

LIM

LOGISZTIKA-INFORMATIKA-MENEDZSMENT
TUDOMÁNYOS FOLYÓIRAT
II. ÉVFOLYAM 2017. 1. SZÁM



A TARTALOMBÓL

AZ ELLÁTÁSILÁNC-MENEDZSMENT SZERVEZETI STRUKTÚRÁJA

GYÁRTÁSI FOLYAMATOK MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSÁNAK KIHÍVÁSAI A
4. IPARI FORRADALOMBAN

A LEAN TERMELÉSI KONCEPCIÓ ELMÉLETE ÉS GYAKORLATI
ALKALMAZÁSA

SMED MÓDSZER HATÉKONYSÁGNÖVELÉSE SZIMULÁCIÓS
VIZSGÁLATI MÓDSZER ALKALMAZÁSÁVAL

INTEGRATING THE EXPERIENCES OF PUBLIC SERVICE SYSTEM
DESIGN INTO THE BUSINESS INFORMATION TECHNOLOGY MAJOR

LEAN ESZKÖZÖK HATÉKONYSÁGNÖVELÉSE SZIMULÁCIÓS
MODELLEZÉS FELHASZNÁLÁSÁVAL

FLUIDUM ÁRAMLÁS ÉS LOGISZTIZÁLÁS A KÖZPÉNZÜGYI
GAZDÁLKODÁSI FOLYAMATOKBA



BGE

BUDAPESTI GAZDASÁGI EGYETEM
ALKALMAZOTT TUDOMÁNYOK EGYETEME

GAZDÁLKODÁSI KAR ZALAEGERSZEG

LIM2016

LOGISZTIKA-INFORMATIKA-MENEDZSMENT
/NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA
BGE GAZDÁLKODÁSI KAR ZALAEGRSZEG/



Impresszum

Főszerkesztő: Dr. Gubán Miklós PhD, főiskolai tanár

Szerkesztőbizottság:

Dr. Avornicului Mihai Constantin PhD, egyetemi adjunktus Babes-Bolyai Tudományegyetem

Balázs Dr. Lendvai Marietta PhD, főiskolai docens BGE

Dr. Bencsik Andrea PhD, egyetemi tanár SZIE

Dr. Csillag Sára PhD, tudományos rektorhelyettes, egyetemi docens BGE

Dr. Gubán Ákos PhD, tanszékvezető főiskolai tanár BGE

Dr. Hua Nam Son PhD, egyetemi docens BGE

Dr. Kása Richárd PhD, tudományos munkatárs BGE

Dr. Kovács György PhD, egyetemi docens ME

Dr. Szász Levente PhD, dékánhelyettes egyetemi docens Babes-Bolyai Tudományegyetem

Dr. Zsupanekné Palányi Ildikó PhD, dékánhelyettes főiskolai docens BGE

Kiadó:

Budapesti Gazdasági Egyetem, 1055. Budapest, Markó u. 29-31.

Kiadásért felel: Dr. Heidrich Balázs rektor

Szerkesztőség:

Budapesti Gazdasági Egyetem Gazdálkodási Kar Zalaegerszeg, 8900 Zalaegerszeg, Gasparich Márk u. 18/A

Grafikai szerkesztő:

Dr. Kása Richárd

Tördelőszerkesztő:

Balogh Csaba

Megjelenik évente egy alkalommal.

© LIM 2017



BGE

BUDAPESTI GAZDASÁGI EGYETEM

ALKALMAZOTT TUDOMÁNYOK EGYETEME

GAZDÁLKODÁSI KAR ZALAEGRSZEG

ISSN 2498-9037

LIM LOGISZTIKA - INFORMATIKA - MENEDZSMENT

II. ÉVFOLYAM, 2017. 1. SZÁM

TARTALOM

Gubán Miklós, PhD ELŐSZÓ	4
Karmazin György, PhD Tóth Róbert Ulechla Gergely AZ ELLÁTÁSI LÁNC-MENEDZSMENT SZERVEZETI STRUKTÚRÁJA 2.	6
Tamás Péter, PhD Illés Béla, PhD Dobos Péter Skapinyecz Róbert GYÁRTÁSI FOLYAMATOK MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSÁNAK KIHÍVÁSAI A 4. IPARI FORRADALOMBAN	22
Kovács György, PhD A LEAN TERMELÉSI KONCEPCIÓ ELMÉLETE ÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁSA	31
Tamás Péter, PhD SMED MÓDSZER HATÉKONYSÁGNÖVELÉSE SZIMULÁCIÓS VIZSGÁLATI MÓDSZER ALKALMAZÁSÁVAL	41
Baják Imre, PhD Baják Szabolcs, PhD Gubán Ákos, PhD INTEGRATING THE EXPERIENCES OF PUBLIC SERVICE SYSTEM DESIGN INTO THE BUSINESS INFORMATION TECHNOLOGY MAJOR	52
Tamás Péter, PhD LEAN ESZKÖZÖK HATÉKONYSÁGNÖVELÉSE SZIMULÁCIÓS MODELLEZÉS FELHASZNÁLÁSÁVAL	61
Mezei Zoltán Gubán Ákos, PhD FLUIDUM ÁRAMLÁS ÉS LOGISZTIZÁLÁS A KÖZPÉNZÜGYI GAZDÁLKODÁSI FOLYAMATOKBAN	71
E SZÁMUNK SZERZŐI	85

ELŐSZÓ

Tisztelt Olvasó!

A Logisztika – Informatika - Menedzsment Szerkesztőbizottsága nevében szeretettel köszöntöm a lap második számának olvasóit.

A lap három dinamikusan fejlődő tudományterület képviselőinek kíván publikációs lehetőséget biztosítani.

A *logisztika* szerepét a világgazdasági folyamatokban nem kell hangsúlyozni. A globalizáció, a vevői igényeknek, percepcióknak megfelelő széles termékválaszték, a szolgáltatási folyamatok zavartalan ellátása mind a logisztika nélkülözhetetlenségét mutatja. E tudományterületen nagyon sok fontos kutatás zajlik, és Magyarországon több műhely komoly eredményeket mutatott fel az elmúlt években. A folyóiratunkban e műhelyekben elért eredményeket kívánjuk bemutatni, illetve fiatal logisztikai kutatóknak is szeretnénk bemutatkozási lehetőséget biztosítani.

Az *informatika* a másik olyan terület, amely ma a gazdasági fejlődésben rendkívül fontos szerepet játszik. Akár még néhány évtizeddel ezelőtt is elképzelhetetlen volt, hogy számítógépek, mobileszközök, fontos alkalmazások nélkül nem tudunk majd élni. A közösségi hálózatok teljesen behálózzák a világot, a fiatalok folyamatosan ezeken a hálózatokon élik napjaikat. Ugyanakkor az iparban, a szolgáltatásokban is jelentős változások történtek az informatika miatt. Folyóiratunkban nyitottan szeretnénk minden olyan informatikai témának helyet adni, amelyek ezekkel a kérdésekkel foglalkoznak. Az alapító intézmény specialitása miatt azonban különösen azokat az informatikai kutatási eredményeket várjuk, amelyek valamilyen módon a gazdasági, pénzügyi folyamatokhoz kapcsolódnak.

A harmadik fő témakör a *menedzsment* területét öleli fel. A korszerű gazdálkodás, a termelés a szolgáltatásnyújtás és a vevők igényeinek maradéktalan kielégítése nem működhet hatékony irányítási, vezetési szervezet nélkül. Folyamatosan megújuló szemlélettel, újszerű technikákkal és eszköztárral felvértezve kell reagálni napjaink és a jövő kihívásaira. A menedzsment tehát az előző két tudományterület nélkülözhetetlen kísérője és támogatója. Ez indokolja, hogy folyóiratunkban is foglalkozzunk ennek a területnek az eredményeivel, és bemutassuk az ebben a témában kutató munkatársakat.

Remélem a folyóirat lapozgatása közben minden kedves Olvasónk talál majd magának olyan cikket, amelyik gondolatébresztő, esetleg hiánypótló lesz.

Dr. Gubán Miklós
főszerkesztő

*Karmazin György, PhD
Tóth Róbert
Ulechla Gergely*

AZ ELLÁTÁSILÁNC- MENEDZSMENT SZERVEZETI STRUKTÚRÁJA 2.

ABSZTRAKT

A vállalkozások működésének háttérében mindig egy szervezett gazdálkodási rendszer áll. A szervezeti struktúra felépítése egyfajta szervezési feladat, melyben mind a vezető, mind a vezetettek együttműködésére szükség van. A vállalaton belüli együttműködések során megoldandó feladatok valójában folyamatok, amelyek láncszerűen kapaszkodnak egymásba. Az így kialakult folyamatlánc olyan elemekből tevődik össze (pl. vevői és szállítói folyamatok), amelyeket, ha a megvalósítás teljes időhorizontján vizsgálunk, akkor azt tapasztaljuk, hogy egymással együttműködő folyamatok harmonizációjával valósítják meg a vállalatok a célok elérését. A folyamatalapú megközelítés lényege, hogy az a vállalat tevékenységeit különböző rész folyamatokra bontja. A folyamatalapú szervezeti megközelítés így a gazdálkodó vállalatok üzleti folyamataiból indul ki és ezekhez igazítja a szervezet felépítésével kapcsolatos, illetve a szervezeti egységekkel szemben támasztott követelményeket, amelyek a teljes folyamat kielégítő teljesítéséhez szükségesek. Az ellátási láncok a folyamatok láncolatoként, tehát egy folyamatrendszerként is értelmezhető. Az ellátási lánc menedzsmentet elsősorban ezek a részfolyamatok határozzák meg, amelyek a vállalati határokon átvélően kerülnek kialakításra. Figyelembe véve az ellátási láncok növekvő komplexitását, az ellátási láncokat ellátási hálózatnak is nevezhetjük, hiszen a struktúra tekintetében a hálózat definíciója jobban leírja a rendszert. Napjainkban a legtöbb szervezeti struktúrára a szervezeti határokon átnyúló együttműködés a jellemző. Ellátási láncok már régen is léteztek, ellenben manapság már azt tapasztalhatjuk, hogy a termékek előállításában közreműködő vállalatok közötti kapcsolatok egyre szorosabbá válnak, a láncok hatékonyabbak és a vevőket egyre magasabb színvonalon szolgálják ki. A globalizáció következtében az egész világot behálózó fuzionálódás egyre nagyobb, tőkeerősebb vállalatokat, új értékláncokat alakít ki, melyek között egy átfogó, koordináló, felelősségteljes logisztikai folyamat az összekötő kapocs.

A vezérvállalatok szerepének beemelése új aspektust hoz a fenti következtetések vizsgálatába, hiszen a domináns vállalatok nézőpontjából más módon is értelmezhető az ellátási lánc működése és annak fejlesztési lehetőségei. A vezérvállalatok stratégiáját több tényező is meghatározza, például az erőforrásai és képességei, a kapcsolati tőkéje, az ismeret-megosztási rutinok és a hálózati szerepe az ellátási láncban. A vezérvállalatok és együttműködő szervezetek működésének hatékonyságát és eredményességét a kialakított, vállalati határokon átnyúló szervezeti struktúrák jelentős mértékben befolyásolják.

Kulcsszavak: ellátási lánc menedzsment, ellátási háló, szervezeti struktúra, vezérvállalat

Organisation structure of supply chain management 2.

ABSTRACT

In the background of the operation of businesses we always find an organised management system. Building up an organisation structure is a kind of organisation task, which requires the co-operation of both management and subordinates. The tasks to be solved in the course of this co-operation activity within the company are actually processes, the elements of which are interlocked as a chain. The process chain formed in this way is composed of elements (e.g. purchasing and delivery processes) which, when examined on the full time horizon of implementation, show that companies strive to accomplish these objectives through the harmonisation of co-operating processes. The point of this process-based approach is that it breaks down the company activities into different side processes. Therefore, the process-based organisational approach starts off from the business processes of companies and tries to adjust to them the requirements of building up the organisation as well as the individual organisational units that are needed for a satisfactory completion of the full process. The supply chain can be interpreted as a chain of processes that make up a whole system of processes. Supply chain management is primarily determined by these side processes which are developed reaching over the boundaries of companies. Taking note of the increasing complexity of supply chains, they can also be classified as supply systems since from the aspect of structure the definition of a network describes the system more fittingly. These days, most organisational structures are characterised by co-operation reaching over the boundaries. Though supply chains existed in the past as well, today's experience shows that relationships between companies co-operating in producing goods are getting ever closer, chains are getting more efficient, and customers are getting served at ever higher standards. As a result of globalisation, widespread company mergers create bigger, better-capitalised companies and new value chains, among which the link is provided by a comprehensive, coordinating and responsible logistics process. The involvement of the role of leading companies introduces a new aspect to the examination of the above conclusions since from the viewpoint of dominant companies the operation of the supply chain and its development potentials can be interpreted in a different way. The strategy of leading companies is determined by a number of factors, e.g. their resources and potentials, their relational capital, their information-distribution routines and their network role in the supply chain. The efficiency and profitability of the operation of leading companies and co-operating organisations is significantly influenced by the organisation structures developed to reach over the company boundaries.

Key words: supply chain management, supply network, organisation structure, leading company

Bevezetés

A Tóth – Karmazin [2016] szerző páros által előző számban publikált „Az ellátásilánc-menedzsment szervezeti struktúrájának alapjai” cikk megfelelő módon alapozta meg a mostani, a témában megjelenő második tudományos publikáció szakmai és szemléletbeli tartalmát. Így ennek következtében az említett első szacikk összefoglalását is felhasználva és a gondolatmenetet folytatva ismételten elmondhatjuk, hogy a főbb gazdasági trendek a jövőben is meghatározóak lesznek a társadalomra és a gazdaságra egyaránt. A globális áruforgalom növekedése hatással lesz a világot átszövő logisztikai hálózatok dinamikus fejlődésére. A jelenlegi kiélezett gazdasági környezetben viszonylag kevés olyan vállalat tud versenyképes maradni, amely nem fordít megfelelő figyelmet a közvetlen és közvetett kapcsolataira [Túróczy, 2016]. A mai gazdaságnak több kihívással kell egy időben szembenéznie. A jó minőség, pontosság és gazdaságosság igényét általánosan megfogalmazható elvárásként fogalmazhatjuk meg. Ezen feltételek teljesülése nélkül nem adható el a termék vagy szolgáltatás, nincs megfelelő hatékonyság, nincs jövedelmezőség. A gyorsan változó, versengő világban tudomásul kell venni a minden irányú hatékonyság igényét. A gazdálkodásnak természetesen több területe van, ezek közül a logisztikát, a készletezést vizsgáljuk [Túróczy, 2014 és 2015].

A globalizáció következményeként a specializálódott vállalatok hálózatba kapcsolódásakor komplex folyamatok játszódnak le, s számtalan új kihívás merül fel, amelyek jelenleg még válaszokra várnak. E pillanatban a legégetőbb kérdés talán az, hogy hogyan tudunk új versenyelőny forrásokat teremteni a vállalatokon átnyúló stratégiáknak, a folyamatok láncolatára épülő ellátási hálózatoknak és a domináns, vezérvállalatok döntéshozói számára. A paradigmákat feloldó új, innovatív, esetleg felforgató megoldások és nézőpontok hatékony menedzselése és összehangolása növelheti a vállalati eredményességet és irányadó módon befolyásolhatja napjaink vállalati gyakorlatát. A szükséges eszközök alkalmazása, valamint a vezetői menedzsment megoldások újriformálása is jelentősen támogathatja a fókuszba helyezett folyamatok hatékonyságát. Ezen eredmények nagyrészt az ellátási láncot alkotó szereplők együttműködésén múlnak, valamint azon a struktúrán, amelynek keretében az egymással szoros kooperációban lévő, bizalmi alapon működő gazdálkodó egységek üzleti tevékenységüket folytatják. Vizsgáljuk meg, hogy a fenti felvetések mélyebb feltárásával hova juthatunk el a releváns szakirodalom feldolgozásával, illetve nézzük meg, hogy a szerzők munka és vezetői tapasztalatainak felhasználására építő teoretikus koncepció alkalmas eszköz-e a téma szélesebb körű kifejtésére.

Az ellátásilánc-menedzsment szervezeti struktúrája

A vállalkozások gazdasági rendszerének működése háttérben, mindig egy szervezeti rendszer áll. A szervezeti struktúra felépítése is egyfajta szervezési feladat, melyben mind a vezető, mind a vezetettek együttműködésére szükség van. Az elmúlt két évtizedben számos gazdálkodó szervezetnél megfigyelhető, hogy törekedni szeretnének a nagyobb rugalmasságra és a mozgékonyaságra. Ennek eredményeképpen ezek a szervezetek sokkal erősebben támaszkodnak a piacra. Ezzel párhuzamosan a különböző munkaformák egységbe rendezésének és koordinálásának módja sokkal lazább és változatosabb lett.

Bizonyos értelemben még a szervezet, mint elnevezés is leszűkítően hat, figyelembe véve, hogy jelenleg milyen sokféle formája létezik a koordinált munkaformáknak. A hálózatok, az

ellátási lánc menedzsmentje, a számtalan szerződési és kiszervezési forma mind lazítja egy adott munkáltató szervezet felépítését. Belülről nézve pedig a szervezetek egyre inkább piacorientált projektekre, hálózati felépítésre és folyamatmenedzsmentre épülő megközelítésekre támaszkodnak. A verseny mellett egyre gyakrabban jelenik meg az együttműködés, a szervezeteken belüli és a szervezetek között is [Storey-Salaman, 2010].

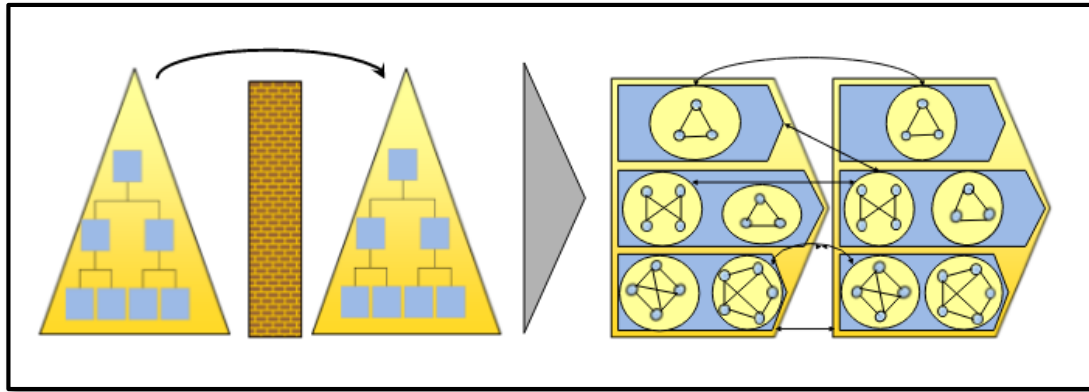
Dangelmaier [2003] alapvetően különbséget tesz a formális és a reális struktúramodellek között. Míg a formális szervezeti felépítés nem más, mint a „szervezet tartalom nélküli leírása”, addig a reális struktúra a konkrét alkotóelemek és azok közti kapcsolatok jelentőségét hangsúlyozza. Dangelmaier szerint minden szervezeti felépítés a formális megközelítésből halad a reális felé, hiszen minden szervezet működése során alakítja ki, „tölti fel” a megfelelő elemekkel (értsd: szereplőkkel, funkciókkal stb.) a szervezetét. Az ellátási láncok is így működnek, csupán annyi különbséggel, hogy sokkal komplexebb rendszerek születnek meg. Egy ellátási lánc struktúrája az azt alkotó szereplők és funkciók, továbbá azok különböző szinteken történő megjelenésének hálózati összefonódásából épül fel.

Az ellátási láncban a releváns kapcsolatok igen sokrétűek, amelyek a területi elhelyezkedés mellett magában foglalják a következőket is:

- egymás közreműködésével megvalósított tranzakciók;
- kommunikációs kapcsolatok;
- vállalati határokon átnyúló folyamatok megvalósítása (pl. személyi összefonódás egy K+F típusú tevékenység során);
- pénzügyi összefonódások;
- instrumentális kapcsolatok egy bizonyos közös cél megvalósítása érdekében;
- szervezeti-, és szervezetközi kapcsolatok.

