-5,5 MJ/kg energiatartalommal marad alul társainál. A 20%-kal drágább, 4 MJ/kg-mal nagyobb energiatartalmú, közepes minőségűnek számító fenyőfapellet energiára eső fajlagos költsége mégis olcsóbb, mint az agripelleté. Ez azt jelenti, hogy nem drágább annyival a fenyőfapellet, mint amennyivel magasabb a fűtőértéke, és az agripelletből pedig lényegesen alacsonyabb energiatartalma miatt jóval több szükséges belőle ugyanazon hőfok biztosításához.

3. táblázat: A leggyakoribb pellet típusok összehasonlítása (Ft; MJ)

PELLET TÍPUSOK	SZEMPONTOK		
	fűtőérték (MJ/kg)	ár (Ft/kg)	energia fajlagos költsége (Ft/MJ)
<i>napraforgó pellet, hamutartalom max. 10%</i>	14	48	3,42
<i>fenyőfapellet 100% fenyő fűrészporból, hamutartalom max. 3%</i>	18	59	3,27
<i>nyárfa pellet, 100% nyárfa fűrészporból, hamutartalom max. 1,5%</i>	19	68	3,57
<i>keményfa fapellet, DINPlus/ Enplus szabvány szerinti, hamutartalom max. 0,7%</i>	19,5	79	4,05

Forrás: saját szerkesztés

A berendezések hatásfoka egységesen 90%-os. Látható, hogy az eltérő energiatartalomnak köszönhetően eltérő mennyiség vásárlása szükséges éves szinten ahhoz, hogy egy 100m²-es ház megfelelő hőmérsékletét biztosítani lehessen, amelyhez természetesen más-más fogyasztói árak párosulnak (4. táblázat). A legolcsóbbnak vélt agripellettel számításaim szerint drágább fűteni, mint a kilogrammonként 11 Ft-tal magasabb árú fenyőfa pellettel, mivel az alacsonyabb fűtőértéke révén egységnyi hőenergia előállításához nagyobb mennyiség szükséges.

4. táblázat: A leggyakoribb pellet típusok éves fűtési költségeinek összehasonlítása (Ft/m.e.)

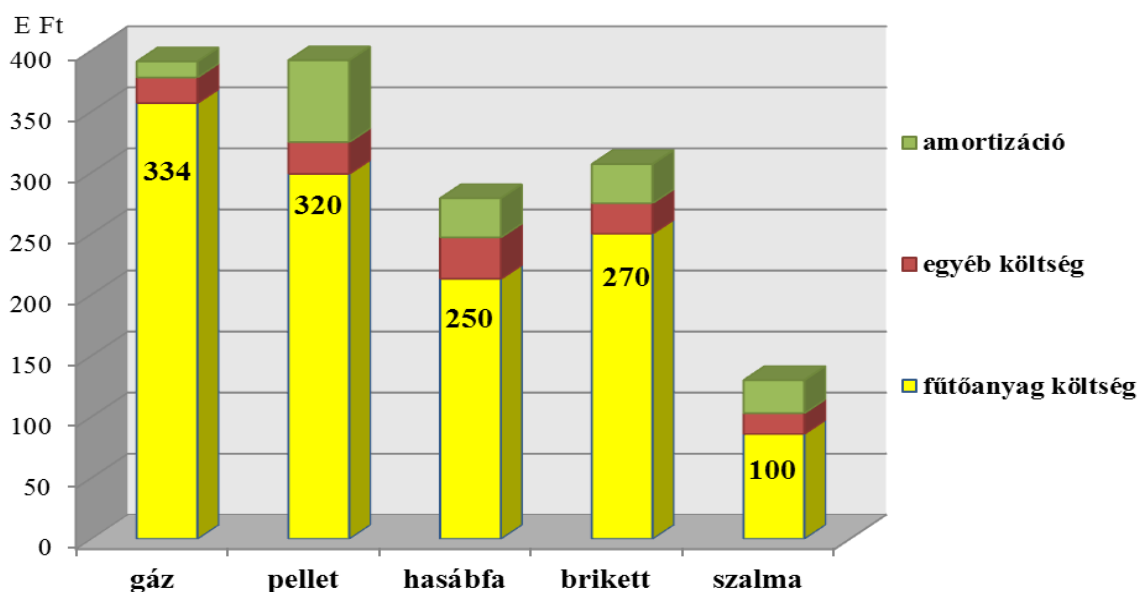
FŰTÉSI MÓD JELLEMZŐI	PELLET TÍPUSOK			
Fűtőanyag	fenyő fapellet	nyárfa fapellet	keményfa fapellet	napraforgó pellet
Berendezés hatásfoka (%)	90	90	90	90
Tüzelőanyag mennyiség (t/év)	4,8	4,7	4,6	6,3
Tüzelőanyag bruttó ára (Ft/t)	59.000	68.000	79.000	48.000
Fűtőanyag energiatartalma (MJ/t)	18,5	19	19,5	14
Energia fajlagos költsége (Ft/t)	3.189	3.579	4.051	3.429
ÖSSZESEN (Ft/év)	283.200	319.600	360.400	302.400

Forrás: Saját szerkesztés

Véleményem szerint ez esetben az ár-érték arányt jól tükrözik a számításaim: az olcsóbb pelletből többet kell vásárolnunk, a drágábból kevesebbet, és éves szinten érezhető nagyságú megtakarítás keletkezik, ha fenyőfa pellettel fűtünk – különösképpen – keményfa pellet helyett.

Melyik tüzelőanyagra essen a választás?

Fűtőanyagként ma a földgáz mellett elsősorban a tűzifát és a háztartási hulladékokat használják fel, melyekből – bár beszerzésük a legolcsóbb – magas nedvességtartalmuk miatt nem biztos, hogy leggazdaságosabban állítható elő az energia. A vegyes tüzelésű kazánokban a szénrel felváltva is tüzelnek biomasszával, de – az eltérő tüzeléstechnikai jellemzők miatt – hatásfokuk gyenge. Korszerű kazánokkal és tüzelőanyagokkal akár 25-30 %-kal kedvezőbb hatásfokot érhetnek el, jóval kényelmesebb körülmények között. Ilyen tüzelőanyag lehet a biobrikett és a tűzipellet (Bai, 2006).



1. ábra: Éves fűtési költségek 2013. évi bruttó fogyasztói átlagárakon (E Ft)

Forrás: Saját szerkesztés

A legkényelmesebb fűtési mód földgázzal vagy az ugyancsak automatizálható pellet kazánal valósítható meg, ám a kényelemnek ára van, 334 illetve 320 E Ft egy fűtési szezonban, szemben az alacsonyabb komfortérzetet nyújtó 100 E Ft-ba kerülő szalmatüzeléssel (1. ábra).

A gáz- és a pelletfűtés gyakorlatilag egyformán drága, a fűtőanyag költségben jelentkezik elsősorban megtakarítás. Kényelem szempontjából a brikett a hasábfával versenyeztethető: a földgáz és a pellet automatizálhatóságával nem veszi fel a versenyt, noha akinek a kényelemnél és az ár egyformán fontos, a biobrikett mellé teheti le voksát. (1. ábra) Számítások szerint ez 7%-kal drágább, és nem kell felválni a fát, sőt, kevesebb hamu is termelődik, ami véleményem szerint növeli a felhasználó komfortját és ez a preferenciájukban is megjelenik. A brikett 54 E Ft-tal, a hasábfá több mint 80 E Ft-tal olcsóbb a földgázhoz képest. A szalmatüzelés pedig messze a legolcsóbb valamennyi fűtési mód közül. A szalmafűtés alulmúlja a vizsgált fűtőanyagok költségeit: háromszor olcsóbb, mint gázzal vagy pellettel, két és félszer olcsóbb, mint hasábfával vagy brikettal fűteni. Annak a fogyasztónak mindenképpen ajánlatos szalmával fűteni, akinek lehetősége van megtermelni az alapanyagot, és van ideje/ lehetősége gyakrabban figyelni a tűzre, továbbá hajlandó „bepiszkolni a kezét”. Megéri a fáradságot, hiszen egy fűtési szezon költsége egyharmadára redukálódhat.

Mikor gazdaságos a szalmafűtés?