A folyamatalapú ellátási láncok

A vállalati működés egyes területei (úgy mint: beszerzés, termelés, értékesítés, logisztika, HR, pénzügy, marketing stb.) határozottan elkülönülnek egymástól, azonban közöttük, szervezeten belüli együttműködés figyelhető meg funkcionális és hierarchikus szinten. Ez a funkcionális együttműködés az idő előrehaladtával más vállalatokra is kiterjedt, a vállalati határokat azonban még megtartva. Ez a fajta együttműködés funkcióorientált, vagyis az egyes tevékenységek hatékony elvégzésére irányul. A fejlődés következő lépését a vállalat falainak lebontása jelenti. A szervezeti korlátok, határok lebontása megteremti a folyamatalapú szemléletmód értelmezését, ami az ellátási lánc-menedzsment egyik alap gondolata. Mindez természetesen a szervezeti struktúrára (valamint szervezeti kultúrára) is hatással van. Az 1. ábra ezt a logikát hivatott összefoglalni.



1. ábra: Folyamatoptimalizálás az ellátási láncok kialakulásában

Forrás: Bach [2010]

Az 1. ábra második részének felépítése nem véletlen, hiszen megegyezik a Porter féle értékteremtés alapsémájával, valamint a folyamat alapú felépítéssel. A folyamatok azok a tevékenységek, amelyek nélkül a szervezet nem működhet: beszerzés, gyártás, értékesítés stb. A folyamat tehát bármilyen tevékenység vagy művelet, amely a kapott bemeneteket (input) kimenetekké (output) alakítja át. Harrington [1996] a folyamatot egy, vagy néhány tevékenység együtteseként értelmezi, amely rendelkezik egy bemeneti inputtal, és azt megváltoztatva, hozzáadott érték, tehát output keletkezik a fogyasztó számára. Ezen túl természetesen vannak egyéb folyamatok is, amelyek nélkül a szervezet működhet, illetve olyanok is, amelyek ahhoz szükségesek, hogy a végzett tevékenység minőségét folyamatosan biztosítsák és fejlesszék. Ezeket nevezhetjük támogató folyamatoknak. A folyamatot tevékenységek láncolataként is értelmezhetjük, melynek eredménye a fogyasztó számára értéket jelent.

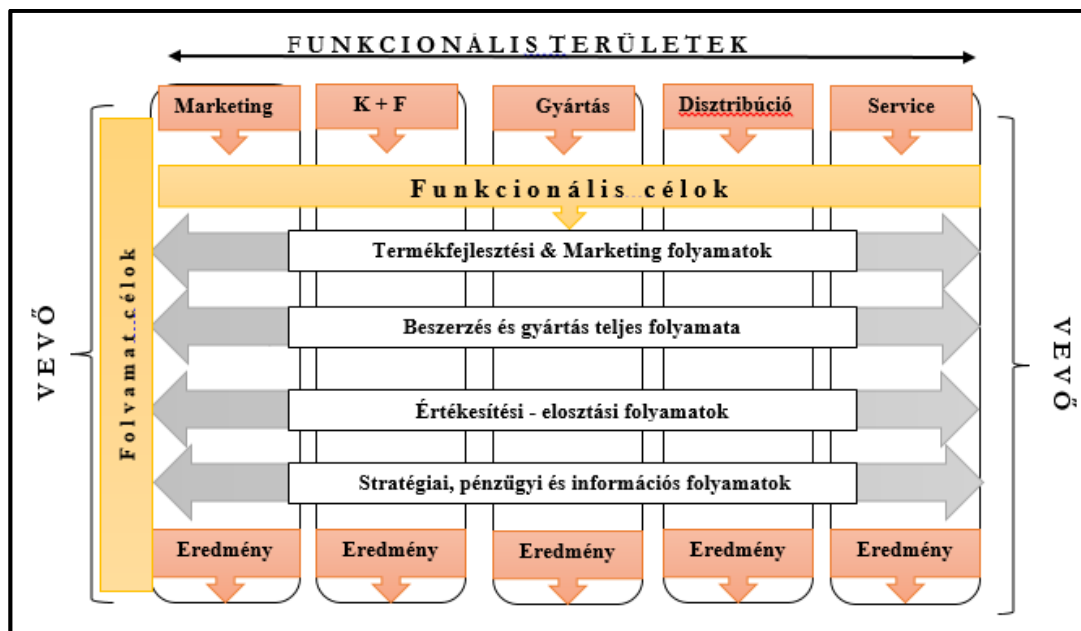
Kuhn szerint [1995] a folyamatlánc a tevékenységek olyan tudatosan felépített rendszere, amely egy meghatározott inputot, előre kijelölt outputtá alakít át. A folyamatlánc néhány olyan elemből tevődik össze (vevői és szállítói folyamatok), amelyek az adott művelet teljes időhorizontját tekintve, egymással együttműködve valósítják meg a kitűzött célt. A folyamat alapú megközelítés lényege, hogy az a vállalat tevékenységeit különböző rész folyamatokra bontja. A folyamat alapú szervezeti megközelítés így a gazdálkodó vállalatok üzleti folyamataiból indul ki és ezekhez igazítja a szervezet felépítésével kapcsolatos, illetve a szervezeti egységekkel szemben támasztott követelményeket, amelyek a folyamat kielégítő teljesítéséhez szükségesek. Fontos megvizsgálni, hogy az egyes folyamatok milyen mértékben járulnak hozzá az azt integráló szervezet globális céljainak megvalósulásához, üzleti modelljéhez és stratégiájához. Az egyes folyamatoknak a célja, hogy megvalósulása esetén a szervezet célja is garantáltan megvalósuljon. Mindez alapján tehát azt mondhatjuk, hogy ha nem mindegyik folyamat működik megfelelően, akkor nem biztosított, hogy a szervezeti cél is maradéktalanul teljesül.

Mint ahogy a gazdálkodó szervezetek céljait, úgy a folyamatokat is hierarchiába lehet rendezni. Az ellátási láncok a folyamatok láncolataként, tehát egy folyamatrendszerként is értelmezhető. Ezek a folyamatok lehetnek ún. teljes folyamatok, amelyek a vevőtől (fogyasztói igény felismerése) a vevőig (fogyasztói igény kielégítése) terjed. A teljes folyamatok mellett sokkal gyakoribbak az ún. részfolyamatok, amelyek egy vagy több fő folyamatnak alkotóelemei. Több, egymással összefüggő folyamat ún. folyamatláncot alkot, amely fogalom szinte átvezet az ellátási lánchoz.

A folyamatlánc alatt az egyes üzleti folyamatok formális, hierarchikusan strukturált összefonódását értjük, amely egy közös cél megvalósulását szolgálja. Az ellátási láncokat alkotó folyamatok sajátosságait az alábbiak szerint foglalhatjuk össze:

- értékteremtő;
- vevőorientált;
- funkciókon átívelő;
- az egyedi vállalati és a teljes ellátásilánc-menedzsment egészének stratégiáját szolgáló;
- a végső cél megvalósulását szolgáló.

Az ellátásilánc-menedzsmentet elsősorban ezek a részfolyamatok határozzák meg, amelyek a vállalati határokon átívelően kerülnek kialakításra. Az értékteremtő lánc – tehát az üzleti folyamatok láncolata – a vállalatok (gyártó) egyes területeit, úgymint fejlesztés, beszerzés, gyártás, üzemeltetés, disztribúció érintik, de a „beszállító-gyártó-vevő” láncára, vagyis az ellátási láncra is vonatkozik (2. ábra).



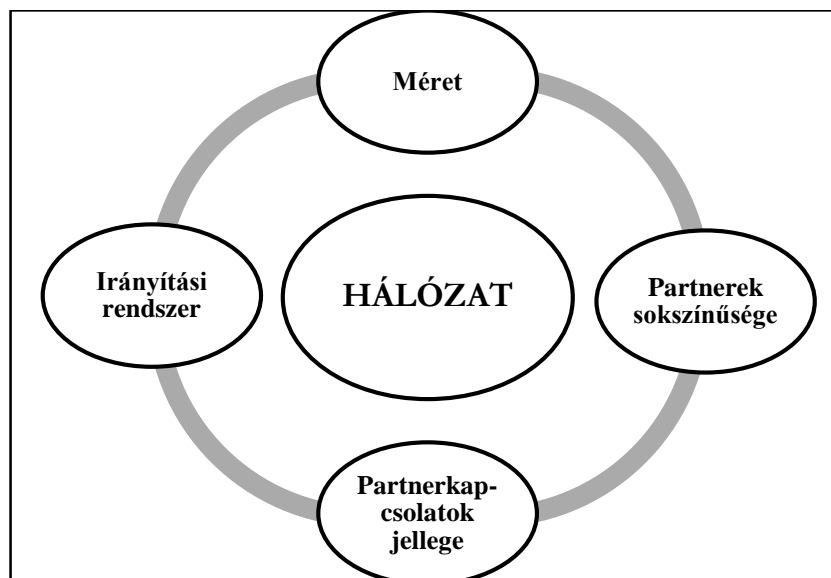
2. ábra: Az értékteremtő lánc
 Forrás: saját szerkesztés [2017]

Az ellátásilánc-hálózat

Minden korszaknak meg van a saját specifikuma, amelyet a különböző tudományterület nagyjai kutatni és jobban megérteni kívánnak. A globális gazdaság jelenlegi struktúráját az üzleti hálózatok alkotják [Gelei, 2008], melyek a turbulensen változó gazdasági környezet, valamint a korábban bemutatott tényezők együttes hatására alakultak ki. A 21. században ezen komplex struktúra elemzése, vagyis a hálózatkutatás lehet az az új tudományterület, amelyet érdemes a jövőben fókuszba helyezni [Karmazin, 2016]. A globális gazdaság kvázi szerkezetét üzleti hálózatok adják, amelyek a változó gazdasági környezet hatására jöttek

létre, majd a hálózatosodás eredményeképpen a vállalatok jelentős versenyelőnyre is szert tettek.

„A hálózat – s így az üzleti hálózat is – egy struktúra, amelyben számos csomópont számos szálon keresztül kapcsolódik egymáshoz. A csomópontok az üzleti hálózatokban az egyes üzleti egységek, mint például termelővállalatok, vevők, logisztikai vagy éppen pénzügyi szolgáltatók. Az összekötő szálak pedig e csomópontok közötti kapcsolatként értelmezhetők” [Gelei, 2008, 4]. Ellátási hálónak nevezzük mindazon folyamatok és készletek célorientált hálózatát, amelyek terméket vagy szolgáltatást juttatnak el a fogyasztóhoz [Hopp, 2008]. A vállalatok hálózata nem a jelen kor szüleménye. Az üzleti hálózatok kialakulásának gyökereit Japánban találhatjuk meg, ahol a keiretsu-k egy-egy nagybank finanszírozásának támogatásával, jelentős beszállítói kapcsolatokkal rendelkező nagyvállalat köré szerveződve végzik tevékenységüket [Karmazin, 2015]. Ázsiában rendkívül nagy hagyománya van a hálózatok működésének. A hálózatosodás eredményeképpen a vállalatok jelentős versenyelőnyre is szert tettek. A jelenlegi és általában a mindenkori kormányok reménye az, hogy a magyar kis- és középvállalatok, a globalizálódó üzleti hálózatok részeként fognak boldogulni a jövőben [Gelei, 2008]. Gomes-Casseres és Bamford [2002] a hálózatok sajátosságát az alábbi öt fontos tényezővel írja le.



3. ábra: A hálózatok szerkezetének jellemzői

Forrás: Gomes-Casseres és Bamford [2002] alapján saját szerkesztés [2017]

A 3. ábrán feltüntetett tényezők közül a méret kategória nem szorul további magyarázatra, azonban a további kategóriákat érdemes kifejteni. Az irányítási rendszer arra utal, hogy miként képesek a hálózatot alkotó szervezetek megszervezni, folyamatosan hatékonyan fenntartani és ellenőrizni a működést. Az irányítás természetesen magában foglalja a hálózati szintű döntéshozatalt is, tehát a közös stratégián nyugvó működést. A hálózaton belüli partnerkapcsolatok jellege tulajdonképpen a kialakítható klasztereket, csoportokat jelenti. Csath [2010] szerint arra a kérdésre kell ez esetben válaszolni, hogy minden vállalat minden más társasággal partneri kapcsolatban van-e vagy nem? Az ellátási láncok rendszerében az egyik kulcsfontosságú feladat közé a kapcsolódási pontok elemzése tartozik. Különösen igaz ez akkor, amikor a különböző szinteken álló szervezetek együttműködéséről van szó, vagyis amikor két eltérő szereplő kapcsolódik egymáshoz. Az ellátási lánc szereplőinek ismeretében

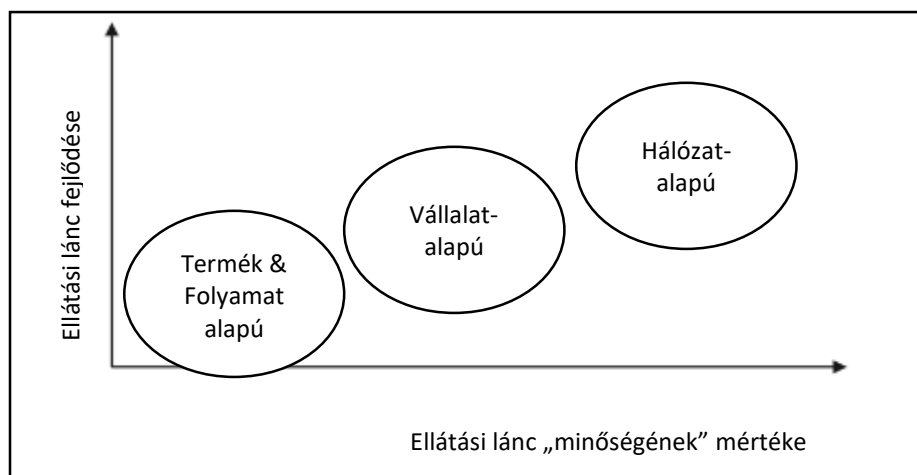
kijelenthetjük, hogy az ellátási lánc valójában nem láncszerű felépítést mutat, sokkal inkább egy fa törzsére, gyökereire és ágaira emlékeztet.

Figyelembe véve a fentieket, azaz az ellátási láncok növekvő komplexitását, kijelenthetjük, hogy az ellátási láncokat inkább ellátási hálózatnak is nevezhetjük, hiszen a struktúra tekintetében a hálózat definíciója jobban leírja a rendszert.

Napjainkban a legtöbb szervezeti struktúrára a szervezeti határokon átnyúló együttműködés a jellemző. A vállalatgazdaságtan területén elkülöníthetjük az ún. belső (inter) és külső (intra) hálózatos szervezeti struktúrákat. Ezen felül kategorizálhatjuk a szervezeteket a különböző gazdasági tevékenységhez való kapcsolódásuk alapján: horizontális, vertikális és laterális hálózati struktúra. Az ellátási lánc a vertikális hálózat képviselője, míg a „logisztikai lánc” a vállalati területek horizontális összefonódásának feleltethető meg. Az ellátási hálózatra jellemző:

- a partnerek (szervezetek) közötti együttműködés;
- a kollektív, együttműködésen alapuló folyamatmegosztás;
- a vállalati határokon átívelő együttműködés.

Az ellátási lánc szervezeti felépítésének – a hálózatosodás tekintetében – fejlődése három fázisra bontható. A 4. ábra ezt ábrázolja a szervezet minőségének, vagyis felépítettségének függvényében. Látható, hogy a fejlődés alapját a termékek és folyamatok képezték, majd a teljes vállalati működés is megjelent az ellátási láncokban. Végül, a legfejlettebb állapotnak a hálózat alapú szervezet tekinthető. A hálózatalapú megközelítésen nyugvó struktúra felel meg legjobban az ellátási lánc-menedzsment alapvető gondolat és célrendszerének. Az ellátási lánc szervezeti fejlődésének és ezen szintjének eléréséhez a hálózatmenedzsment tekinthető a biztos szakmai bázisnak.



4. ábra: Az ellátási lánc-menedzsment komplexitásának fejlődése

Forrás: saját szerkesztés [2017]

Ez az együttműködésen alapuló új szervezeti forma természetesen jelentős változásokat eredményezett az emberierőforrás-menedzsment területén is. Az informatika rohamos fejlődése lehetőséget teremtett a határokon átnyúló, globális szintű virtuális munkacsoportok kialakítására, ami új kérdésköröket nyitott a szervezeti struktúra, stratégia, de az emberierőforrás-menedzsment területein is. Ezen kérdéskörök megválaszolásában kiemelten fontos szerephez jutott az elmúlt időszakban a megfelelő vezetés (itt elsősorban a felső

vezetői szerepekre gondolunk). Ezt bizonyítja, hogy a vezetők egyik legnagyobb felelőssége a releváns és eredményes célok, stratégiák, üzleti modellek kialakítása, illetve annak biztosítása, hogy a szervezet képes legyen elérni ezeket a jól meghatározott elképzeléseket.

A globalizáció eredményeként a vállalatok többsége nemzetközi szinten működik, a legfontosabb értékteremtő folyamataikat globális szinten, számos ország bevonásával szervezik meg. A termékek és szolgáltatások előállításában részt vevő értékteremtő folyamatok – a beszerzéstől az értékesítésig és az eladás utáni szolgáltatásokig – globális szinten szétszóródtak, ennek köszönhetően komplex és az egész világot behálózó ellátási láncok jöttek létre. Az ellátási láncok menedzsmentje a jövőben is az egyik legfontosabb versenytényezőnek fog számítani a globális piaci versenyben. A végső fogyasztói igények egyre összetettebbé válnak, így a legtöbb ellátási láncnak képessé kell válnia arra, hogy a diverzifikált vevői elvárásokat minél nagyobb volumenben, de ugyanakkor az egyedi igények figyelembevételével tudja kielégíteni. A másik fő tendencia, hogy az alacsony költségű régiók által nyújtott előnyök is nagymértékben változni fognak a jövőben. A fejlődő országok növekedése alapjaiban határozza meg a mai világgazdaság alakulását. A növekvő munkaerő költségek miatt a stabil, nagy volumenű kereslet költséghatékony kielégítése még nagyobb kihívás lesz a globális vállalatok számára.

Ellátási-láncok már régen is léteztek, ellenben manapság már azt tapasztalhatjuk, hogy a termékek előállításában közreműködő vállalatok közötti kapcsolatok egyre szorosabbá válnak, és ezt annak érdekében teszik, hogy a láncok hatékonyabban, a vevőket minél magasabb színvonalon kiszolgálva tudjanak működni. Az „ellátási lánc integráció” megmutatja, hogy a gyártó milyen mértékben működik együtt stratégiai szinten ellátási lánc partnereivel, és összehangolva menedzselti szervezeten belüli és szervezeten kívüli folyamatait annak érdekében, hogy a termékek és szolgáltatások, valamint információk, pénzek és döntések hatékony áramlását érje el a vevői érték maximalizálása céljából [Szász-Demeter, 2017].

A globalizáció következtében az egész világot behálózó fuzionálódás egyre nagyobb, tőkeerősebb vállalatokat, új értékláncokat alakít ki, melyek között egy átfogó, koordináló, felelősségteljes logisztikai folyamat az összekötő kapocs. Ezen folyamatok alapján létrejön egy új vonásokat magában hordozó gazdaság, melyben a logisztika és a hagyományos ellátási lánc (beszerzéstől az értékesítésig) szerepe az értékteremtő folyamatokban kilépett a kereteiből és jelentősége tovább erősödött. A globalizáció és a logisztika közötti kölcsönhatás a globális ellátási lánc szerkezetét jelentősen módosította és életre hívta a hálózaton alapuló szemléletmódot. Az ellátási lánc hálózatalapú megközelítése az 1990-es években jelent meg először [Peck, 2006].

Mentzer [2001] az ellátási lánc felépítését három, egymástól elkülönülő osztályba sorolta, annak komplexitása és az azt alkotó résztvevők száma alapján:

- direkt (vagy hagyományos) ellátási lánc, amelyet három szereplő együttese alkot, vagyis: egy vezérvállalat, egy szállító és egy vevő.
- kibővített ellátási lánc, melynek lényegét Knoll [2007] úgy fogalmazta meg, hogy a hagyományos (direkt) ellátási lánc csak a beszerzéstől az értékesítésig meghúzó folyamatokat öleli fel, ám az egyre jobban szorongató hatékonysági, versenyképességi és üzleti eredményességi elvárások kikényszerítették, hogy a vállalatok már az üzleti tervezés fázisában, a logisztikát érintő és újszerű elemeket is tartalmazó stratégiai megfontolások mentén alakítsák és bővítsék az ellátási láncot, illetve annak működési feltételeit. Ezen tényezők következtében nyilvánvalóvá vált, hogy már nem elegendő csak a beszerzéstől az értékesítésig terjedő logisztikai láncot vizsgálni, hanem ezeket az elemeket jobban ki kell

egészíteni. A kibővített ellátási lánc a belső vállalati integrációt (mikro szint), a külső partnerekkel való együttműködést (makroszint), valamint a gazdasági régiók közötti kölcsönhatásokat (globális szint) kapcsolja össze.