A vizsgált fűtőanyagok közül egységnyi hőenergia előállítása messze legolcsóbb szalmával. Szalmát azonban – a pellettel és a brikettal ellentétben – nem lehet minden tüzépen vagy hipermarketben beszerezni, ezért két lehetőség kínálkozik: vagy magunknak termeljük meg, vagy vásároljunk.

Amennyiben magunk termeljük a szalmát, egyértelmű, hogy a legolcsóbb tüzelési mód alacsonyabb hatásfoka ellenére is, mivel 6-7 Ft bekerülési árat számolhatunk érte. Ez esetben az éves fűtési költség 70 E Ft körül alakul, és ha a szalmából több lenne, mint amennyire szükségünk van egyéb célra és energiát termelünk belőle, akkor számviteli költségek alig keletkeznek. Nyilván mindehhez szükséges egy bálátüzelő kazán, melynek ára bruttó 400 E Ft. A búzaszalma ára mintegy 10%-kal nagyobb a többi szalmánál. A nagybálázás önköltsége 3000 Ft/t-ra, a rakodása 2500 Ft/t-ra becsülhető, ami éves szinten kb. 42 E Ft többletkiadást jelent azoknak, akik saját maguk termelik a szalmát.

Amennyiben vásároljuk a szalmát, szállítási költséggel is kell számolnunk. Jól kihasználta, 41-75 kW-os traktorral és pótkocsival történő bálaszállítás esetén (25 l/100 km gázolaj-fogyasztást, 400 Ft/l gázolajárat feltételezve) számítottam a szállítási költséget. Az a távolság, amit érdemes bálázásra, rakodásra és szállításra fordítani, energetikai szempontból lényegesen hosszabb, mint gazdaságilag. Ez abból adódik, hogy a növénytermesztés energiaigénye a főterméket terheli, valamint, hogy értékesebb energiát (hajtóanyagot) használunk fel kevésbé értékes (jellemzően hő) energia előállítására (Bai-Tarsoly, 2011). A hipotézisem megválaszolásához számításokat végeztem arra vonatkozóan, milyen távolságra érdemes elszállítani a szalmát. Először összegyűjtöttem azokat az adatokat, amelyek segítségével kiszámolhatom az energetikai- és gazdasági határtávolságot, melyet az 5. táblázat tartalmazza. Hosszabb távolságot feltételezve a fogyasztás meghatározásakor tehergépkocsival való (41-71 kWh teljesítményű), műúti közlekedéssel kalkuláltam. A két érték szorzatából megkaptam a fogyasztást, amely 24,6 l/100 km. Egy tonna szalma fűtőértéke és ára adott volt, 1 tkm meghatározása viszont további számításokat igényelt: a fogyasztás nagyságát elosztottam a sűrűség és a fűtőérték szorzatával, így megkaptam, hogy 1 tkm szalma fűtőigénye 8,71 MJ. Ennek szállítási költsége 99 Ft/t, amely a fogyasztás nagyságának és a gázolaj egységárának szorzata. A következő lépés a bálázás és a rakodás tonnánként való gázolajigényének meghatározása volt. A gázolaj literre vetített árából és

bálázás tonnára vetített árából kiszámoltam, hogy tonnánként hány liter gázolajat igényel a bálázás és a rakodás (5. táblázat).

5. táblázat: A gazdaságos szállítási távolság meghatározásához szükséges adatok

Adatok	Mértékegység	Érték
<i>rakodás költsége</i>	Ft/t	2.000
<i>bálázás költsége</i>	Ft/t	2.500
<i>gázolaj ára</i>	Ft/l	400
<i>gázolaj fűtőértéke</i>	MJ/kg	42
FOGYASZTÁS ³		
<i>földút</i>	nha/tkm	0,028
<i>műút</i>	nha/tkm	0,014
<i>traktor</i>	kg/nha	8,8
<i>tehergépkocsi</i>	kg/nha	9,6

Forrás: Saját szerkesztés

A bálázás 6,8, a rakodás 5,4 l gázolajat igényel tonnánként. A kapott értékekből kiszámítható a bálázás és a rakodás energiaigénye, ami 221 és 177 MJ/t. A MJ/t értékekre azért volt szükséges az átszámítás, hogy meghatározható legyen az *energetikai határtávolság*: $(12\ 000\ \text{MJ/t} - 2 \cdot 177\ \text{MJ/t} - 221\ \text{MJ/t}) / 8,71\ \text{MJ/t} = 1311\ \text{km}$

A szalma fűtőértékéből kivonásra került a bálázás és a fel-le rakodás energiaigénye, és ezt osztottam 1 tkm szalma fűtőértékével. Ebből adódik, hogy energetikai szempontból akár 650 km-re (oda-vissza 1311) is érdemes lehet elszállítani a szalmát. A *gazdasági határtávolság* meghatározásánál a költség-igényeket vettem sorra: $(10\ 000\ \text{Ft/t} - 2 \cdot 2\ 000\ \text{Ft/t} - 2\ 500\ \text{Ft/t}) / 99\ \text{Ft/t} = 36\ \text{km}$

Egy bála szalma ára 10 E Ft, amelyből levonásra került a bálázás és a fel-le rakodás költségigénye, majd elosztottam 1 tkm szalma költségével. Eszerint gazdaságosan 18 km-re szállítható a szalma, ha oda-vissza útban gondolkozunk, ha csak egyszeri szállításról van szó, akkor pedig ez a távolság 36 km.

Biomassza kazánok beruházás gazdaságossági vizsgálata

Valamennyi, nemcsak fűtési beruházáskor az első kérdések között merül fel, hogy mennyi idő alatt térül meg, mennyivel lehet olcsóbb és gazdaságosabb, mint egy másik beruházás lenne. A megtérülés számításakor figyelembe kell venni a bevételeket és kiadásokat, most viszont nincsen bevétel, csak megtakarítás, ezért kellett egy viszonyítási alap, ami egyértelműen a gázkazán, illetve a gázfűtés lett. A vásárlás saját forrásból történik, nem hitelből.

³1 nha= 1 ha középmező szántással egyenlő munka.

1 nha/tkm fogyasztás= földúton vagy műúton 1 km megtételéhez szükséges gázolajmennyiség literben kifejezve.
1 kg/nha fogyasztás= 1 kg gázolajjal megtehető távolság traktor vagy tehergépkocsi esetén.

6. táblázat: Az egyes kazánok megtérülési ideje (év)

Kazánok	gáz	pellet	faelgázosító	faelgázosító	bálatüzelő
Fűtőanyag	gáz	pellet	biobrikett	hasábfá	szalma
Beruházási többlet költség (E Ft)	-	802	280	280	203
Fűtési költség 2013-ban (E Ft)	368	401	328	327	146
Költség-megtakarítás a földgázhoz képest (E Ft)	-	-33	40	41	182
NPV (pénzforgalmi egyenlegekből, 15 év, E Ft)	-	716	1.691	1.907	3.300
Diszkontált megtérülési idő (év)	-	11	3	2	1