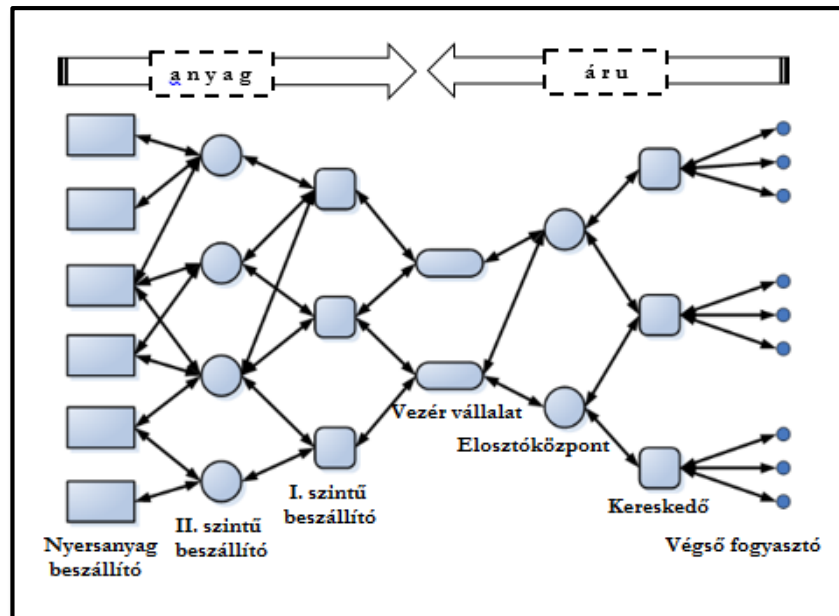
Továbbá a kibővített ellátási láncra jellemző, hogy a direkt ellátási láncon felül egy másodlagos beszállítói és vevői szinttel egészül ki. Ez esetben már a beszállító beszállítója, valamint a vevő vevője is definiálható. A bővített ellátási lánc további három fontos sajátossággal rendelkezik úgy, mint a marketinggel, a pénzüggel, illetve a K+F+I-vel, amelyhez kapcsolódik a kibővített ellátási lánc-menedzsment esetében az újdonság, vagyis a „plusz”. Ez pedig nem más, mint az intellektuális tőke, vagyis a tudásmenedzsment. A humán erőforrás tevékenységével értéket teremt, ezáltal javítja a vállalat versenyképességét. Az ellátási láncban a legfontosabb stratégiai területek kialakítása és üzemeltetése jelentős szellemi munkát igényel, ami viszont nem nélkülözheti a humán tőkébe való folyamatos befektetéseket. A kibővített ellátási lánc, az azt alkotó szervezeteken átívelő közös humán tőke fejlesztésének fontosságát hangsúlyozza (mint közös szervezeteken átívelő funkció). A tudásmenedzsment szerepe az ellátási lánc-menedzsment területén arra fókuszál, hogy milyen mértékben képesek az azt alkotó vállalatok egymástól tanulni, illetve együttesen új „tudást” és megfelelő hozzáadott értékkel létrehozni.

E területen értelmezett tudásmenedzsment alapvetően három kategóriába sorolható, amelyek együttese képezi a valódi értéket. Ezen aspektusból beszélhetünk belső tudásmenedzsmentről, az együttműködés tudásmenedzsmentjéről, végül pedig a tudástranszfer-menedzsmentről. Ennek stratégiai jelentősége pedig visszavezethető az ellátási lánc-menedzsment célrendszerére, vagyis a vevő szerepének fontosságára. Egyes vélemények szerint ugyanis a meglévő vevők megőrzése nagyobb nyereséget hozhat az ellátási lánc egészét tekintve, mintha a jelenlegi vevőket elveszítjük, és helyébe újak kerülnek. Az ellátási lánc-menedzsment teljesítményét jelentősen befolyásolja a vevőkkel és a beszállítókkal kialakított partneri viszony. A kibővített ellátási lánc-modell ezt felismerve, hangsúlyozza a stratégiai partnerkapcsolatok (és szerződések) kialakítását. A kibővített ellátási lánc harmadik fontos jellemzője az időtényező. Kutatások kimutatták, hogy a vállalati versenyelőny megtartásában, növelésében alapvető szerepet játszik a piaci változásokra megfelelő időben való reagálás. Az időtényezőt értelmezhetjük egy új termék kifejlesztésének és piacra kerülésének átfutási idejeként is. Az ellátási láncra vetítve ezt a gondolatot: annál sikeresebb egy cég a versenyben, minél rövidebb a beszerzési és értékesítési ciklusa [Trembeczky, 2004].

- ultimatív (távoli) ellátási lánc tekinthető a legösszetettebb struktúrának, amely már sokkal inkább megfelel az ellátási hálónak, mivel ebben a szerkezetben a legelső nyersanyag beszállítótól kezdve a legutolsó fogyasztóig minden más résztvevő is szerepel.

Az 5. ábra valamivel részletesebben mutatja be az ellátási lánc lehetséges felépítését. Látható, hogy a struktúra középpontjában az általunk vezérvállalatnak nevezett szervezet található. A nyersanyag beszállítóktól a vezérvállalat felé az anyagáramlási folyamatok, míg a végső fogyasztók szemszögéből pedig az áruk és szolgáltatások áramlása folyik – a korábban bemutatott pénzügyi- és információs folyamatok mellett. Felvetődhet a kérdés, hogy az 5.

ábra felső részén lévő nyilak miért egymással szemben helyezkednek el. Erre a válasz a vezérvállalat szerepében keresendő, akinek a nézőpontjából értelmezhető az ellátási lánc működése és fejlesztési lehetőségei.



5. ábra: Az ellátási láncra épülő hálózat nagyvonalú ábrája
 Forrás: saját szerkesztés [2017]

A vezérvállalat stratégiáját meghatározó legfontosabb tényezők: az erőforrásai és képességei, a kapcsolati tőkéje, az ismeret-megosztási rutinok és a hálózati szerepe az ellátási láncban, melyek az alábbiak lehetnek:

1. A vezérvállalat dominanciája esetén az adott vállalkozás kihasználja, hogy mind a beszállítói hálózatot, az anyagáramlási folyamatokat, mind a disztribúciós hálózatot, az áruk és szolgáltatások áramlásának folyamatait ő uralja. Ezt a helyzetet a következők jellemzik:

- nagyfokú koncentráció a piacon, így a vezérvállalat jellemzően további profithoz jut a vásárlóktól, vagy csökkenteni tudja a beszállítók kapcsán keletkező költségeket;
- a vezérvállalat a nagy piaci részesedése miatt erősen befolyásolni tudja a beszállító vállalatokat;
- a vezérvállalat egyedi vagy nagyon speciális technológiát, terméket vagy kulcsfontosságú alkatrészeket szállít a disztribúciós hálózatába, ezért a disztribúciós társaságok jobban függenek tőle;
- végül, a vezérvállalat a növekedési fázisban van a termékéletről szempontjából és így a keresletnövekedésből fakadó előnyöket élvez.

Ebben az esetben mind a beszállítói, mind a disztribúciós hálózatot a nagyfokú fragmentáltság jellemzi, amelyet sok kis vállalkozás alkot. E társaságok többsége homogén termékeket vagy szolgáltatásokat kínálnak, így – a váltás alacsony költségéből fakadóan – a beszerzők könnyen válhatnak beszállítót (például a vezérvállalat könnyen lecserélheti a beszállítóit), illetve ugyanígy a disztribúciós ügyfelek között is válogathat. A helyzet jellegzetessége, hogy a

hálózat a vizsgált szervezet körül a legsűrűbb, mivel a vezérvállalat kulcsszereplő és a hálózat valamennyi szereplőjére hatással van, miközben kiemelkedő profitot tud elérni.

2. A beszállítói hálózat dominanciája akkor áll elő, ha a beszállítói irányban található vállalat erősebb, mint a vezérvállalat, és a vezérvállalat is erősebb, mint az őt követő disztribúciós vállalat.

A beszállítói vállalatok erősen koncentráltak és képesek a központi vállalatot befolyásolni, továbbá lényeges tulajdonosi jogokkal, kulcsfontosságú alkatrészekkel vagy kritikus erőforrással rendelkeznek, amelyekkel előnyt tudnak biztosítani a vezérvállalatoknak. Ugyanakkor ezek a beszállítói vállalatok kihasználják a kritikus erőforrásaikból fakadó előnyeiket, hogy domináns pozícióban lehessenek. A disztribúciós szint van a leggyengébb pozícióban ebben a hálózatban és fragmentáltság jellemzi. Sok vállalkozás van jelen a piacon, de ezek mindegyike kicsi és egyik sem tudja dominálni a disztribúciós piacot. A disztribúciós ág gyengeségének további potenciális oka lehet, ha a termékélelciklus hanyatló ágban van, vagy ha a rá vonatkozó piaci kereslet meredeken csökken. Az ilyen pozícióban levő társaságok általában nehezen tudnak beszállítót váltani (pl. a váltás költségei magasak a vezérvállalat számára). Mivel a vezérvállalat közepes pozícióban van, ezért az ágazatban megfigyelhető koncentráció is közepes mértékű. Így a vezérvállalat beszállítói irányban magas, disztribúciós irányban pedig alacsony költséggel tud partnert váltani. Hálózati szinten beszállítói irányban megfigyelhető a hálózat besűrűsödése és a disztribúció tűnik a perifériának. A beszállítói részek erősen kapcsolódnak a vezérvállalathoz és nagyban befolyásolják az egész hálózatot.

3. Az engedelmes vezérvállalat helyzete éppen fordítottja a vezérvállalat dominanciájának. Ebben az esetben mind a beszállítói, mind a disztribúciós társaságok dominálják a vezérvállalatot, akit lényegében a hálózat külső tagjai korlátoznak. A vezérvállalat jellemzője, hogy:

- fragmentált ágazatban tevékeny;
- hanyatló szakaszban van, csökkenő kereslettel szembeülv;
- mivel mind a beszállítói, mind a disztribúciós partnerei viszonylag nagy befolyással rendelkeznek fölötte, ezért mind beszállítói, mind disztribúciós irányban magas a váltás költsége.

A disztribúciós vállalkozások azért vannak domináns pozícióban hozzá képest, mert nagy részesedésük van az eladásokból, továbbá a disztribúcióban található termékek most vannak a növekedési és érettségi szakaszban, nagyban nő a rájuk irányuló kereslet, így vezetők a piacon. Az ágazat szerkezetétől függően, jellemzően mind a beszállítói, mind a disztribúciós partnerek nagyban konszolidált piacon tevékenyek. A hálózat mind beszállítói, mind disztribúciós irányban besűrűsödik, a fő aktivitás ott zajlik, és a vezérvállalatot nagyban kötik és korlátozzák is ezek a kapcsolatok.

4. A disztribúciós hálózat dominanciája esetén a disztribúciós hálózatban szereplő vállalkozások dominálnak a vezérvállalat fölött, miközben a vezérvállalat erőteljesebb a beszállító vállalatoknál. A hálózat tehát a disztribúciós irányba van eltolódva. A disztribúciós rész erőteljesen kapcsolódik a vezérvállalathoz és az egész hálózatot nagyban befolyásolja. A disztribúciós szakaszt az alábbiak jellemzik:

- nagy presztízzsel vagy kiemelkedően jó hírnévvel rendelkezik;
- magas koncentrációjú ágazatban tevékeny és monopolhelyzetben van a beszállítói oldalról;
- a vezérvállalat eladásainak nagy százalékát ő teszi ki.

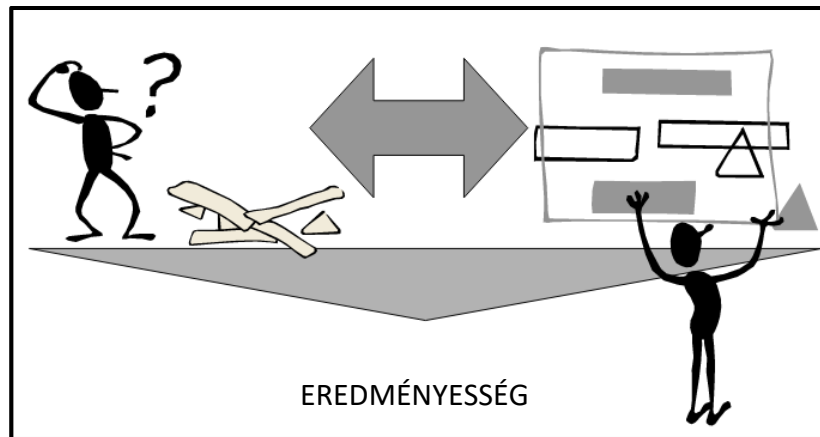
A beszállító vállalkozások homogén erőforrásokat nyújtanak, így a vezérvállalat könnyedén helyettesíthet bizonyos termékeket, ami a beszállító vállalkozások számára azt jelenti, hogy a váltás költségei magasak.

A beszállító hanyatló fázisban van, a vezérvállalat pedig közepes koncentrációjú piacon tevékeny, tehát beszállítói irányban alacsony, disztribúciós irányban magas a váltás költsége a számára [Chang et.al, 2012].

Az ellátási lánc vezérvállalata jellemzően erős, a végső fogyasztói értékteremtésre alkalmas termék- és szolgáltatáscsomag előállításában központi szerepet játszó, gyakran nemzetközi nagyvállalat [Gelei, 2009]. Igazi változás ennél a központi szereplőnél figyelhető meg az elmúlt években. Az első fejezet elején részletesen ismertetésre került az ellátási lánc-menedzsment kialakulásában jelentős szerepet játszó globalizáció. Az ezt megelőző időszakban az ún. vertikálisan integrált vállalati struktúra volt a meghatározó. Ezen szervezeti rendszerben a vezérvállalat arra törekedett, hogy a legnagyobb hozzáadott értéket képviselő munkafolyamatokat a vállalat falain belül végezzék. Ennek háttérében az a gondolat húzódott, hogy így biztosított a legnagyobb kontroll, vagyis a „legértékesebb folyamatok szem előtt tartása”. Ekkor azonban nem volt még ismert a földrajzi diverzifikáció nyújtotta költséghatékony gazdálkodás. Napjaink vállalatfelfogása szerint azonban a sikeres vállalat a lényegi képességeihez rendelt tevékenységekkel kapcsolódik a lánchoz, a többi tevékenységét lehetőleg másra, azt hatékonyabban ellátó partnerre bízta. Ezzel biztosítja mind a maga, mind a lánc egésze számára a lehető legnagyobb hasznosságot [Chikán, 2008]. Tehát az látható, hogy a szervezeti határon belül megvalósított tevékenységek kihelyezésre, kiszervezésre kerülnek, mellyel többek között megszüntethető a versenyképesség hiánya is.

A szervezeti struktúra jelentősége az ellátási hálózatokban

A szervezetek működésének hatékonyságát és eredményességét a kialakított szervezeti struktúrájuk jelentős mértékben befolyásolják. Antal [2006, 7-8] szerint a szervezeti struktúra a vállalat azon működési kerete, „amely a specializáció formájával, elmélyültségével, szabályozottságával, az operatív és stratégiai döntési hatáskörök centralizáltságával, vagy decentralizáltságával, ezek szabályozottságával és a hatásköri rendszer egy- vagy többvonalasságával, valamint a működés összehangolását biztosító koordinációs eszközök típusaival, számosságával és leginkább ezen eszközök működést meghatározó, befolyásoló szerepével írható le. Akkor tekinthető hatékonynak egy szervezet struktúrája, ha az alkalmazott szervezeti modell megfelel a vállalat külső és belső adottságainak, illetve az azokra építő vállalati stratégiát támogatja. A vállalati stratégia alkalmazkodhat ezen adottságokhoz, valamint a külső és belső adottságok megváltoztatását is megcélozhatja” (6. ábra).



6. ábra: A szervezeti struktúra jelentősége a sikerben

Forrás: Bach [2010]

Összefoglalás

A feldolgozott szakirodalmak és a szerzők jelentős vállalati tapasztalataira építő megállapítások megfelelő módon érzékeltetik az ellátási láncon belüli kapcsolatok fontosságát és azok minőségi szintjeit. Az ellátási láncok vertikális kiterjesztése során létrejövő ellátási hálóak több kihívást is felvetnek, melyek megoldására más tudományterület eredményeit is figyelembe vették a szerzők úgy, mint informatika, humán erőforrás menedzsment. A szervezeteken átnyúló stratégiák új struktúrákat hoznak létre a gazdaságban és ebben a vezérvállalatok dominanciájának vizsgálata új aspektusként jelent meg a tudományos publikáció hangsúlyos fejezetében. A szerzők által feltárt tudományterület részben új szemléletű és kibővített megközelítése, a folyamat alapú ellátási láncok kialakulásának értelmezése, az ellátási lánc fogalmának és hálózati kiterjesztése, a vezérvállalatok szerepének és dominanciáinak hatása az ellátási lánc tagvállalatainak stratégiájára és a szervezeti struktúrákra, mind hasznos információval szolgálhat a jövő ellátási lánc menedzsmentjével foglalkozó vállalati szakemberek és kutatók számára.

Felhasznált irodalom

- [1] ANTAL ZS. [2006]: A szervezeti struktúra, mint a stratégia megvalósítását támogató eszköz, *Versenyben a világgal 2004 – 2006 gazdasági versenyképességünk vállalati nézőpontból* című kutatás 40. sz. műhelytanulmány, Budapesti Corvinus Egyetem - Vállalatgazdaságtan Intézet Versenyképesség Kutató Központ, pp 7-8
- [2] BACH N. [2010]: *Mit Organisation aus der Krise – Abbau, Umbau und Aufbau von Erfolgspotenzialen*, Universität Gießen, <http://slideplayer.org/slide/892108/> (2016. június 27.)
- [3] CHANG C. – CHIANG D. – PAI F. [2012]: *Industrial Marketing Management* 41, Cooperative strategy in supply chain networks, ISSN 0019-8501, pp 1114-1124
- [4] CHIKÁN A. [2008]: *Vállalatgazdaságtan*, Aula Kiadó, Budapest, pp 400-407
- [5] CSATH M. [2010]: *Versenyképesség-menedzsment*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp 102-106

- [6] DANGELMAIER W. [2003]: *Produktion und Information, System und Modell*, Berlin, pp 2422
- [7] GELEI A. [2008]: *Hálózat – a globális gazdaság kvázi szervezete*, 95. sz. Műhelytanulmány HU ISSN 1786-3031, Budapesti Corvinus Egyetem Vállalatgazdaságtan Intézet
- [8] GELEI A. [2009]: *Szolgáltatások ellátási láncának speciális menedzsment jellemzői*, 114. sz. Műhelytanulmány HU ISSN 1786-3031, pp 7-8
- [9] GOMES-CASSERES, B. – BAMFORD, J. [2002]: *The corporation is dead. Long live the constellation? In: The Allied Enterprise. – Szerk.: De Man, A.P., Duysters, G.M. : Imperial College Press, Singapore*
- [10] HARRINGTON H.J. [1996]: *Business Process Improvement Workbook, Documentation, Analysis, Design and Management of Business Process Improvement*, New York:McGraw-Hill, pp 9-11
- [11] HOPP W. J. [2008]: *Supply Chain Science*; McGraw Hill/Irwin: New York, NY., 2008
- [12] KARMAZIN GY. [2015]: *Logisztikai szolgáltató központok fejlesztése hálózati kutatások eredményeinek felhasználásával*, In.: Gyenge Balázs – Kozma Tímea (szerk.): *Folyamatmenedzsment kihívásai – Döntési pontok, kapcsolatok és együttműködési stratégiák a gyakorlatban*, pp 58-60
- [13] KARMAZIN GY. [2016]: *A logisztikai szolgáltatók stratégiai sikertényezői*, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp 125-127
- [14] KNOLL I. [2007]: *Logisztika-Gazdaság-Társadalom*, Kovásznai Kiadó, 2002., ISBN: 9789638619433, pp 237
- [15] KUHN A. [1995]: *Prozessketten in der Logistik. Entwicklungstrends und Umsetzungsstrategien*, Dortmund
- [16] MENTZER J. T. [2001]: *Supply Chain Management*, ISBN-13: 978-0761921110, ISBN-13: 978-0761921110
- [17] PECK H. [2006]: *Reconciling supply chain vulnerability, risk and supply chain management*, *A Leading Journal of Supply Chain Management*, Volume 9, 2006, Issue 2, pp 127-142
- [18] STOREY J. – SALAMAN G. [2009]: *Managerial Dilemmas: Exploiting paradox for strategic leadership*, ISBN: 978-1-4051-6027-8, Wiley-Blackwell, pp 97-99
- [19] SZÁSZ L. – DEMETER K. [2017]: *Ellátáslánc-menedzsment*, Akadémia Kiadó, Budapest, pp 54-55, 111-112, 163
- [20] TANGL A., VAJNA I. [2016]: *Megbízhatóbb és olcsóbb vezetői számviteli és kontrollinginformáció minőségfejlesztéssel SZÁMVITELI TANÁCSADÓ VIII:(2) pp. 32-36.*
- [21] TREMBECZKY L. [2004]: *A globalizáció és a logisztika kapcsolata*; *Bolyai szemle*, 2004. XIII. évf. 1. szám, Budapest, pp 44-54
- [22] TÚRÓCZI I. [2015]: *Modern vezetői számviteli módszerek, kontrolling a logisztikában*; In: Gyenge Balázs – Kozma Tímea (szerk.) (2015): *Folyamatmenedzsment kihívásai; Döntési pontok, kapcsolatok és együttműködési stratégiák a gyakorlatban*, Gödöllő, Szent István Egyetem, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Üzleti Tudományok Intézete, Tevékenység-menedzsment és Logisztika Tanszék, ISBN: 978-615-5570-02-5, pp.144.
- [23] TÚRÓCZI I. [2014]: *A pénzügyi- és vezetői számviteli módszerek alkalmazhatósága a vállalatértékelés gyakorlatában*, *ECONOMICA*, 2014, Issue 1, p134-139. 6p.
- [24] TÚRÓCZI I. [2016]: *A versenyképességre ható tényezők a makrogazdaságban és a vállalkozások szintjén*, In: Gyenge Balázs, Kozma Tímea, Tóth Róbert (szerk.) *Folyamatmenedzsment kihívásai: Versenyképességi tényezők a 21. században*. 209 p. Gödöllő: PerfActa, 2016. pp. 37-49. (ISBN:978-963-12-7158-4)

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.6.1-16-2016-00006 „A kutatási potenciál fejlesztése és bővítése a Pallasz Athéné Egyetemen” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

*Tamás Péter, PhD
Illés Béla. PhD
Dobos Péter
Skapinyecz Róbert*

GYÁRTÁSI FOLYAMATOK MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSÁNAK KIHÍVÁSAI A 4. IPARI FORRADALOMBAN

ABSZTRAKT

Napjainkban a vállalatok versenyképességét jelentős mértékben befolyásolja a gyártás rugalmasságának, illetve fajlagos költségének mértéke. A 4. ipari forradalom egyik legfontosabb célkitűzése olyan gyártási rendszerek kialakítása, melyek képesek az egyedi termékek tömeggyártásra jellemző fajlagos költséggel való legyártására. Ez csupán az eddigieknél jóval összetettebb gyártórendszerek kialakításával történhet. A komplexitás növekedése új kihívásokat jelent a gyártási folyamatok minőségbiztosításában. Új típusú adatok gyűjtésére, elemzésére nyílik lehetőség, mely hozzájárulhat a minőség termék és szolgáltatás minőség javulásához. A dolgozat bemutatja a 4. ipari forradalom lényegét, valamint a gyártási folyamatok minőségbiztosítása területén megjelenő új kihívásokat, azok leküzdésének lehetséges irányait.

Bevezetés

A vállalatok versenyképességét jelentős mértékben befolyásolja, hogy az egyedi vevői igényeket milyen módon (minőség, határidő, költség) tudják kielégíteni. Gyártási területen a negyedik ipari forradalom legfontosabb célkitűzése az egyedi vevői igények tömeggyártásra jellemző fajlagos költséggel történő kielégítése [1]. A vállalatok által gyártott termékpalletta bővülésével jelentős mértékben növekszik a gyártási folyamatok komplexitása, ahol a folyamatok fejlesztése, minőségbiztosítása újszerű megoldások kidolgozását igényli, melyek kidolgozása számos kutatási téma alapjául szolgál [2, 3]. A célkitűzés meglehetősen futurisztikusnak tűnhet, de a technológia folyamatos fejlődével egyre közelebb kerülünk a célhoz. A kiber-fizikai rendszerek, valamint a big data koncepció megjelenése új lehetőségeket teremtett a termék-, valamint a szolgáltatásminőség javításában [4]. A gyártási folyamatokban eddig nem gyűjtött adatok rögzítésére, feldolgozására nyílik meg a lehetőség. Meghatározhatók az adatok közötti korrelációk, melyek alapján következtetéseket tudunk levonni a termék, anyagmozgató berendezés, vagy akár a technológiai berendezés meghibásodására, valamint a termelési rendszer működésének racionalizálása hatékonyabbá tehető. Annak érdekében, hogy az említett hatékonyságnövekedés elérhető legyen, fel kell tárni a rögzítendő adatok típusát, meg kell határozni az adatrögzítés technológiai követelményeit, valamint ki kell dolgozni a kiértékelés és beavatkozás módszereit, eljárásait. A dolgozat bemutatja az ipari forradalmak kialakulásának jellemzőit, kitér a negyedik ipari forradalom fontosabb eszközeire. Ezt követően bemutatásra kerülnek a gyártási folyamatok minőségbiztosításának jelenleg alkalmazott módszerei, eljárásai. A negyedik ipari forradalom eszközeinek felhasználásával lehetővé válik a gyártórendszerek meghatározó területeinek minőségközpontú fejlesztése, mely lehetőségeinek feltárása szintén a dolgozat tárgyát képezi.

Ipari forradalmak kialakulása

Az ipari forradalmak alapvetően társadalmi, gazdasági és technológiai változásokhoz köthetőek, hiszen az egyes technológiák feltalálásának, elterjedésének alapfeltétele a megfelelő gazdasági és társadalmi környezet rendelkezésre állása. Az 1. ipari forradalom kezdetét pl. a modern gőzgép feltalálásától datáljuk, míg a 2. ipari forradalom legnagyobb újdonsága az elektromosság feltalálása volt. Napjainkban az információs technológia és az automatizálás közötti kohézió növekedésének eredményeként kialakultak a kiber-fizikai rendszerek, mely egy új korszak kezdetét, vagyis a 4. ipari forradalmat hozta el [5, 6]. Az 1. táblázat az ipari forradalmak fontosabb jellemzőit mutatja be.

1. táblázat [5]

<p><i>1. ipari forradalom</i> Kezdet: 18. század hatvanas éveitől Fontosabb vívmányok: - széntüzelésű gőzgép, - textilüzemek gépesítése, - gőzhajtású hajók, gőzvasút, stb.</p>	<p><i>2. ipari forradalom</i> Kezdet: 19. század 70-es éveitől Fontosabb vívmányok: - elektromosság, - olajipar, - acélipar, - gépgyártás (esztergagép, fűrógép, marógép, stb.), - belső égésű motorok feltalálása, - szolgáltatóipar megjelenése, - tömegtermelés.</p>
<p><i>3. ipari forradalom</i> Kezdet: 20. század 30-as éveitől Fontosabb vívmányok: - atomenergia, - új technológiák, - CAD/CAM rendszerek, - CIM rendszerek, - folyamatok, hálózatok, zártkörű anyagáramlások.</p>	<p><i>4. ipari forradalom</i> Kezdet: napjainktól Fontosabb vívmányok: - dolgok internete (IoT- Internet of Things), - kiberfizikai rendszerek, - ipar 4.0, - logisztika 4.0, - gyártás 4.0, - lean 4.0., - kórházi logisztika 4.0., ..., stb.</p>

A 4. ipari forradalom fontosabb eszközeinek bemutatása

A negyedik ipari forradalomhoz számos eszköz megjelenése köthető, melyek alkalmazásával újfajta lehetőségek nyílnak meg a termelő és a szolgáltató vállalatok számára [4, 2]. A fejezet ezen eszközök értelmezését mutatja be.

Negyedik ipari forradalom fontosabb eszközei:

- *Internet of Things (IoT):* Az „Internet of Things” kifejezést Kevin Ashton használta először 1999-ben [7]. Számos magyar nyelvű megfelelője létezik, de talán a „dolgok internete” kifejezés az, ami a legjobban kifejezi az elgondolás lényegét. Az IoT lehetővé teszi különféle eszközök (autó, kandalló, biztonsági rendszer, alkatrészek, anyagmozgató berendezések, stb.) interneten/valamilyen hálózaton keresztül való elérését, illetve bizonyos esetekben az eszközök közötti kommunikáció biztosítását is. Az elmúlt évtizedekben az interneten elérhető adatok többségét az emberek rögzítették, ez meglehetősen lehatárolta a rendelkezésre álló adattípusokat és azok mennyiségét. Annak érdekében, hogy az emberiség az általa működtetett rendszerek hatékonyságát tovább tudja fokozni elengedhetetlen a felhasznált „dolgok”-ról való adatgyűjtés, illetve a kapott adatok alapján a rendszer működésébe való beavatkozás.
- *Kiberfizikai rendszerek [8]:* Az informatika és az automatizálás fejlődése, valamint a közöttük lévő kohézió növekedése lehetővé tette a kiberfizikai rendszerek alkalmazását (vezérléssel és hálózati kapcsolattal rendelkező elektronikai eszközöket nevezük kiberfizikai rendszernek). A kiberfizikai rendszerek képesek

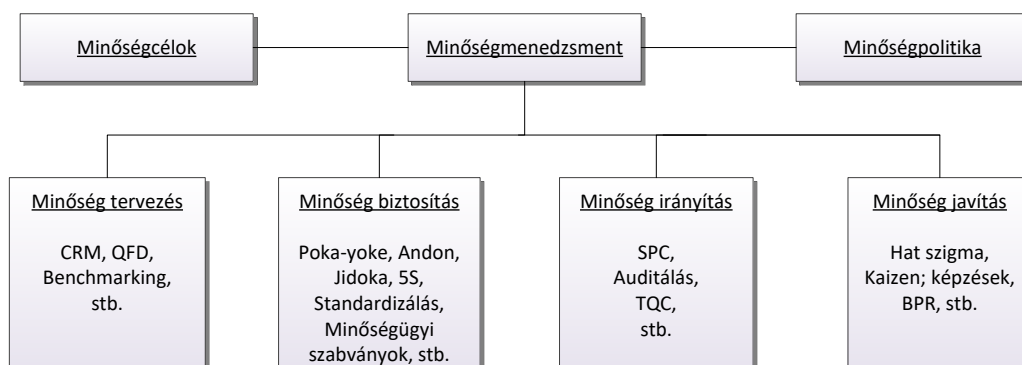
környezetükből szenzorok segítségével adatokat gyűjteni, valamint a helyzetük elemzését követően cselekednek. A kiberfizikai rendszerek hálózatba kapcsoltak, jelentős részük egymással is összekötött, ezért alkalmazható a rajintelligencia (a közös stratégia alkalmazása a működésben), amely még hatékonyabb működést eredményez.

- *Big Data koncepció [4]:* A világban keletkező adatmennyiség megközelítőleg kétevente megduplázódik, melynek hatására hatalmas mennyiségű adatok keletkeznek az élet különböző területén (csillagászat, logisztika, kereskedelem, tőzsde, ..., stb.). A nagy mennyiségű adatokból az adatok közötti korrelációk feltárásával hasznos következtetéseket, új szolgáltatásokat hozhatunk létre. Ilyen szolgáltatás lehet például a repülőjegyek árának előrejelzésére szolgáló szoftver, mely a korábbi időszaki jegyvásárlások alapján határozza meg a megfelelő vásárlási időpontot anélkül, hogy ismernénk a mögöttes számítási metódust. A big data lényege az előrejelzés, tehát „nagy mennyiségű” adatok matematikai módszerekkel, eljárásokkal való kezelése valószínűségek meghatározásához. A big data koncepció egyesek szerint jelentős mértékben meg fogja változtatni a jövőt, hiszen a nagymennyiségű adatokra támaszkodva nagy valószínűséggel tudunk majd megfelelő döntéseket hozni, akár az ok-okozati összefüggések ismerete nélkül.

A fentiekben ismertetett kifejezések egymással szoros kapcsolatban vannak. Tehát az IoT nélkül nem beszélhetünk kiberfizikai rendszerekről és big data-ról sem.

Gyártási folyamatok minőségbiztosításának jelenleg alkalmazott módszerei

A gyártási folyamatok minőségközpontú irányítása és vezetése céljából a legtöbb vállalat létrehoz egy menedzsmentrendszert, mely a minőségpolitikából levezetett célokat megvalósítja. A minőség célok megvalósítására a minőség tervezésével, minőségbiztosítással, minőségirányítással és minőségjavítással kerül sor [9]. Nevezett területekhez számos eszköz és módszer alkalmazása köthető, melyeket a teljesség igénye nélkül az 2. ábrán ismertetünk.



2. ábra: A gyártó rendszerek vonatkozásában alkalmazott minőségügyi eszközök és módszerek csoportosítása [9]

Minőségtervezés [9]: A minőségi célokat definiáló tevékenységek és intézkedések, valamint ezekből levezetve a végrehajtási folyamatok és az ehhez szükséges források felhasználásának tervezése.

- CRM: A CRM (Customer Relationship Management) a vevői kapcsolatok kezelésének átfogó módszertana, amelyet egyre inkább nagy-adatelemzésre épülő célszoftverek támogatásával valósítanak meg. Segítségével többek között hatékonyan lehet feltárni az ügyfelek által az egyes termékekkel és szolgáltatásokkal szemben támasztott minőségi elvárásokat.
- QFD: A QFD (Quality Function Deployment) egy ismert módszer a vevők elvárásainak célzott átalakítására, amelynek végeredményeként az elvárásokat konkrét műszaki paraméterekként, illetve teljesítmény mutatókként lehet integrálni a tervezési folyamatba.

Benchmarking: A Benchmarking célja a legjobb gyakorlatok szisztematikus felderítése és implementálása. Ez történhet egy adott szervezetre vagy egy egész ágazatra kiterjesztett módon (belső és verseny benchmarking), illetve túllépve ezeken a kereteken bizonyos funkciókra vagy egy egész problémakörre fókuszált formában (funkcióra vonatkoztatott benchmarking és generáló benchmarking).

Minőségbiztosítás [9]: A bizalom növelésére irányuló tevékenységek és intézkedések, hogy a minőségi követelményeket teljesítsék.

- *Poka-yoke* [12]: A Poka-yoke alatt azokat a jellemzően egyszerű műszaki megoldásokon alapuló és önellenőrzésre épülő rendszereket értjük, amelyeknek a gyártási folyamatokba történő integrálásával kizárható az emberi gondatlanságból fakadó hibák előfordulásának lehetősége.
- *Andon* [12]: Az Andon fogalma elsősorban azokat a vizuális jelző berendezéseket (lámpákat, képernyőket, stb.) takarja, amelyek jelzik, ha valamilyen probléma lép fel egy gyártási folyamattal kapcsolatban (ezzel párhuzamosan a folyamat a probléma megoldásáig leáll).
- *Jidoka* [12]: A Jidoka egy olyan automatizálási filozófiát takar, mely különválasztja az emberi és a gépi munkavégzést a hatékonyságnövelés érdekében. Továbbá a jidoka segítségével a technológiai berendezések hiba észlelése esetén automatikusan leállnak.
- *5S*: Az 5S egy alapvető munkahely szervezési módszer, amely nevét az általa alkalmazott öt alapelvről (Seiri - rendteremtés, Seiton - minden tárgyat jó helyen tárolni, Seiso - tisztaság, Seiketsu - személyes rendérzék, Shitsuke - fegyelem, önfegyelem) kapta.
- *Standardizálás*: A folyamatok és munkamódszerek szabványosítása az adott vállalaton belül.
- *Minőségügyi szabványok*: A minőségbiztosítás területén legelterjedtebben használt általános szabványt az ISO 9000-es sorozat, azon belül pedig legelső sorban a 9001-es szabvány ide vonatkozó részei képezik.

Minőség irányítás [9]: A minőségi követelmények teljesítését célzó tevékenységek és intézkedések.

- *SPC*: Az SPC (Statistical Process Control - Statisztikai folyamatszabályozás) az egyik legalapvetőbb minőségirányítási eszköz, amely lehetővé teszi, hogy mintavételes ellenőrzésre támaszkodva valósulhasson meg az ipari folyamatok minőségi szempontból vett teljesítőképességének pontos nyomon követése, egyúttal a szükséges beavatkozások megfelelő időben történő végrehajtása.

- *Auditálás:* A minőségügyi auditok egyik fő célja, hogy igazolják a szervezetnél alkalmazott folyamatok megfelelését a minőségügyi szabványoknak, továbbá a szervezet minőségügyi rendszere által előírt követelményeknek, ezáltal tehát alapvető eszközei is egyben a minőség irányítás megvalósításának.
- *TQC:* A TQC (Total Quality Control) koncepciójának lényege, hogy minőség irányítás feladatkörét kiterjeszti a teljes vállalatra, illetve a teljes termék életciklusra. Ezt alapvetően a szervezet összes részlegének bevonásával valósítja meg, ezáltal túllépve a szigorúan vett gyártási tevékenységek keretein.

Minőség javítás [9]: Tevékenységek és intézkedések, amelyek a minőségi követelmények teljesítőképességének növelésére irányulnak.

- *Hat szigma:* A Hat szigma több szempontból az SPC-re épülő minőségfejlesztési módszertan, amelynek középpontjában a termelési folyamatoknak az előforduló hibák minimalizálása, illetve az ingadozás csökkentése általi továbbfejlesztése áll (DMAIC módszer).
- *Kaizen:* Apró fejlesztési lépcsőkből álló végtelen folyamat, mely során a dolgozók kreativitását használjuk ki a folyamatok fejlesztésénél.
- *Képzések* [10]: Az alkalmazottak képzése meghatározó szerepet játszik az olyan módszertanok, mint a Hat szigma vagy a Kaizen hatékony implementációjában, illetve általában véve szinte az összes minőségügyi eszköz sikeres alkalmazásában.
- *BPR:* A BPR (Business Process Reengineering - A folyamatok újjáalakításának módszere) a hangsúlyt az alapjaiban rosszul működő folyamatok radikális újjászervezésére helyezi.

Gyártási folyamatok minőségbiztosításának kihívásai a 4. ipari forradalomban

A negyedik ipari forradalom jelenleg alkalmazott eszközeinek, módszereinek felhasználásával lehetővé válik az eddig nem ismert adatok gyűjtése, melyek következtében a gyártási folyamatok minőségbiztosítása területén új lehetőségek jelennek meg. Ezen lehetőségek természetesen tovább fognak bővülni az új technológiák és módszerek kifejlesztésével. Idővel képessé válunk majd az anyagmozgató gépek, technológiai berendezések, termékek hibáinak megbízható előrejelzésére, így elkerülhetjük azokat. A kiberfizikai rendszerek, a big data, valamint a mesterséges intelligencia felhasználásával a rugalmas gyártórendszerek működtetésének hatékonysága folyamatosan növekszik majd:

- az anyagmozgatói útvonalak minimalizálása,
- a meghibásodások valószínűségének csökkentése,
- optimális termelési tervek kialakítása,
- a gyártórendszer objektumai (anyagmozgató gépek, technológiai berendezések, termékek, dolgozók, stb.) közötti kommunikáció biztosítása következtében.

Legfontosabb kérdés, hogy hol, hogyan, milyen adatokat gyűjtsünk, és hogyan használjuk fel ezeket az adatokat. Tulajdonképpen a gyártás során alkalmazott objektumok és a gyártás környezete az ahol a szükséges információk rendelkezésre állnak. A következőkben a fontosabb gyűjtendő adatokat és azok lehetséges felhasználási lehetőségeit ismertetjük.