Forrás: Saját szerkesztés

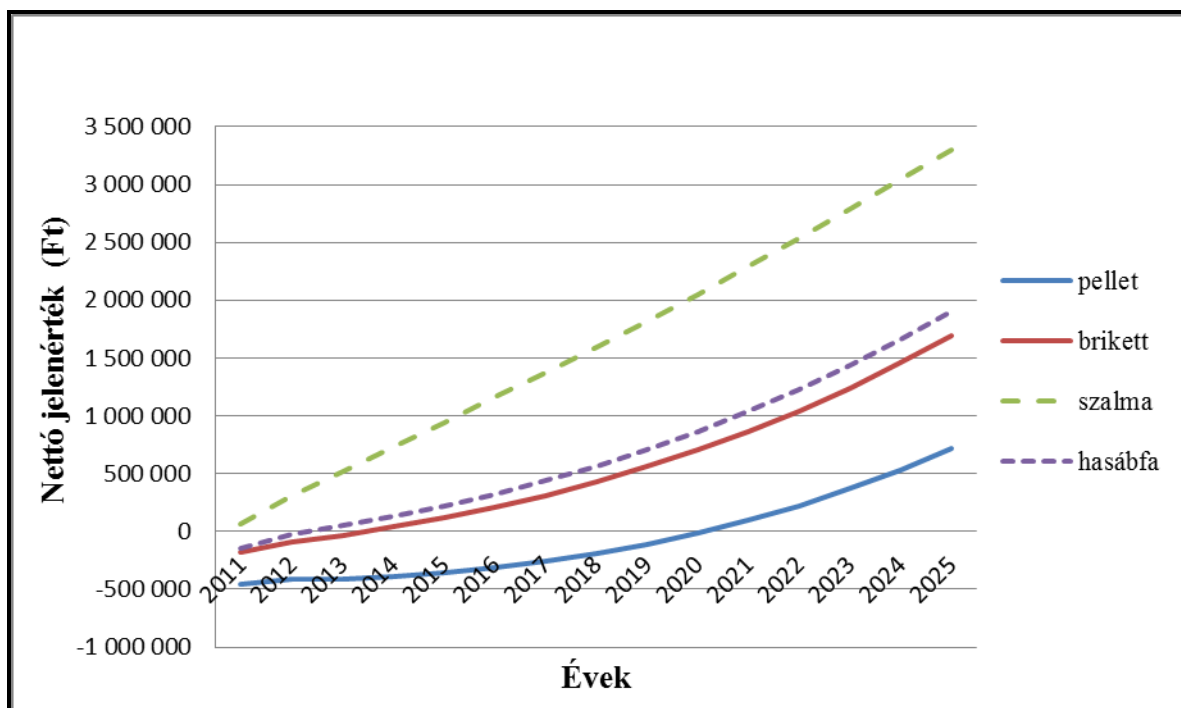
A vizsgált esetekben megtakarítás abból keletkezik, hogy a szükséges hőenergiát gáz helyett az egyes alternatívák valamelyike szolgáltatja. A beruházás többletköltsége a gázkazán árához képest jelenti azt az összeget, amennyivel adott kazán drágább. A következő sor az első évben számított fűtési költséget tartalmazza, vagyis a fűtőanyag költségét (egységár és mennyiség szorzata), az egyéb költségeket (segédenergia, karbantartás, szállítás), és az amortizációt foglalja magában. Jól látható, hogy a gáz- és a pelletfűtés gyakorlatilag egyformán drága, a brikett olcsóbb 84 E Ft-tal, a hasábfá több mint 100 E Ft-tal a földgázhoz képest, a szalmatüzelés pedig messze a legolcsóbb valamennyi tüzelés közül (6. táblázat). Ezt követően nettó jelenértéket számoltam a pénzforgalmi egyenlegekből, amely 15 évet érintett, mivel a berendezések élettartamát 15 évben határoztam meg.

Feltételezhető, hogy egy-egy beruházás a berendezések élettartama alatt, azaz 15 éven belül megtérül. Az amortizáció évenkénti azonos összegű, lineáris, az említettek miatt szintén 15 évre vonatkoztatva. Számításaim szerint a jövőben évi 8%-os gázár-emelést, 4%-os pelletár-emelést, és az egyéb költségek 6%-os emelkedését feltételezve készültek, tekintettel az elmúlt évek tendenciáira. A 2011. és a 2013., valamint a 2013. évi árak rögzítve voltak kalkulációmban, a 2014. évtől számoltam becsült értékekkel. Ezt tekintettem kiinduló helyzetnek, és figyelembe vettem a pénz értékének változását, az inflációt is.

Ezekből az értékekből következtettem a megtérülési időre. Ha az NPV pozitív lett, akkor mindenképpen érdemes gázkazán helyett a másik alternatívával fűteni, a számított érték pedig megmutatja, hogy 15 év alatt összesen hány Ft-tal járunk jobban, ha a másik alternatívát választjuk. Negatív érték esetén a gázfűtés a kedvezőbb. Amennyiben nullát kapunk, egyformán drága vagy egyformán olcsó mindkét összehasonlított módszer.

A gázkazánhoz képest a pelletkazánal éves szinten nem keletkezik költségmegtakarítás. A költségmegtakarítás az összes fűtési költségek különbözete, amiből az derül ki, hogy a gázfűtés a jelenlegi feltételek mellett 33 E Ft-tal olcsóbb, mint a pelletfűtés. Ekkor minden számviteli költséget figyelembe veszünk, ha azonban az éves, tényleges kiadásokat nézzük (amortizáció nélkül), már csak 2 E Ft-tal drágább a pelletfűtés.