- *Anyagmozgató gépek* [3]: Az anyagmozgató gépek működtetésének célja az, hogy maximális rendelkezésre állással, minimális anyagmozgatói úthosszal/idővel

megvalósítsa a szállítási feladatokat. Ehhez a következő új információk gyűjtése nyújthat segítséget:

- út hőmérséklete (befolyásolja a járattervezést),
 - környezeti hőmérséklet, páratartalom (befolyásolja a járattervezést),
 - anyagmozgató berendezésre és a szállított termékre ható erők (befolyásolja a járattervezést),
 - kerekek légnyomása (befolyásolja a járattervezést),
 - alkatrészek élettartama (befolyásolja a karbantartás tervezést),
 - rezgés frekvenciájának figyelése meghatározott alkatrészeknél (befolyásolja a karbantartás tervezést).
 - nedvesség figyelése meghatározott alkatrészeknél (befolyásolja a karbantartás tervezést).
- Technológiai berendezések: A technológiai berendezések használata során a legfontosabb célkitűzés az anyagmozgató berendezésekhez hasonlóan a maximális rendelkezésre állás biztosítása, valamint a technológiai műveletek megfelelő színvonalú végrehajtása. Ehhez a következő új információk gyűjtése nyújthat segítséget:
 - működtetéshez szükséges levegőnyomás, áramfelvétel (befolyásolhatja a berendezés ideális működését),
 - környezeti hőmérséklet, páratartalom (befolyásolhatja a berendezés ideális működését),
 - termékre ható erők (befolyásolhatja a termékminőséget),
 - megmunkáló szerszámra ható erők [11] (befolyásolja a karbantartás tervezést)
 - technológiai berendezés alkatrészeinek élettartama (befolyásolja a karbantartás tervezést),
 - rezgés frekvenciájának meghatározott alkatrészeknél (befolyásolja a karbantartás tervezést).
 - nedvesség figyelése meghatározott alkatrészeknél (befolyásolja a karbantartás tervezést).
- Humán erőforrás: Az emberi erőforrás alkalmazása során a fontos célkitűzés a maximális rendelkezésre állás biztosítása, valamint a standardoknak megfelelő munkavégzés ellátása. Ehhez a következő új információk gyűjtése nyújthat segítséget:
 - környezeti hőmérséklet, páratartalom, fényerősség (befolyásolja a munkavégzés hatékonyságát),
 - mozgás sebessége, gyorsulása, pulzusszáma (befolyásolja a munkavégzés hatékonyságát),
 - végzett tevékenységhez tartozó adatok (ellenőrizhetővé válik a standardok betartása).

Az eddig nem ismert adatok gyűjtése új adatgyűjtő eszközök és online adattovábbító eszközök bevezetését teszi szükségessé. Ezen eszközök az alapanyagra vagy annak közvetlen hordozójára kell, hogy legyenek rögzítve.

Az adatgyűjtő eszközökkel szemben támasztott elvárások [3]:

- A rögzítés módja nem befolyásolhatja az alapanyag minőségét.
- Sérülésnek való ellenállás.
- Újrahasznosíthatóság.

- Folyamatos adattovábbításra való alkalmasság.
- Nagy távolságú adattovábbítási lehetőség biztosítása.
- Beépített töltéshordozóval való rendelkezés.

Összefoglalás

A dolgozat egy áttekintő képet adott a negyedik ipari forradalom kialakulásáról, fontosabb eszközeiről, valamint kihívásairól a minőségbiztosítás területén. Megállapítható, hogy az új – eddig nem gyűjtött – adatok előállításával, valamint a big data koncepció alkalmazásával jelentős mértékben csökkenhet a gyártórendszerek működésének meghibásodása, illetve javulhat a termékminőség. Ezen a területen fontos kutatási feladat a gyártórendszerek hatékonyabb működését szolgáló adatok körének meghatározása, továbbá az adatgyűjtésre szolgáló technológiák kifejlesztése, valamint a kapott adatok vizsgálatára szolgáló alkalmazások fejlesztése, illetve a meghatározott következtetések adaptációja a kiterjedt rendszer működésébe. A dolgozatban ehhez kapcsolódóan feltártuk a fontosabb gyűjtendő adatok típusait, valamint azok lehetséges alkalmazási lehetőségeit is.

Köszönetnyilvánítás

“The described article was carried out as part of the EFOP-3.6.1-16-00011 “Younger and Renewing University – Innovative Knowledge City – institutional development of the University of Miskolc aiming at intelligent specialisation” project implemented in the framework of the Szechenyi 2020 program. The realization of this project is supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund.”

Irodalomjegyzék

- [25] P. Tamás: Application of value stream mapping at flexible manufacturing systems Key Engineering Materials 686 pp 168-173 doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.686.168
- [26] Á. Gubán, R. Kása: Conceptualization of fluid flows of logistificated processes, Advanced logistic systems 7 pp 27-24
- [27] J. Cselényi, B. Illés: Planning and controlling of material flow systems. Textbook, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2006.
- [28] V. Mayer, S. Kenneth Cukier: Big Data, A revolution that will transform how we live, work, and think, ISBN 978-0-544-00269-2
- [29] 33. Dortmunder Gespräche, Zukunftskongress Logistik, Conference presentations, 2015. Dortmund, szeptember, 8-9.
- [30] Industry 4.0 – Challenges and solutions for the digital transformation and use of technologies, Deloitte, <http://www2.deloitte.com/> (2014)
- [31] K. Ashton: That 'Internet of Things' Thing, in the real world things matter more than ideas. RFID Journal. June 22, 2009.
- [32] B. Illés, A. Trohák, Z. Bíró: Can message filter algorithms for remote diagnostics of vehicles, APPLIED MECHANICS AND MATERIALS 309: pp. 213-220. (2013)

- [33] B. Illés, E. Glistau, N. I. C, Machado: Logistik und Qualitätsmanagement, Miskolc, ISBN 978-963- 87738-1- 4 (2007)
- [34] A.P. Markopoulos, A. Fragkou, P. D. Kasidiaris, J.P. Davim: “Gamification in Engineering Education and Professional Training”, International Journal of Mechanical Engineering Education, Vol. 43(2), pp. 118-131, 2015. DOI: 10.1177/0306419015591324
- [35] Kundrák, G. Szabó, A.P. Markopoulos: “Numerical investigation of the influence of tool rake angle on residual stresses in precision hard turning”, Key Engineering Materials, Vol. 686, 68-73, 2016. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.686.68
- [36] J. P. Womack, D. T. Jones: Lean thinking, Simon & Schuster Inc., 2008.

Kovács György, PhD

A LEAN TERMELÉSI KONCEPCIÓ ELMÉLETE ÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

Absztrakt

A globalizáció, a gyorsan változó piaci környezet, az egyre gyorsabban változó vevői igények és az egyre rövidebb életciklusú, de egyre komplexebb termékek előállítása új és egyre rugalmasabb gyártási technológiákat és logisztikai folyamatokat igényel, értékesítésük pedig új üzleti folyamatok alkalmazását teszi szükségessé.

A publikáció célja a Lean termelési filozófia alapelveinek, jellemzőinek, valamint eszközeinek az ismertetése. A cikk gyakorlatorientált szemléletű, mivel nem csak a Lean filozófia elméleti alapjait mutatja be, hanem – egy konkrét gyakorlati példán keresztül – azt is, hogy a Lean technikák [4 módszer: 1.) Ütemidő elemzés – Takt-time analysis, 2.) Sorkiegyenlítés – Line balance, 3.) Egydarabos áramlás – One-piece flow, 4.) Cellarendszerű gyártás – Cellular design] alkalmazásával milyen jelentős eredmények érhetők el a gyakorlatban a költségcsökkentésre és a hatékonyságjavításra vonatkozóan.

Kulcsszavak: Lean termelési filozófia, ütemidő elemzés, sorkiegyenlítés, cellarendszerű gyártás, egydarabos áramlás

Abstract

In a competitive market the manufacturing companies have to produce cost effective products which can be realized by minimized production cost and higher effectiveness. The application of Lean manufacturing philosophy in order to optimize costs and quality is gaining a competitive advantage. There are lots of Lean tools which can result the improvement of the production line performance.

The article is original and unique, because beside the description of theoretical background relating to the process improvement, a practical method is also introduced in a case study.

The described case study shows how can be improved the efficiency and reduced manufacturing cost of a real manufacturing system by application of several Lean tools which are One-piece flow, Takt–time analysis, Line balance and Cellular design.

Bevezetés

A globalizáció, a gyorsan változó gazdasági környezet, a növekvő piaci verseny, az egyre nagyobb méretű ellátási láncok és a gyorsan változó vevői igények következtében a termelő- és a szolgáltató vállalatok egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek hatékonyságuk növelésére, költségeik csökkentésére, és tevékenységeik optimalizálására versenyképességük megőrzése és növelése érdekében.

A fenti változásoknak köszönhetően új gyártási filozófiák, technológiák alkalmazása válik szükségessé (Avornicului, 2012, 2013). A hagyományos tömegtermelést, a „Nyomó” („Push” – „készletre gyártás”) elvű termelési filozófiát felváltja a „Húzó” („Pull” – „vevői rendelésre gyártás”) elvű termelési filozófia. A „Push” filozófia esetén prognosztizált adatok (nem valós vevői igények) alapján történik a gyártás tervezése, így a gyártás eredményeként nagy, és sokszor eladhatatlan készletek, veszteségek keletkeznek. Ezzel szemben a „Pull elvű” gyártás előnye, hogy a termelés csak akkor kezdődik el, amikor a konkrét vevői igények (részletes késztermék-specifikációval) megjelennek, így ez a termelési koncepció sokkal hatékonyabb és gazdaságosabb (Gubán, 2014). A „Húzó elv” filozófia előnyeit kiválóan érvényesítő Lean termelési filozófia egyre szélesebb körben terjed számos szektorban.

A Lean filozófia alkalmazásának célja a veszteségek csökkentése, vagyis a nem értékteremtő folyamatok kiküszöbölése, így az értékteremtő tevékenységek részarányának növelése, továbbá a folyamatok állandó javítása és optimalizálása (Fawaz és Jayant, 2007; Fullerton és társai., 2003).

Ez a tanulmány egyedi és újszerű, mivel nem csak a Lean termelési filozófia főbb jellemzőit és eszközeit mutatja be, hanem – egy konkrét gyakorlati példán keresztül – azt is, hogy a Lean technikák [1.) Ütemidő elemzés, 2.) Sorkiegyenlítés, 3.) Egydarabos áramlás, 4.) Cellarendszerű gyártás] alkalmazásával milyen jelentős eredmények érhetők el a gyakorlatban a költségcsökkentésre és a hatékonyságjavításra vonatkozóan. Ez az oka annak, hogy a vállalatok részéről egyre nagyobb az igény a Lean technikák és módszerek gyakorlati alkalmazása iránt, hiszen a Lean termelési filozófia alkalmazása egy kiváló eszköz ahhoz, hogy a vállalatok javítani tudják piaci pozíciójukat.

Lean termelési filozófia

A Lean manapság az egyik legelterjedtebb termelési filozófia nemcsak a termelő (pl. az autóiparban, az elektronikai iparban), hanem a szolgáltató (hivatalokban, egészségügyben) szektorban is (Kása és Gubán, 2013; Kása és társai, 2014; Tamás, 2016, 2017).

A Lean filozófia alkalmazásának célja a veszteségek csökkentése, vagyis a nem értékteremtő folyamatok kiküszöbölése, így az értékteremtő tevékenységek részarányának növelése, továbbá a folyamatok állandó javítása és optimalizálása (Fawaz és Jayant, 2007; Fullerton és társai., 2003; Tamás és Illés, 2016; Kása és társai, 2016).

A Lean filozófia azonban nem csupán egy termelési rendszer, hanem a vállalati kultúra alapját is képezi, mely egy hosszú távú elkötelezettség a vállalat vezetősége és valamennyi dolgozója részéről.

Értékteremtés – veszteségek

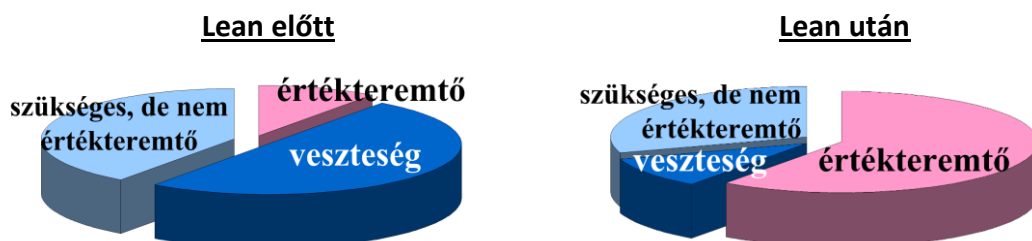
A Lean termelési rendszer alkalmazásának fő célja a minőség javítása, a veszteségek csökkentése, és a költségek optimalizálása a termelési folyamatokban a versenyképesség javítása érdekében.

A koncepció fókuszában az értékteremtő tevékenységek részarányának növelése, illetve a tevékenységek költségeinek csökkentése áll a nem értékteremtő tevékenységek kiküszöbölése révén (Womack és Jones, 1996; Holweg, 2007).

Értékteremtés szempontjából a tevékenységek az alábbi három kategóriába sorolhatók (1. ábra):

- **értékteremtő tevékenységek**, amelyek értéket képviselnek a vevő számára, és ezért hajlandó is fizetni (pl. megmunkálás, összeszerelés, stb.),
- **szükséges, bár értéket nem teremtő tevékenységek** (pl. szerszámcsere, szükséges anyagmozgatás, stb.),
- **vesztéséget termelő tevékenység** (pl. túltermelés, fölösleges készletek fenntartása, stb.) (Liker és Lamb, 2000; Kovács, 2014).

A Lean folyamatfejlesztés célja a veszteségek csökkentése vagy teljes kiküszöbölése, valamint a szükséges, de nem értékteremtő folyamatok idejének csökkentése. Ezáltal az értékteremtő és a nem értékteremtő folyamatok részaránya javul (1. ábra).



1. ábra A Lean folyamatfejlesztés eredménye

A veszteségeknek három fő kategóriája van: 1.) Muda – a szó szerinti veszteség (minden olyan műveletet magában foglal, amely konkrét veszteséget termel, ennek 7 fő típusa van (2. ábra)), 2.) Muri – túlterhelés, 3.) Mura – egyenetlenség (McLachlin, 1997; Holweg, 2007).

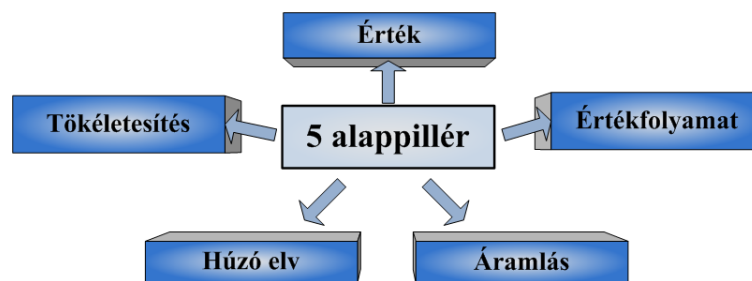


2. ábra 7 fő veszteség (Ohno, 1988)

A lean filozófia alappillérei és eszközei

A Lean Termelési Rendszer alapgondolatait James P. Womack és Daniel T. Jones (1996) írták le, akik a Lean filozófia öt alappilléret a következőkben fogalmazták meg:

- Meg kell határozni azokat az értékeket, melyek értéket képviselnek a vevő számára – *Érték*.
- Definiálni kell a folyamat lépéseit – *Értékfolyamat*.
- Ki kell alakítani a teljes folyamatot, ami a termék előállításához szükséges, (lehetőleg) csak értékteremtő tevékenységek használatával - *Áramlás*.
- Húzó elv alkalmazása minden lépésnél, ahol a folyamatos gyártás megvalósítható - *Húzó elv*.
- Folyamatos tökéletesítés a vevői igények változásainak figyelembe vételével - *Tökéletesítés*.



3. ábra A Lean filozófia öt alappillére

Ennek az öt lépésnek (3. ábra) a célja, hogy végül a vállalat kiváló minőségben, alacsony áron, költséghatékonyan, rövid átfutási idővel, magas szintű biztonsággal és kiváló szervezeti kultúrában gyártson.

A gyakorlatban számos Lean eszközt és módszert használnak a veszteségek feltárására és a folyamatok fejlesztésére, melyek például a következők (Womack és társai, 1990; Kovács, 2012): Értékáram Térkép - Value Stream Map; JIT, One-piece flow; Takt-time analízis; Heijunka; Single Minute Exchange of Dies (SMED); Jidoka; Húzó rendszer; Kanban; Kaizen; Szabványosított folyamatok; 5S; Hatékony karbantartás - TPM; 6 σ ; Cellarendszerű gyártás (Cellular Production, U-shaped cells); Nulla hibával történő gyártás - ZD, Vizuális menedzsment, Folyamatszabályozás (SPC); Poke-yoke; stb.

A Lean termelési rendszerben rejülő előnyök a következők (Kovács, 2012): az erőforrások (termelő berendezések, humán) általános kihasználásának javulása, a termelékenység nő, rövid átfutási idők, a fenntartott készletek mennyisége és költsége minimálisan tartható, a folyamatok időbeli kiegyensúlyozottsága, szűk keresztmetszetek feloldása, a vevői ütem szerinti gyártás, a folyamatos fejlesztés/fejlődés iránti elkötelezettség, azonnali problémafeltárás és megoldás, a gép átállási idők csökkenthetők, gyártófelület szabadítható fel az értékteremtő tevékenységek végzésére, a selejtes darabok száma csökken, a termelési folyamatokban a termékek várakozási ideje csökken, a felesleges anyagmozgatás megszűnése, rendezettebb, hatékonyabb munkakörnyezet kialakítása, a termékminőség javul, javuló kommunikáció, munkahelyi légkör.

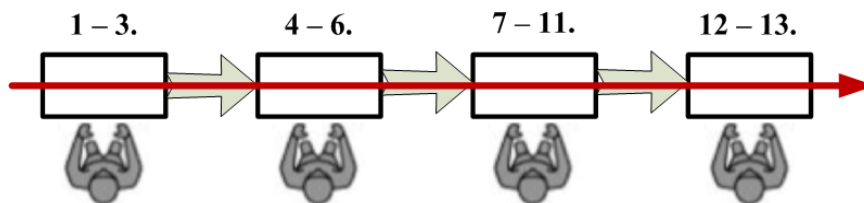
Lean hatékonyságjavító módszerek a gyakorlatban – esettanulmány

A Lean technikákkal jelentős eredmények érhetőek el a gyakorlatban költségcsökkentésre és hatékonyságjavításra, ezért is alkalmazásuk iránt jelentős az igény. Ez annak is köszönhető, hogy könnyen alkalmazható módszerei vannak, ellentétben a komoly szakmai tudást igénylő optimálással.

Az alábbiakban – területi okokból csak röviden – egy gyakorlati példát mutatok be annak bizonyítására, hogy milyen látványos hatékonyságjavulás érhető el a Lean módszerek alkalmazásával.

FELADAT: egy szerelősor hatékonyságjavítása Lean módszerekkel.

Az átalakítás előtti szerelősor egy részét a 4. ábra mutatja. A szerelési folyamat 13 szerelési műveletből áll, mely 4 munkaállomáshoz van rendelve, minden munkaállomáson egy operátor dolgozik. Az egyes munkaállomásokon végzett szerelési műveletek ciklusidejeit az 1. táblázat mutatja.



4. ábra Lineáris szerelősor

	1. Munkaállomás			2. Munkaállomás			3. Munkaállomás					4. Munkaállomás	
Szerelési műveletek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Műveletek ciklusidejei [sec]	8,6	10,1	3,2	4,7	8,1	5,6	6,5	5,4	7,5	4,6	3,2	5	5,7
Munkaállomások ciklusidejei [sec]	21,9			18,4			27,2					10,7	
A teljes megmunkálási folyamat időszükséglete													
78,2 sec													

1. táblázat: A vizsgált szerelősor adatai

CÉL: a layout újratervezése, a lineáris szerelősorok helyett U-alakú cellák kialakítása, mely egy FLP (Facility Layout Problem) probléma. A tervezés során használt Lean eszközök az 1.) ütemidő elemzés (Takt-time analysis), 2.) a sor kiegyenlítés (Line balance), 3.) az egydarabos áramlás (One-piece flow) és 4.) a cellarendszer gyártás (Cellular design) volt.

A folyamatfejlesztés céljai a következők voltak:

- az átfutási idők csökkentése, a gyártási kapacitás növelése,
- az egyes szerelő munkaállomások tevékenysége idejének kiegyenlítése,
- a munkaállomások és a dolgozók számának csökkentése,

- a tökéletes egydarabos termékáramlás megvalósítása a szerelési folyamatban,
- az alapanyagok, az alkatrészek és a dolgozók mozgási útjainak csökkentése,
- a műveletközi készletek nagyságának csökkentése,
- biztonságos és ergonomikus munkaállomások kialakítása.

Ütemidő elemzés (Takt-Time Analysis) módszere

A gyártás ütemét a vevői igény határozza meg. A vevő által igényelt késztermék darabszámának ismeretében meg lehet határozni, hogy egy darab termék legyártására maximum mennyi idő áll rendelkezésre (ezt nevezzük ütemidőnek).

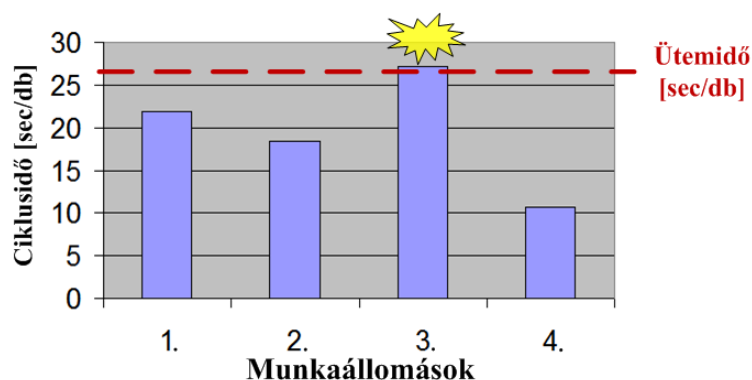
Az ütemidő a következőképpen számítható:

$$T_{\text{ütem}} = \frac{T_{\text{gy}}}{Q} \left[\frac{\text{sec}}{\text{db}} \right], \quad (1)$$

ahol: T_{gy} - a gyártásra rendelkezésre álló idő [sec],
 Q - a vevő által igényelt késztermék darabszám [db].

A bemutatott példa esetén az ütemidő 27 sec/db.

Az ütemidő elemzés (5. ábra) célja, hogy a számított ütemidő, valamint az egyes szerelési tevékenységek ciklusidejének ismeretében meghatározhatók azon szűk keresztmetszetek (az 5. ábra 3. munkaállomása), melyek hosszabb időt vesznek igénybe, mint a rendelkezésre álló ütemidő. Azonban azt is kell látnunk, hogy az ütemidőnél kevesebb időigényű folyamatok (az 1., a 2. és a 4. munkaállomások) szintén veszteséget eredményeznek a szerelési folyamatban, mivel ezen folyamatoknál az erőforrások (eszköz és ember) kihasználatlanok. Az 5. ábra az egyes munkaállomások megmunkálási ciklusidejét, valamint az ütemidőt mutatja.



5. ábra Az egyes munkafolyamatok kiegyenlítetttsége

A sorkiegyenlítés (Line balance) és a szükséges operátorok számának meghatározási módszere

A kiegyenlítés során mindig arra kell törekedni, hogy a dolgozókat és a munkafolyamatokat annyira kell terhelni, hogy a munkamennyiség elvégzéséhez szükséges teljes idő éppen az ütemidő alatt maradjon, így a vevői igények teljesíthetők legyenek. A következő feladat a

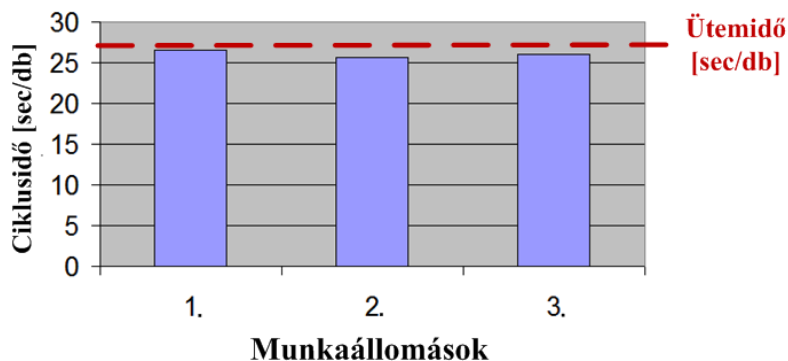
munkafolyamatok olyan módon való csoportosítása és kiegyenlítése, hogy azok végrehajtása a rendelkezésre álló erőforrások maximális kihasználása mellett a vevői ütemidő alatt valósuljon meg (6. ábra).

A szükséges munkaállomások ($N_{má}$) és operátorok (N_{op}) számának meghatározása a következőképpen lehetséges:

$$N_{má,op} = \frac{T_{teljes}}{T_{ütem}} \quad [\text{db}], \quad (2)$$

ahol: T_{teljes} - a teljes megmunkálási folyamat összes időszükséglete [sec],
 $T_{ütem}$ - az ütemidő [sec/db].

A számítás eredményeként az esettanulmányban a szükséges munkaállomás és operátorszám 3.



6. ábra Kiegyenlített munkafolyamatok

A 2. táblázat a kiegyenlített szerelősor 3 munkaállomásának szerelési műveleteit mutatja.

Szerelési műveletek	1. Munkaállomás				2. Munkaállomás				3. Munkaállomás				
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Műveletek ciklusidejei [sec]	8,6	10,1	3,2	4,7	8,1	5,6	6,5	5,4	7,5	4,6	3,2	5	5,7
Munkaállomások ciklusidejei [sec]	26,6				25,6				26				
A teljes megmunkálási folyamat időszükséglete	78,2 sec												

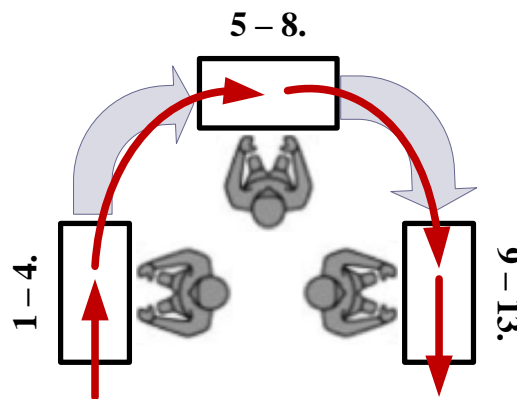
2. táblázat A kiegyenlített szerelősor adatai

Az egydarabos áramlás megvalósításának (One-piece flow) módszere

Az egydarabos áramlás bevezetésének előfeltétele a műveletek kiegyenlítése. Az egydarabos termékáramlás megvalósulásával az átfutási idő csökken, növekszik a termelési rendszer hatékonysága és rugalmassága, a műveletközi készletek megszűnnek, az esetleges hibák azonnal láthatóvá válnak.

A cellarendszerű gyártás kialakításának (Cellular design) módszere

Az új U-cella kialakítását mutatja a 7. ábra. A 13 szerelési műveletet a 2. táblázat adatai alapján 3 munkaállomáshoz lehet rendelni, így kiegyensúlyozva az egyes munkaállomások idejét, és az ott dolgozó operátorok kapacitását.



7. ábra U-alakú cellakialakítás

A lineáris gyártósor helyett U-alakú cella kialakítása számos előnnyel jár (Massoud, 1999, Miltenburg, 2001; Miltenburg, 2001). Talán a legszembetűnőbb a kevesebb munkaállomással és kevesebb dolgozóval megvalósítható ugyanazon munkamennyiség, mely a dolgozói és eszköz erőforrások maximális kihasználásával érhető el. Gyorsabb és folyamatosabb anyagáramlás valósítható meg kisebb műveletközi készletek mellett, mely a termelés hatékonyságát eredményezi. A kevesebb munkaállomásnak köszönhetően a gyártóterületen akár jelentős terület szabadítható fel, mely további értékteremtő tevékenységek elvégzésére rendelkezésre bocsátható.

Az itt röviden bemutatott gyakorlati példa is bizonyította, hogy a Lean termelési filozófia módszerei és eszközei igen eredményesek a folyamatok hatékonyságának javításában.

ÖSSZEFOGLALÁS

A publikáció bemutatja a Lean termelési filozófia jellemzőit, előnyeit, a fő veszteségek típusait, a veszteségek csökkentésének lehetséges módszereit és eszközeit, melyekkel az azt alkalmazó vállalatok javítani tudják piaci pozíciójukat. A Lean termelési rendszer használatának fő célja a minőség javítása, a veszteségek csökkentése a termelési folyamatokban, és a költségek optimalizálása a versenyképesség javítása érdekében.

A cikk gyakorlatorientált, mivel a Lean filozófia elméleti alapjainak ismertetésén kívül bemutatásra kerül egy esettanulmány is, amely bizonyítja, hogy a Lean technikák [a konkrét gyakorlati példában 4 módszer: 1.) Ütemidő elemzés, 2.) Sorkiegyenlítés, 3.) Egydarabos áramlás, 4.) Cellarendszerű gyártás] alkalmazásával milyen jelentős eredmények érhetők el a vállalatoknál a gyakorlatban a költségcsökkentésre és a hatékonyságjavításra vonatkozóan.

Ezek az eredmények nem csupán elméleti koncepciók, hanem a gyakorlatban is megvalósíthatóak, melyeknek köszönhetően a Lean termelési filozófia egyre szélesebb körben terjed, és kerül bevezetésre számos iparágban.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Avornicului, M. (2012). Integrált vállalatirányítási információs rendszerek. Kolozsvár: Ábel Kiadó, pp. 18-104.
- [2] Avornicului, M. (2013). Cloud computing: challenges and opportunities for small and medium-sized business. *Forumul Economic*, 16 (111), pp. 32-45.
- [3] Fawaz, A. A., Jayant, R. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study, *International Journal of Production Economics*, 107, pp. 223-236.
- [4] Fullerton, R. R., McWatters, C. S., Fawson, C. (2003). An examination of the relationships between JIT and financial performance. *Journal of Operations Management*, 21 (4), pp. 383-404.
- [5] Gubán, M. (2014). Termelés logisztikája. ISBN:978-963-7159-85-5, Budapest: Budapesti Gazdasági Főiskola
- [6] Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25 (2), pp. 420-437.
- [7] Kása, R., Gubán, Á. (2013). Folyamatjavítási módszerek és technikák fejlődése és szolgáltatásokra szabhatósága, In: 3. Vezetéstudományi Konferencia: Vezetés és szervezetek Taylor után 102 évvel. Konferencia helye, ideje: Szeged, Magyarország, 2013.05.31, pp. 1-7.
- [8] Kása, R., Gubán, M., Gubán, Á. (2016). Logistical processes of service system, with spacial regard to their amelioration – a model framework. In: Gyenge Balázs, Kozma Tímea (szerk.), *Challenges in Process Management: Decision points, network systems and strategies in practice*. 152 p. Gyöngyös: Károly Róbert Kutató-Oktató Közhasznú Nonprofit Kft., pp. 31-51.
- [9] Kása, R., Gubán, Á., Gubán, M., Hua, N. S., Molnár, L. (2014). The concept of perception driven service process reengineering by entropy reduction. *Pannon Management Review*, 3 (1), pp. 11-54.
- [10] Kovács, Gy. (2012). Productivity improvement by lean manufacturing philosophy. *Advanced Logistic Systems: Theory and Practice*, 6 (1), pp. 9-16.
- [11] Kovács, Gy. (2014). Lean termelési filozófia, jegyzet, Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet, ISBN: 978-963-358-118-6
- [12] Liker, J. K., Lamb, T. (2000). *Lean manufacturing principles guide DRAFT*. Version 0.5, University of Michigan
- [13] Massoud, B. L. (1999). Layout designs in cellular Manufacturing. *Original Research Article European Journal of Operational Research*, 112 (2), pp. 258-272.
- [14] McLachlin, R. (1997). Management in initiatives and just-in-time manufacturing. *Journal of Operations Management*, 15 (4), pp. 271-292.
- [15] Miltenburg, J. (2001). U-shaped production lines: A review of theory and practice. *International Journal of Production Economics*, 70, pp. 201-214.
- [16] Miltenburg, J. (2001). One-piece flow manufacturing on U-shaped production lines: A tutorial. *IIE Transactions*, 33, pp. 303–321.
- [17] Ohno, T. (1988). *Toyota Production System. Beyond large-scale production*, Portland, OR: Productivity Press

- [18] Tamás, P., Illés, B. (2016). Process improvement trends for manufacturing systems in industry 4.0. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, 14 (4), pp. 119-125.
- [19] Tamás, P. (2017). Application of a simulational investigational method for efficiency improvement of SMED method. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, 15 (2), pp. 23-30.
- [20] Tamás, P. (2016). Application of simulation modeling for formation of pull-principled production control system, *Journal of Production Engineering*, 19 (1), pp. 99-102.
- [21] Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: The story of lean production*. Harper Collins Publishers, New York
- [22] Womack, J. P., Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster

Tamás Péter, PhD

SMED MÓDSZER HATÉKONYSÁGNÖVELÉSE SZIMULÁCIÓS VIZSGÁLATI MÓDSZER ALKALMAZÁSÁVAL

Absztrakt

Napjainkban a lean filozófia által definiált eszköz és szabályrendszer a termelési és a szolgáltatási területen is elterjedt. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy a filozófia eszközeinek alkalmazásával a vállalatok képessé válnak veszteségeik folyamatos csökkentésére, így versenyelőnyre tehetnek szert. A filozófia egyik legfontosabb eszköze a SMED, melynek alkalmazásával a vizsgált gyártási/termelési folyamatok átállási ideje jelentős mértékben csökkenthető. Az átállási idő csökkenésével a gyártási/termelési folyamat számos paramétere megváltozik, mely hatékonyabbá teszi a vizsgált folyamat működését. A SMED módszer alkalmazásának algoritmusai egyértelműen meghatározott, ugyanakkor bizonyos esetekben – a hatékonyságnövelés céljából – szükség lehet szimulációs vizsgálati módszer alkalmazására. A dolgozat ismerteti a szimulációs vizsgálati módszerek alkalmazásának lehetőségeit, valamint egy általam kidolgozott vizsgálati módszer koncepcióját is.

Bevezetés

A vevői igények folyamatos diverzifikálódásával a vállalatok által gyártandó termékféleségek száma növekvő tendenciát mutat, mely igények kielégítése a jelenlegi termelési folyamatok fejlesztésével és/vagy új gyártósorok telepítésével kezelhető. Tehát a vállalatok versenyképessége szempontjából a termelési folyamatok fejlesztése kulcstényezővé vált. A lean filozófia eszköz és szabályrendszere hatékonyan biztosítja a fejlesztési tevékenységet [1]. A lean három fontos célkitűzését különböztetjük meg, nevezetesen az átfutási idő, a költségek és a minőségi hibák csökkentését. Ezen célokat a 3 MU kiküszöbölésén keresztül (egyenetlenség (MURA), a túlterhelés (MURI), veszteség (MUDA)) érhetjük el [2]. Elmondható, hogy a muri és a mura minden esetben mudát is okoz, ezért sok esetben a szakirodalmak csak a mudák kiküszöböléséről beszélnek. A MUDA-k 8 típusát különböztethetjük meg, melyek a túltermelés, felesleges készlet, - anyagmozgatás, - mozdulatok, - várakozás, -műveletek, hibák/selejteket, ki nem használt képességek [3,4].

A filozófia számos eszközt alkalmaz a veszteségek kiküszöbölésére, melyek közül a SMED módszer alkalmazása meghatározó, hiszen fontos szerepe van az átállási idők csökkentésében. Az átállási idő csökkentésével a következő előnyöket érhetjük el [5]:

- Műveletközi készletek csökkenése: Az átállási idő csökkenésének hatására csökken a sorozatnagyság és az utánpótlási idő, mely a tárolt termékek mennyiségének csökkenését eredményezi.
- Tőkeköltség csökkenése: A kisebb műveletközi készlet miatt kevesebb pénzeszköz áll félkész, illetve késztermékben, mely a tőkeköltség csökkenését eredményezi.
- Kisebb alapterület igény: A kevesebb készlet miatt a gyártósorok kisebb területen is elférnek.
- Gyártási rugalmassága növekszik: A kisebb átállási idő miatt több átállásra van lehetőség, emiatt többféle termék gyártására nyílnak lehetőségek.
- Gyártható termékmennyiség növekedése: Az átállási idő csökkentésével szükség esetén növelhető a gyártható termékek mennyisége.
- Beruházási költségek csökkenése: A kisebb területigény miatt kisebb bővítésre, a hatékonyabb gyártás miatt kevesebb gyártósorra lehet szükség.
- Minőségi hibák csökkenése: A kisebb átállási idő miatt csökkenhetnek a gyártási sorozatnagyságok, emiatt a termékhibák hamarabb feltárássá kerülhetnek.

A fentiek alapján megállapítható, hogy az átállási idő csökkentése a vállalatok versenyképességét meghatározó kulcstényező, ezért az alkalmazott módszerek továbbfejlesztése fontos kutatási területet képez. A dolgozat további részében egy rövid áttekintést adok az átállási idő értelmezéséről, valamint az átállási módok típusairól. Ezt követően bemutatásra kerül a SMED módszer és annak szimulációs vizsgálattal integrált hatékonyságnövelési lehetősége.

Átállási idő értelmezése, átállási módok bemutatása

A teljes átállási folyamat alapvetően három komponensből tevődik össze (1. ábra), vagyis átállási előkészületből, –utómunkálatból, valamint az átállási folyamatból. Az előkészületi és az utólagos feladatok azon tevékenységek, melyek a gép(ek)/gyártósor működése közben kerülnek elvégzésre. Az átállási folyamat a gép(ek)/gyártósor állásakor valósul meg. Egy másik

megközelítés szerint a gépek/gyártósor leállása alatt végzett átállási folyamatot külső- a működés közben végzett átállási tevékenységeket pedig belső átállási folyamatnak nevezzük [5].

Ez alapján az átállási idő alatt azt az időtartalmat értjük, amely egy adott terméktípus utolsó termékének legyártásától a következő terméktípus első jó termékének legyártásáig tart (sok esetben a technológiai adottságok miatt az első néhány termék mindig rossz lesz). Amennyiben teljesen pontosak szeretnénk lenni, akkor ebből ki kell még vonnunk az egy termék legyártásának ciklusidejét is [6].

Gyártás	Leállítás	Gyártás
	Teljes átállási folyamat	
Előkészület	Átállási folyamat	Utómunkálat
Külső átállási folyamat	Belső átállási folyamat	Külső átállási folyamat

1. ábra Teljes átállási folyamat komponensei [Saját szerkesztés]

A gyakorlatban az átállások négyféle formáját különböztetjük meg, melyek a következők [6]:

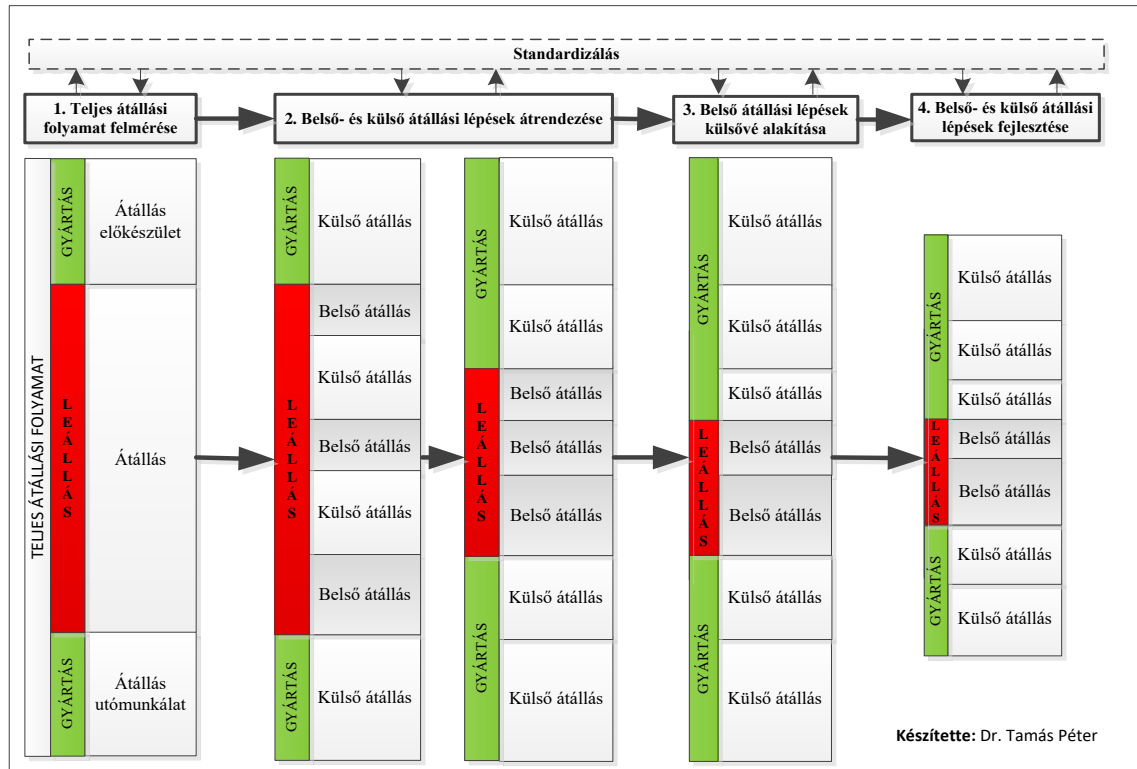
- Szerszámcsere átállás: Olyan szerszámgepeknél (pl. eszterga gép, marógép, stb.) jellemző, ahol egy új terméktípus megmunkálásához szerszámcsere van szükség.
- Műveletvégzés programjának beállítása: Olyan számítógép által vezérelt technológiai berendezéseknél (pl. lézervágó berendezés, stb.) jellemző, melyeknél az átállás a műveletvégzés programjának átírásával/cseréjével valósul meg.
- Alapanyagok cseréje: Előfordulhat megmunkáló gépeknél is, de a szerszámcserehez képest az átfutási ideje nem jelentős. Alapvetően a szerelési műveleteknél, csomagológépeknél fordul elő ez az átállási forma.
- Teljes gyártás előtti átállás: Alapvetően gyártósoroknál fordul elő, ahol az átálláshoz számos összetett művelet elvégzése szükséges (pl. szerszámok, anyagok cseréje, gyártási dokumentáció áttanulmányozása, stb.).