A nettó jelenérték számítására azért volt szükség, hogy összehasonlítható legyen az egyes kazánokkal elérhető megtakarítás (2. ábra). A számított érték azt jelenti, hogy 15 év alatt 716 E Ft megtakarításunk lesz, ahhoz képest, mintha gázzal fűtenénk. Ennek oka, hogy a gáz árak emelkedésében nagyobb a bizonytalanság, és azt elmúlt évek tapasztalatából kiindulva azt feltételeztem, hogy várhatóan nagyobb mértékben drágul a földgáz, mint a pellet egységára.



2. ábra: A biomassza kazánok megtérülési ideje az NPV függvényében

Forrás: Saját szerkesztés

Új beruházás megvalósításakor a pelletkazán 11 éves megtérülési idejével kell kalkulálni, ekkor lesz az NPV pozitív, tehát 2021-re térül meg az újonnan vásárolt pelletkazán. Mivel kiszámíthatatlan az árak és költségek alakulása, ezért érzékenységi vizsgálatokat is végeztem, néhány lehetséges alternatíva. Feltételeztem, hogy mindkét fűtőanyag ára azonos mértékben, 5%-kal drágul. Ebben az esetben továbbra sem érdemes pelletkazánt venni, mert a 15 év alatt majdnem 300 E Ft-tal többbe kerül, ha földgáz helyett pellettel fűtünk.

Amennyiben az előző években tapasztalt világszertei tendenciái folytatódnak, a gáz ára 10%-kal, a pelleté 4%-kal nő, 8 év alatt már megtérülne a pelletkazán, és közel 1,4 millió Ft-tal járnánk jobban, ha gázkazán helyett pelletkazánt vásárolnánk.

A faelgázosító kazán brikettfűtés esetén 3 év alatt térül meg, 1,7 millió Ft „marad a zsebünkben” a 15 év alatt, hogy ha nem gázkazánal, hanem faelgázosító kazánal fűtünk. Több mint 12%-os brikett-áremelés lenne ahhoz szükséges, hogy inkább földgázzal érje meg fűteni. Abban az esetben, ha hasábfával fűtjük a faelgázosító kazánt, 2 év alatt megtérül, és az NPV értéke 1,9 millió Ft, vagyis a hasábfával való fűtés gazdasági (anyagi) szempontból még kedvezőbb a gázfűtéshez képest, mintha brikettal fűtenénk. Ez így is marad mindaddig, amíg legalább 8%-os tűzifaár-emelés nem következik be.

Az NPV értéke igen meggyőző lett azokban az esetekben, ha földgáz helyett brikettal, hasábfával, vagy szalmával fűtünk. A faelgázosító kazán esetén (hasábfával fűtve) a számított érték azt jelenti, hogy ha a faelgázosító kazán a jelenlegi bolti ár helyett közel 2 millió Ft-ba kerülne (az NPV és a gázkazán együttes értéke), akkor is elég lenne 15 év a megtérüléséhez. A bálátüzelő-kazán olcsósága és gyors, szinte azonnali megtérülési ideje megkérdőjelezhetetlen, hiszen 15 év alatt 3,3 millió Ft megtakarítással számolhatunk, ha gázkazán helyett szalmával fűtünk.

Következtetések

Dolgozatomban a megújuló energiaforrások nyújtotta – elsősorban hőenergia-előállítási – lehetőségek ismertetése után arra vállalkoztam, hogy összehasonlítom a földgáz és a biomassza alapú fűtés paramétereit, költségeit. A tűzipellet-, biobrikett-, hasábfá-és szalma-fűtéssel kapcsolatban nemcsak a hétköznapi tudnivalókat gyűjtöttem össze, hanem igyekeztem mindezek anyagi oldalát is jellemezni, átfogó képet nyújtva az egyes fűtőanyagok használatával és mindezek költségével kapcsolatban.