SMED módszer ismertetése

A SMED lépéseinek végrehajtása előtt létre kell hozni egy átállás-fejlesztő csapatot, amely a kiválasztott munkaterület(ek)en [6]:

- Gondoskodik az ott dolgozók képzéséről, annak érdekében, hogy megértsék az átállási idő csökkentésének jelentőségét és támogatóként segítsék a fejlesztést.
- Alkalmazza a SMED módszert.
- Megvizsgálja a már bevezetett fejlesztések más területeken való adaptációs lehetőségeit.
- Nyílt átállásokat szervez a megvalósított fejlesztések ismertetése, terjesztése céljából.

A SMED lényegében 4 lépésből álló folyamat, melynek valamennyi lépését érdemes a standardizálással kiegészíteni (2. ábra), mivel minden egyes lépés hatására változhat a SMED végrehajtásának módja (pl. 1 vagy több ember kell, hogy végezze a feladatot, illetve az egyes személyeknek mi a feladatuk, .., stb.), valamint maga az átállási tevékenység is. A standardizálás a standardok létrehozásának, kommunikációjának, bevezetésének gyakorlatát jelenti, amely a folyamatos fejlesztés biztosítása miatt elengedhetetlen.



2. ábra SMED módszer lépései [saját szerkesztés]

A SMED alkalmazásának lépései [5,7]:

1. lépés: Teljes átállási folyamat lemérése: A lépés célja információ gyűjtés a későbbi fejlesztések megvalósításához. Egy teljes átállási folyamat számos műveletből áll, melyek között sok esetben párhuzamosan végrehajtott műveletek is szerepelnek. Az átállási folyamat jelenlegi állapotát egy átállás felmérő lapon kell rögzíteni, melyhez sok esetben videofelvétel elkészítésére is szükség van. Az átállás felmérő lap a végzett átállási tevékenységeket, azok átfutási idejét, valamint egy megjegyzés rovatot tartalmaz (pl. párhuzamosan végzett tevékenységek jelölése). Sok esetben előfordul egy idő-egyenes is alkalmazásra kerül a lépések egymás utánosságának, illetve párhuzamosságának szemléltetésére. A dokumentum elkészítését követően meghatározásra kerül a teljes átállási folyamat előkészületi-, átállási- és utómunkálati részfolyamatának átfutási ideje is. Ezzel össze lehet hasonlítani a kiinduló állapotot a későbbi fejlesztések eredményeivel.

2. lépés: Belső és külső átállási lépések átrendezése: Az előző lépésben meghatározott tevékenységeket csoportosítani kell abból a szempontból, hogy elvégezhetőek – a gyártás alatt (külső átállási művelet) vagy feltétlenül leállás szükséges elvégzésükhöz (belső átállási művelet). Az átrendezést elősegíti az ellenőrző listák készítése (célja az átálláshoz szükséges alkatrészek, szerszámok, beállítások ellenőrzése), a működőképesség ellenőrzése (alkatrészek, szerszámok átállás előtti ellenőrzése annak érdekében, hogy az átállást követően problémamentes üzem valósuljon meg), valamint az alkatrészek, szerszámok optimalizált szállítása (a gyártás elkezdése előtt a következő termékhez, a gyártás megkezdése után az előző termékhez tartozó alkatrészeket, szerszámokat, stb. kell mozgatni).

3. lépés: Belső átállási lépések külsővé alakítása: Meg kell vizsgálni, hogy a belső átállási műveletek közül melyek alakíthatók át technológiai fejlesztéssel. Ilyen jellegű átalakítások lehetnek például: a működési kondíciók előkészítése (pl. előmelegítés, előpozícionálás, ...),

stb.), az alapvető funkciók standardizálása (pl. alkatrész befogás, szerszámok standardizálása, ..., stb.), valamint a közbenső elemek használata (pl. egy közbenső tartóelemen a következő megmunkálendő termék pozícionálható, így a tartóelem áthelyezésével a megmunkálás rövid idő alatt megkezdhető).

4. lépés: Belső- és külső átállási lépések fejlesztése: Ezen lépés során elsősorban kaizen tevékenységeket valósítunk meg mind a belső- mind pedig a külső átállási műveletek vonatkozásában. Lényegében a kaizen úgy értelmezhető, mint apró fejlesztési lépcsőkből álló végtelen folyamat, mely elsősorban a dolgozók kreativitásának kihasználásával valósítja meg a folyamatos fejlesztést. A fejlesztések célja a termelékenység növelése a műveletek átfutási idejének csökkentésén keresztül. A kaizen során 4 alapelv alkalmazásának lehetőségét kell vizsgálni [6], melyek a következők:

- *Rövidítés:* Mozdulat tárgyának közelebb való elhelyezése és/vagy egy felesleges művelet kihagyása.
- *Összekapcsolás:* Két vagy több művelet párhuzamos végzése és/vagy több szerszámból egy elkészítése.
- *Átrendezés:* Objektumok átrendezése a hatékonyabb munkavégzés érdekében.
- *Egyszerűsítés:* Eszközön vagy módszeren egyszerűsítés oly módon, hogy az megfeleljen a követelményeknek (pl. szárnyas anyás rögzítés, rugós rögzítő, ..., stb.).

Szimulációs vizsgálati módszer alkalmazása SMED módszer hatékonyságnövelésére

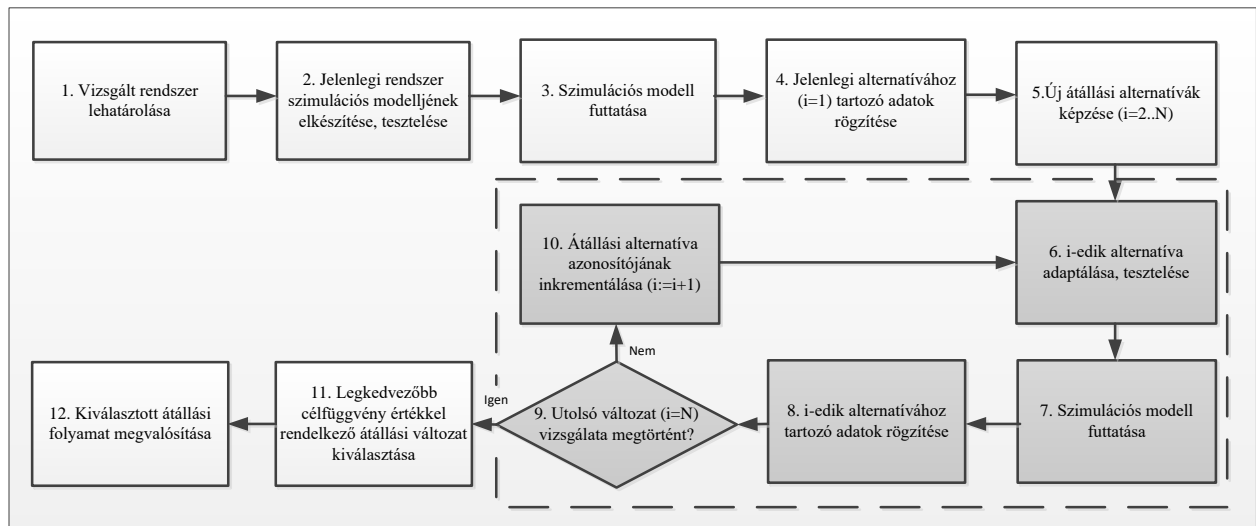
A SMED módszer 2. és 3. lépése kapcsán megállapítható, hogy számos esetben az átállási folyamat jelentős átalakítására lehet szükség, amelynek működtetése az eddigiekhez képest többletköltséget jelenthet az átállási tevékenységnél (pl. többlet munkaerő alkalmazása, anyagmozgató berendezés beszerzése, új technológiák beszerzése, új szoftverek készítése és vagy alkalmazása, stb.), valamint költségcsökkenést és/vagy az előállított termékek mennyiségének növekedését eredményezheti a termelési folyamat vonatkozásában.

Gyakran ezen lépések vizsgálata során több alternatíva képezhető. Annak érdekében, hogy a különféle átállási folyamat alternatívák közül a vállalat érdekeinek leginkább megfelelő változatot válasszuk ki, olyan szimulációs vizsgálati módszert kell alkalmaznunk, mely képes a feltárt alternatívákhoz tartozó fontosabb paraméterek meghatározására, valamint több szempont együttes figyelembe vételével a legkedvezőbb alternatíva kiválasztására. A vizsgálat elvégzéséhez érdemes kereskedelmi forgalomban kapható szimulációs keretrendszert (pl. Plant Simulation, Arena, Simul8, stb.) alkalmazni, mivel így a vizsgálat átfutási ideje jelentős mértékben csökkenthető.

Amennyiben a szimulációt szeretnénk értelmezni, akkor az alapvetően egy olyan módszer, amely alkalmas a folyamatok és a rendszerek valóság-hű modellezésére, így értékelhetővé válnak azok állapotváltozásai [8]. A termelési rendszerek vizsgálata mellett a szimulációs modellezés olyan speciális területeken is alkalmazható, mint például: a tenisz-pálya levegőáramlásának [9], elektromos elosztó rendszerek működésének [10] vagy fúrószerszám tervezésének modellezésénél [11] is. A szimulációs modellezés nem csak a tervezési feladatok ellátásánál, hanem a korszerű mérnökképzésben is megjelent pl. gamifikálás [12] vagy a lean tervezési ismeretek elsajátítását képző rendszerek kialakítása kapcsán [13].

A SMED hatékonyságnövelésére szolgáló szimulációs vizsgálati módszer alkalmazásának lépései a következő (3. ábra):

1. Vizsgált rendszer lehatárolása: A vizsgálatot végző vállalatnak meg kell határoznia a modellezendő rendszer határvonalait (anyagáramlási folyamatok kezdete és vége), illetve a vizsgált időszak hosszát. A vizsgált időszak hosszát befolyásolja, hogy a vállalat milyen időhorizontra rendelkezik információval a modellezendő rendszerre vonatkozóan [14].



3. ábra Szimulációs vizsgálati módszer lépései

2. Jelenlegi rendszer szimulációs modelljének elkészítése, tesztelése: Az átállási folyamat módosítása, mint ahogyan azt korábban ismertettem jelentős hatással van a termelési folyamat működésére, ezért valamennyi esetben komplex vizsgálat elkészítésére van szükség. A lehatárolt rendszer jelenlegi szimulációs modelljének elkészítéséhez (i=1 átállási folyamat alternatíva) a következő lépéseket kell, elvégezni:

2/1. Modellezendő objektumok halmazának meghatározása: A fejezetben ismertetésre kerülő output adatok alapján meg kell határozni a modellezendő objektumok halmazát, melyek típusai a következők:

- közlekedési útvonalak, anyagmozgató gépek,
- technológiai berendezések,
- emberi erőforrások,
- műveletközi tárolók/raktárak
- alapanyag, félkész, késztermék.

2/2. Kijelölt objektumok működésének tanulmányozása: A kiválasztott objektumok működésének modellezéséhez meg kell ismerni azok működési elvét, majd meg kell határozni a modell elkészítéséhez szükséges adatokat.

2/3. Fix telepítésű objektumok elhelyezése: A szimulációs modell futtatása során pozíciót nem változtató (technológiai berendezések, tárolók, közlekedési útvonalak) objektumokat el kell helyezni a modellezési felületen, valamint rögzíteni kell a közöttük lévő anyagáramlási kapcsolatokat.

2/4. Input adatok rögzítése a modellezési felületen: A vizsgált rendszer anyagáramlási folyamatainak leképezéséhez rögzíteni kell a működéshez szükséges input adatokat, melyek a következők lehetnek:

- termelési program a vizsgált időszakra,
- technológiai berendezések működési elvének, paramétereinek beállítása (pl. műveleti idő, meghibásodási ráta, stb.),
- emberi erőforrások működési folyamatának, paramétereinek beállítása (pl. átlagsebesség, műveleti idők, stb.).
- műveletközi tárolók/raktárak működési elvének (pl. készletezési mechanizmusok, stb.), paramétereinek beállítása (pl. kapacitás, betárolási, kitárolási idő, stb.).

2/5. *Output adatok tárolásához szükséges adatstruktúra létrehozása:* A szimulációs modell futtatását követően a célfüggvény előállításához szükséges eredmény adatokat automatikusan és/vagy manuálisan rögzíteni kell, ehhez a következő adatstruktúrát kell létrehozni:

- *Gyártott termékmennyiséget tartalmazó vektor:* Megmutatja, hogy az i -edik átállási alternatívánál az α -dik terméktípusból mennyi került legyártásra.

$$\mathbf{Q} = [q_{i,\alpha}], \text{ ahol } i = 0..N; \alpha = 1..A. \quad [\text{db/időszak}] \quad (1)$$

- *Átlagos készletszintet tartalmazó vektor:* Megmutatja, hogy az i -edik átállási alternatívához, az α -dik terméktípusból milyen átlagos készletszint tartozik.

$$\mathbf{S}^A = [s_{i,\alpha}^A], \text{ ahol } i = 0..N; \alpha = 1..A. \quad [\text{db}] \quad (2)$$

- *Átlagos sorozatnagyságot tartalmazó vektor:* Megmutatja, hogy az i -edik átállási alternatívához, milyen átlagos sorozatnagyság tartozik.

$$\mathbf{B} = [b_i], \text{ ahol } i = 0..N. \quad [\text{db}] \quad (3)$$

- *Technológiai berendezések üzemidejét tartalmazó vektor:* Megmutatja, hogy mekkora az i -edik átállási alternatívához tartozó t -edik technológiai berendezés üzemideje.

$$\mathbf{O}^T = [o_{i,t}^T], \text{ ahol } i = 0..N; t = 1..T. \quad [\text{óra/időszak}] \quad (4)$$

- *Anyagmozgató gépek üzemidejét tartalmazó vektor:* Megmutatja, hogy mekkora az i -edik átállási alternatívához tartozó m -edik anyagmozgató gép üzemideje.

$$\mathbf{O}^M = [o_{i,m}^M], \text{ ahol } i = 0..N; m = 1..M. \quad [\text{óra/időszak}] \quad (5)$$

- *Dolgozók munkaidejét tartalmazó vektor:* Megmutatja, hogy mekkora az i -edik átállási alternatívához tartozó w -edik dolgozó munkaideje.

$$\mathbf{O}^W = [o_{i,w}^W], \text{ ahol } i = 0..N; w = 1..W. \quad [\text{óra/időszak}] \quad (6)$$

- *Maximális készletszintet tartalmazó vektor:* Megmutatja, hogy mekkora az i -edik átállási alternatívához tartozó b -edik tároló maximális készletszintje.

$$\mathbf{Q}^M = [q_{i,b}^M], \text{ ahol } i = 0..N; b = 1..B. \quad [\text{db}] \quad (7)$$

2/6. *Szimulációs modell működési algoritmusának adaptálása:* A meghatározott input adatok és output adatstruktúrák alapján a szimulációs modell működési elvét adaptálni kell.

2/7. *Szimulációs program tesztelése:* Az elkészített szimulációs modell többszöri futtatásával ellenőrizni kell, hogy a szimulációs modell a valóságnak megfelelő adatokat állít –e elő. Ez elsősorban azért, fontos, mert előfordulhat téves adatrögzítés, illetve működési algoritmus adaptáció, melyet javítani kell.

3. Szimulációs modell futtatása: A jelenlegi rendszer szimulációs modelljének futtatása.

4. Jelenlegi alternatívához tartozó adatok rögzítése: A szimulációs modell futtatását követően az előállított eredmény adatok mellett előfordulhat, hogy az output adatok egy részét nem a szimulációs program, hanem a felhasználó rögzíti kalkulációk alapján (pl. dolgozók üzemórája), ezzel lehetőség nyílik az elkészítendő modell egyszerűsítésére is. Amennyiben a jelenlegi rendszerre vonatkozó (1. átállási folyamat alternatíva) adatok véglegesnek tekinthetők, akkor kerül sor a mentésre.

5. Új átállási folyamat alternatívák képzése: A jelenlegi modell elkészítése, futtatása során szerzett tapasztalatok felhasználásával meghatározhatók az új átállási folyamat alternatívák ($i=2..N$). Az alternatívák képzésénél meg kell határozni az átállási folyamat lebonyolításának módját, vagyis azt, hogy mely objektum (pl. dolgozó, anyagmozgató gép, technológiai berendezés, stb.), mikor és hogyan vesz részt az átállási folyamatban.

6. i -edik átállási alternatíva adaptálása, tesztelése: Az 5. lépésben meghatározott következő átállási alternatívát adaptálni kell a kiinduló szimulációs modellre, vagyis szükség esetén módosítani kell annak:

- átállási folyamatát,
- termelési programját (pl. átállási idő változásával több átállásra vagy nagyobb mennyiségű termék gyártására van lehetőség),
- tárolók/raktárak működési mechanizmusát (az átállási idő csökkenésével változik a készletpótlási idő, így a készletezési mechanizmus is),
- technológiai berendezések, anyagmozgató gépek, dolgozók működési jellemzőit.

A változtatások elvégzését követően tesztelni kell a szimulációs modell működését, majd szükség esetén el kell végezni a módosításokat.

7. Szimulációs modell futtatása: A lépés elvégzésének módja megegyezik a 3. lépésnél leírtakkal.

8. i -edik alternatívához tartozó adatok rögzítése: A lépés elvégzésének módja megegyezik a 4. lépésnél leírtakkal.

9. Annak vizsgálata, hogy az utolsó változat vizsgálata megtörtént –e: Amennyiben még van vizsgálandó alternatíva, akkor újabb változat vizsgálatát kell elvégezni (3. ábra), ellenkező esetben pedig a célfüggvény értékét kell meghatározni.

11. Legkedvezőbb célfüggvény értékkel rendelkező alternatíva kiválasztása:

A meghatározott output adatok alapján azt az átállási folyamat alternatívát kell kiválasztani, amely a jelenlegi állapothoz képest legnagyobb mértékben növeli a vállalati eredményt (8. összefüggés). A vállalati eredmény növekedés szempontjából azon komponenseket kell figyelembe venni, melyekre az átállási idő változása hatással lehet. Ebben a lépésben a kidolgozott célfüggvény, illetve annak összetevői kerülnek bemutatásra.

Vállalati eredmény növekedés maximalizálása (célfüggvény):

$$Opt = \max_i \{CR_i\}, \quad [\text{EUR/időszak}] \quad (8)$$

ahol:

- CR_i : i -edik átállási folyamat alternatívához tartozó vállalati eredmény változás [EUR].

Vállalati eredmény változásának meghatározása i -edik átállási folyamat alternatíva esetén:

A vállalati eredmény változás két komponens összegéből határozható meg (9. összefüggés). Az első komponens úgy határozzuk meg, hogy képezzük a jelenlegi állapot és az i -edik állapot fajlagos termelési költségének különbségét, majd ebből meghatározzuk a vizsgált időszakra vonatkozó vállalati eredmény változást (+ érték esetén nyereség növekményről, - esetén veszteség növekedésről beszélünk). A másik komponens az i -edik változatnál a jelenlegi változathoz képest felszabaduló terület más célra való felhasználásából származó nyereség növekedést jelenti (komponens értéke $i=1$ esetén 0).

$$CR_i = \left(\frac{C_1^T + C_1^M + C_1^W + C_1^C}{\sum_{\alpha=1}^A q_{1,\alpha}} - \frac{C_i^T + C_i^M + C_i^W + C_i^C}{\sum_{\alpha=1}^A q_{i,\alpha}} \right) \cdot \sum_{\alpha=1}^A q_{i,\alpha} + P_i^O, \quad [\text{EUR/időszak}] \quad (9)$$

A 9. összefüggés elemeinek ismertetése:

- Technológiai berendezések működésének költsége az i -edik alternatíva esetén (10. összefüggés):

$$C_i^T = \sum_{t=1}^T o_{i,t}^T \cdot c_{i,t}^T, \quad [\text{EUR/időszak}] \quad (10)$$

ahol:

- $c_{i,t}^T$: t -edik technológiai berendezés üzemeltetésének fajlagos költsége i -edik alternatíva esetén [EUR/óra].