A megfelelő fűtési mód kiválasztásakor számolni kell a beruházásigény és a működtetési költségek nagyságával, és esetenként választani is ezek, valamint a kényelmes felhasználás között. Azok a berendezések, amelyek jó hatásfokkal és kisebb alapanyag-költséggel komfortos ellátást biztosítanak, jóval drágábbak a korszerűtlen berendezésektől. Használatuk csak évek múlva és nagyobb energiaigény esetén térül meg, ezért lakossági használatuk lassabban terjed, mint azon közintézmények esetében, amelyek élni tudnak az állami támogatások és EU-s források adta lehetőségekkel. A választásunkat körültekintő „utánajárás” kell, hogy megelőzze, különben nem leszünk elégedettek az eredményekkel. Mindenképpen ajánlatos figyelembe venni, hogy mennyi időnk és energiánk van foglalkozni a fűtéssel. Sőt, véleményem szerint azt is érdemes végiggondolni, hogy mennyire környezetbarát az a fűtési rendszer, amit választanánk, hiszen napjaink egyik kiemelkedő témája a környezettudatos életmódra való törekvés.

Egyik megállapításom, hogy hosszú távon mindenképpen megfontolandó az átállás földgázzal pellet-fűtésre, főként azok számára, akik jelenleg vegyes tüzelésű kazánal fűtenek, hiszen a pellet is hasonlóan kényelmes. Sokoldalúságát az adja, hogy a magas fűtőérték és alacsony hamutartalom mellett automatizálható a működtetése. Jelenleg az elérhető megtakarítás csekély, azonban az értékét növeli, hogy a fogyasztó függetlenítheti magát a földgáz árak alakulásától, környezetbarát fűtőanyagból állít elő otthonában hőenergiát, és az ellátásbiztonság miatt sem kell aggódnia.

Sokak számára a komfortérzet és kényelem helyett az ár az elsődleges. Azoknak, akik így vélekednek, és mezőgazdasággal foglalkoznak, vagy a számított távolságon belül van lehetőségük megvásárolniuk a szalmát, mindenképpen a bálátüzelő kazán választását ajánlom, hiszen jelentős megtakarítás érhető el vele. Természetesen az alacsonyabb árhoz alacsonyabb komfort is társul.

Véleményem szerint érdemes elgondolkodni azon, hogy a jövőben melyik fűtési módot választjuk akár az esetleges változtatás lehetőségét fontolgatva, akár egy újépítésű fűtési rendszer esetén. Számos lehetőség kínálkozik, a pénztárcánk az, ami határt szabhat elképzeléseinknek.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni konzulensemnek, Dr. Bai Attila egyetemi docens úrnak a szakmai támogatását, iránymutatását, és önzetlen segítőkészségét, akinek a közreműködése nélkül ez a tanulmány nem jöhetett volna létre.

„A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

Irodalomjegyzék

- Bai A. (2006): A biobrikett előállítása napjainkban. Őstermelő. Gazdálkodók Lapja. Primom SZSZB megyei Vállalkozásélénkítő Alapítvány, Vállalkozói Központ, Nyíregyháza, 10 (3), pp. 72-74.
- Bai A. - Tarsoly P. (2011): A hazai melléktermék-hasznosítás. Agrárium. A Magyar Agrárkamara lapja. Szaktudás Kiadó Ház Zrt, Budapest, 21 (5), pp. 46-47.
- Durkó, E. (2013): Családi házak biomassza alapú fűtési alternatíváinak gazdasági vizsgálata. Diplomamunka. Debreceni Egyetem Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar. Debrecen. 80.p.
- Kollár, B. (2013): Egyes termékek és szolgáltatások éves fogyasztói átlagára (1996–2013). KSH. Tájékoztatási adatbázis. Budapest.
http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qsf003b.html (letöltve: 2013. 08.10.)
- Gockler, J. (2013): Mezőgazdasági gépi munkák költsége 2013-ban. Agroinform. MGI. Budapest.
http://www.agroinform.com/files/aktualis/agroinform_20130222114252_A_gepuzemeltetes_varhato_koltsege_2013-ban.pdf (letöltve: 2013. 05.02.)
- Internet 1:
http://www.nfh.hu/magyar/informaciok/letoltheto/egyebek/rendkivuli/rezsicsokkentenes_rendkivuli/nap_130313_1.html (letöltve: 2013. 08. 01.)