- Anyagmozgató berendezések működtetésének költsége az i -edik alternatíva esetén (11. összefüggés):

$$C_i^M = \sum_{m=1}^M o_{i,m}^M \cdot c_{i,m}^M, \quad [\text{EUR/időszak}] \quad (11)$$

ahol:

- $c_{i,m}^M$: m -edik anyagmozgató berendezés üzemeltetésének fajlagos költsége i -edik alternatíva esetén [EUR/óra].

- Dolgozók bérköltsége az i -edik alternatíva esetén (12. összefüggés):

$$C_i^W = \sum_{w=1}^W o_{i,w}^W \cdot c_{i,w}^W, \quad [\text{EUR/időszak}] \quad (12)$$

ahol:

- $c_{i,w}^W$: w -edik dolgozó fajlagos bérköltsége i -edik alternatíva esetén [EUR/óra].

- Tőkeköltség az i -edik alternatíva esetén (13. összefüggés):

$$C_i^C = \sum_{\alpha=1}^A (s_{i,\alpha}^A \cdot c_\alpha \cdot t \cdot f_\alpha), \quad [\text{EUR/időszak}] \quad (13)$$

ahol:

- c_α : α -adik terméktípus előállítás költsége i -edik alternatíva esetén [EUR/ME/nap],
- t : vizsgált időszak hossza [nap],
- f_α : α -adik terméktípus forgóeszköz lekötöttségi tényezője.

Megjegyzés: A forgóeszköz lekötöttségi tényező azt fejezi, hogyha a tárolt készlet értéknek megfelelő összeget befektettük volna, akkor milyen arányú bevétel növekedésben részesültünk volna.

- Felszabaduló terület más célra való felhasználásából származó többletnyereség az i -edik alternatíva esetén (14. összefüggés):

$$P_i^O = \left(\sum_{b=1}^B q_{i,b}^M - \sum_{b=1}^B q_{1,b}^M \right) \cdot p_i^O \quad [\text{EUR/időszak}] \quad (14)$$

ahol:

- p_i^O : egységnyi felszabaduló terület más célra való felhasználásából származó nyereség [EUR/m²].

Összefoglalás

A dolgozat egy részletes áttekintést mutatott be az átállási idő termelési folyamatban betöltött szerepéről, valamint csökkentésének egy jelenleg alkalmazott módszeréről (SMED). A SMED alkalmazásának módja a termelő vállalatok versenyképességét meghatározó kulcstényező, ezért hatékonyságnövelési lehetőségeinek vizsgálata fontos kutatási terület. Ebben a cikkben meghatároztam azokat a SMED lépéseket, ahol a szimulációs vizsgálati módszerek alkalmazása előnyös lehet, majd bemutattam az általam kidolgozott módszer koncepcióját. A koncepció alkalmazása alapvetően olyan vizsgálatoknál lehet szükséges, ahol az átállási folyamat átalakulása jelentős változást eredményez a termelési rendszer működésében. A szimulációs vizsgálati módszerek alkalmazása nem csak a SMED-nél, hanem más lean filozófiához kapcsolódó területeken (pl. nyomó elvű termelésirányítási rendszerről, húzó elvűre való átállás) is előnyös lehet, melynek kidolgozása egy későbbi kutatás tárgyát képezi.

Köszönetnyilvánítás

“The described article was carried out as part of the EFOP-3.6.1-16-00011 “Younger and Renewing University – Innovative Knowledge City – institutional development of the University of Miskolc aiming at intelligent specialisation” project implemented in the framework of the Szechenyi 2020 program. The realization of this project is supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund.”

“This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 691942”.

Irodalomjegyzék

- [1] BICHENO, J., HOLWEG, M.: The Essential Guide to Lean Transformation. Picsie Books, ISBN 978-0-95412-44-58, 2008.
- [2] Womack, J. P., Jones, D. T. (2008): Lean thinking, Simon & Schuster Inc., 2008.
- [3] WILSON L.: How to implement Lean Manufacturing, McGraw-Hill Companies, Inc., 2010, ISBN 978-0-07-162507-4
- [4] Rother, M., Shook, M., J. (2003): Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda, Lean Enterprise Institute, 2003.
- [5] Shingo, S.: A revolution in manufacturing: the SMED system. Productivity Press, 1985
- [6] Schwahofer, G., Kosztolányi, J.: Gyors átállás, KaizenPro Oktató és Tanácsadó Kft., ISBN 978-963-89620-7-2, 2012.
- [7] Ulutas, B.: An application of SMED Methodology, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering Vol:5, No:7, 2011
- [8] Cselényi, J., Illés, B. (2006): Planning and controlling of material flow systems. Textbook, Miskolci Egyetemi Kiadó
- [9] Sui, X., Han, G., Chen, F.: Numerical simulation on air distribution of a tennis hall winter and evaluation on indoor thermal environment, Engineering Review, Vol. 34, Issue 2, 109-118, 2014.
- [10] Izadi, M., Razavi F.: Loss reduction in a distribution system by considering interest rate, Engineering Review, Vol. 35, Issue 2, 179-191, 2015.
- [11] Gina-Maria MORARU1 and Paul Dan BRÎNDAȘU1: THE CREATIVE DESIGN OF BORING TOOLS, ACADEMIC JOURNAL OF MANUFACTURING ENGINEERING, VOL. 12, ISSUE 4/2014.
- [12] A.P. Markopoulos, A. Fragkou, P.D. Kasidiaris and J.P. Davim, “[Gamification in Engineering Education and Professional Training](#)”, International Journal of Mechanical Engineering Education, Vol. 43(2), pp. 118-131, 2015. DOI: 10.1177/0306419015591324
- [13] Effendi Bin Mohamad, Teruaki Ito: Integration of e-learning and simulation to user training programme of SMED, Int. J. Internet Manufacturing and Services, Vo. 3. No 2. 2013., DOI: 10.1504/IJIMS.2013.058716
- [14] Gubán, M.: A fluidumáramlás szimulációs modellje és a szimulációs alkalmazás algoritmus. In: Csillag Sára (szerk.), Alkalmazott Tudományok III. Fóruma: Konferenciakötet. 993 p. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2016.03.10-2016.03.11. Budapest: Budapesti Gazdasági Egyetem, 2016. pp. 270-287., (ISBN:978-963-7159-23-7)

Baják Imre, PhD
Baják Szabolcs, PhD
Gubán Ákos, PhD

INTEGRATING THE EXPERIENCES OF PUBLIC SERVICE SYSTEM DESIGN INTO THE BUSINESS INFORMATION TECHNOLOGY MAJOR

Összefoglaló

A nemzeti kormányzat kiemelt feladatként kezeli a kormányzati rendszerek fejlesztését. Mivel e cél megvalósításához Európai Unió források is rendelkezésre állnak, az elmúlt években számos kormányzati rendszer megújult, és az elkövetkező években újabb rendszerek megújulására számíthatunk. A kormányzati rendszerek megújulása megfelel a lakosság igényeinek is, hiszen napjaink információs társadalmában az emberek igénylik azt, hogy ügyeik egyre nagyobb hányadát online intézhessék.

Cikkünkben egy kormányzati rendszer tervezésével kapcsolatos tapasztalatainkat osztjuk meg, melyben a cikk szerzői aktív szerepet vállaltak. Célunk a fejlesztések során szerzett tapasztalatok Gazdaságinformatikus képzés tananyagához történő illeszkedésének bemutatása, valamint azon tárgyak felsorolása ahol a fejlesztés során felhasznált ismeretek használhatók.

Abstract

The development of government IT systems is a major priority of the national government. As European Union resources are available for this aim, a number of government IT systems have been renewed in recent years and will be renewed in the coming years as well. This renewal also meets the needs of the population, as the information society of today demand that an evergrowing part of their affairs could be carried out online.

In our article, some of our experience about the design of a government IT system in which the authors of the paper actively participated are shared. The primary aim of the paper is to demonstrate how the experience gained during the design process fit into the curriculum of the Business Information Technology BSc major and to specify the subjects where the knowledge used during the design process can be utilized.

Introduction

The presence of IT in public services has become of such great significance that we can arrange a great proportion of our affairs on the Internet using smart devices. The Strategy of the Development of Public Administration and Civil Services of the Hungarian Government between 2014-2020 states that the continuous development of public services is a crucial requirement. Therefore the economical advancement must not be allowed to be slowed down by state bureaucracy. [Hungarian Government, 2015]

Continuous development of IT services is needed in order to provide a valuable public services system for the users. The new services have to be suitable for those who rarely use these systems and for users with low IT skills as well.

The necessity of IT development is justified mainly by the following reasons:

- The applications become obsolete, new function become necessary.
- The development of the software and hardware environment for which previous applications were optimized may cause a decline in user experience.
- The hardware hosting the applications becomes obsolete, causing applications to operate slower.
- The number of users increases significantly, but the database servers and web servers are not prepared for this.
- The claims of the users change (e.g. the design of the homepage).

Based on the arguments above, many IT development programs are in progress in the public administration in Hungary.

The authors of the present article took part in an IT development in the public sector. The aim of this development was to create a system design plan for a complete public service system maintained by the responsible ministry. In the plan we had to redesign two systems which had already been used in civil services for personal affairs, and also had to create designs for two new subsystems.

The new complete system has many parts which are worth to discuss in higher education. The authors are involved mainly in the education of the Business Information Technology BSc major, thus we present how the experiences gained throughout the development process can be utilized during the education of some important subjects of this major.

General description of the newly designed system

First we present some details of the system and the process of the development. We have to state that due to policies of strict confidence and the fact that this system is still under development, we cannot give the exact names of the systems while describing the process of the development of the system and its subsystems.

Thus in what follows we avoid the exact names of the subsystems and its elements, but we will distinguish the subsystems by numbers, the users of the subsystems by referring to the number of the corresponding subsystem, and the elements of the subsystems by referring to their functions.

First we discuss the roles of the authors in the process of the development, then we describe the process of the system design.

The authors' role in the project

The project described here is within the confines of the Operational Programme for the Development of Public Administration and Civil Services (the Hungarian abbreviation of which is KÖFOP). The aim of this programme is mainly to provide user-friendly IT services in HR systems, and thus give a stable and secure background for the users of the systems.

The sub-project, which we took part in, commenced in 2016, and after several months of discussion, we could start the design process in January 2017. Two of the authors joined the staff of the responsible ministry as IT fellows, while the third author helped the project as a consultant.

Our task was to provide a system design plan for the new system and the subsystems it contained, based on the analysis of the available documents (previous descriptions, user manuals, technical specification documents, indicative tenders), the presentations of fellow workers and discussions with them.

The time limit for the development was very short, only a few months. We had to pay great attention to defining, exploring and documenting the requirements. The planning of the system design involved important teamwork and continuous discussions with the colleagues responsible for the present and future professional maintenance of the system.

The process of the development

According to Ficsor-Krizsán-Mileff [Ficsor – Krizsán – Mileff, 2011], the complete process of development can be divided into four high level processes of system design. We followed their approach during the planning of the system.

- Assessing the business usage of the system. We used the available technical specification documents and indicative tenders for orientation and we discussed the main items and unclear parts with the colleagues. Our further task was to clarify the expectations.
- Specifying the requirements. First we concentrated on the systems currently used. We determined the correct, the malfunctioning and the missing parts, as well as the demands for the new systems.
- We achieved this objective through the analysis of the systems that had already been used with the help of the colleagues, and the investigation of the different events in them and through the discussion of the available documentations of the 2 systems to be redesigned and the 2 other to be developed.
- We had to transform the requirements to a standardized format. In this part we focused on process-orientation and data-centricity. On the physical level, we described the operation of the system by determining the data structure models and the logical data groups of the system and its subsystems, and we also gave the recommended data categories and the data for the working processes.
- On the logical level we concentrated on the description of the processes. For this, we used the use case and the activity diagrams from the well-known UML graphs, and we also used sequence diagrams to illustrate and help the understanding of the most important processes. We also put emphasis on user privileges, we gave them for each subsystem in a privilege matrix.

- We gave only recommendations for the development environment and for the necessary software and hardware devices. Firstly, because in a public procurement procedure no concrete references could be given. Secondly, we did not want to go into too much detail so that the developer could choose the most suitable environment, and furthermore, since this development is yet to start, in one or two years' time better devices and environments may be available at a reasonable price.
- Verifying if the requirements correspond to the expectations of the procurer. For this, we had continuous discussion with the colleagues, we checked the items of the system design with the procurer, and we also consulted with IT fellows of the organization that is going to be responsible for the physical maintenance of the system, the National Infocommunication Services Company (the Hungarian abbreviation is NISZ).
- The verification finished with the acceptance of the system design plan by the responsible workers of the ministry.

The complete system design plan consisted of the following chapters:

Table 1: The main sections of the system design plan (own editing)

1. Introduction
2. Specification of the requirements
3. Short description of the subsystems
4. The recommended data structures and data tables
5. Modules and functions
6. Rules for the development environment
7. Determining the necessary software and hardware

The utilization of the elements of the system design plan in the curriculum of the Business Information Technology BSc major

Some of the elements of the system design plan fit into the curriculum of many subjects in the curriculum of the Business Information Technology BSc major and other IT oriented majors. As mentioned earlier, the main aspects of planning were data-centricity and process orientation. In addition, we collected the subjects in case of which we think that the experience we gained during the process of the design can be useful. In the following, we will go into details about them.

Database modeling, database systems

Database is the sum of integrated, logically related information, the system of data and the relationships between them, which are stored side by side. In order to be able to work efficiently with the database later, it is important to design its structure well [Radványi, 2013, 8. p].

The database we designed was built according to the EER (Enhanced Entity Relationship) model. When teaching subjects related to database systems, it is worth concentrating on two

entity types in the system design plan, 'organizations' and 'individuals', both of which are strong entity types. For both entity types, several attributes are to be recorded, including several unique ones. Students may be tempted to choose the primary key from the possible key attributes. The necessity of managing multi-valued attributes is primarily seen in case of the entity type 'individuals'. For example, a person may have several different qualification data. This is passing us through to the importance of introducing weak entity types. A weak entity is one that cannot be uniquely identified by its attributes alone; therefore, we must use a foreign key to identify it, which is typically a primary key of another entity with some of the entity's own attributes.

After getting acquainted with the drawing up of conceptual schemas and learning the basics of the relational data model, students can start designing the relational database schema. For this task, they need to know the instructions of the Data Definition Language (DDL) in SQL, principally the instructions for creating (CREATE statements), modifying (ALTER statements) and terminating (DROP instructions) tables. Then, the commands in SQL Data Management Language (DML) can be practiced, the most important SQL command for selecting, as well as the ones for inserting, updating, and deleting objects.

Data structures and algorithms

When creating a database, you have to keep in mind the data structures you want to use. The data structure that does not fit into the problem may well complicate our algorithms, while a really well-built data model can make them simpler, making the work of developers and the operation of the developed program more effective. [Geda, 2013, 3. p.]

Some attributes of the entity types used to display subjects related to Database Systems are suitable to compare the benefits of the array and the list structure. In general, it can be stated that in case of the stored data (talk about qualifications, language examinations or previous jobs) the use of the list data structure is more efficient than the array data structure. However, the students may also discover areas where the use of the latter one may be justified.

Subordination and superiority conditions in the database are useful for illustrating the advantages of the tree structure. We have to state here that in this case we are not necessarily talking about binary trees. Representing the relationships between organizations in a tree structure can also be used to model breadth- and depth-first search graph algorithms.

Both organizational and personal data can be used to show some search and sorting algorithms.

Data protection, data security

Data on organizations and individuals can be found in the planned system. Most of the organizations' data can be obtained by anyone with little investigation. The issue of data security is therefore primarily concerned with personal data.

Regulation (EU) No 2016/679 of the European Parliament and of the Council states:

"The protection of natural persons in relation to the processing of personal data is a fundamental right" [EU, 2016].

According to Leitold [Leitold, 2013], when handling personal data, efforts must be made to comply with the so-called CIA triad:

- confidentiality: the data can only be accessed by the authorized and only to the extent that they are entitled to use them;
- integrity: the content of the data should remain consistent, accurate, and trustworthy;
- availability: the IT tool and the data stored on it can be used by those with the right privileges in the right time and for the right duration". [Leitold, 2013]

The significance of the issue of data security has been highlighted in the system design plan we elaborated. We only made recommendations in this area, however, we have drawn attention to certain security issues, some of which are mentioned below:

- The generation of unique access rights independently of the system administrator;
- The range of data available from the common database by each subsystem;
- The retrieval of personal data in an encrypted form with a decryption key or without encryption only by user authorization
- The question of how the modification of data should be enabled.

We believe that these questions can be discussed with the students during the lectures and seminars on data security and their ideas can also be debated.

Of course, the field of IT security include a number of other elements, such as the protection of hardware devices, the protection of networks, and the training of personnel in information security, but these are primarily the tasks of the organization that is going to be responsible for the physical maintenance of the system, therefore we did not address these questions in the system design plan.

Object Oriented Modeling and Design

When developing any software, the next phase following the clarification and documentation of the requirements is the process of designing the software. In this phase decisions about the logical structure of the software must be made [Ficsor – Krizsán – Mileff, 2011]. Of course, the experience gained during the elaboration of the system design plan can be best utilized for subjects of object-oriented modeling and design.

Architectural and modular design

The architectural resolution of the planned system was determined by the previously prepared development documentation, such as the technical specifications document and the indicative tender for planning the system. The system had to include 4 subsystems that are capable of operating independently, and the website of the organization operating the system should be prepared during the development as well.

The modular resolution was also partly provided. The two existing subsystems which were to be re-designed and upgraded contained 3 and 2 modules consequently, which structure the procurer wanted to keep. The need for a new module to be included in the structure of the

first subsystem which was to be re-designed came up during the design process. As according to the design document we elaborated, the 4 subsystems would be served by a common database, it seemed justified to include a separate administrative module in addition to the 4 subsystems, the aim of which is to serve all of the subsystems by managing registrations and logins to them. (Figure 1)

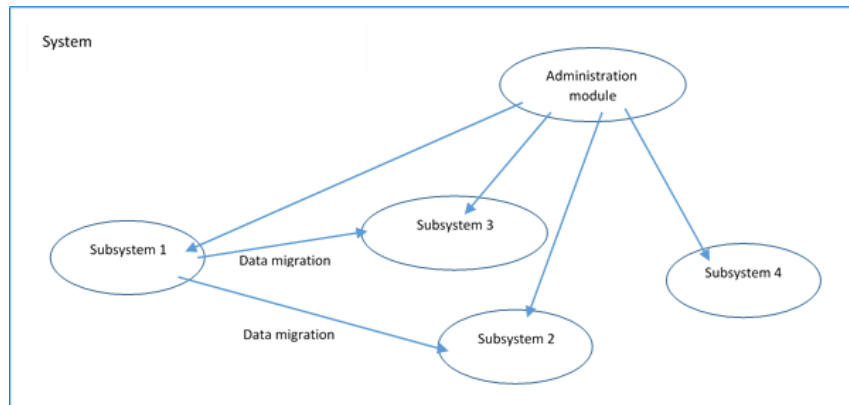


Figure 1: The relationship between the system and its subsystems and modules (own editing)

The description of the processes of the subsystems using UML

When describing each subsystem, we have placed emphasis on the data they use, the various user rights and the complex modules of them. To describe them, we used the Unified Modeling Language (UML), which has a standardized graphical marking system. It consists of UML diagrams that reflect a particular point of view of the whole or a part of the model. Each diagram provides a specific view of a small section of the modeled system. The two major groups of diagrams are structural (static) and behavioral (dynamic) diagrams [Szabolcsi, 2011]. During the design, we did not engage in constructing structural diagrams, which would be the task of the company that acquires the right to develop the software later. To facilitate their task, a number of behavioral diagrams have been inserted into the textual explanation to describe the expected behavior of the system, trying to make the task of future developers easier and the behaviors expected by the procurer understandable.

During the planning process, we reviewed the actors who would use the system and its subsystems. Subsequently, we defined the levels of eligibility to the subsystems by defining the functions available to users of the different authorization levels. Subsequently, we presented the actors of each subsystem and the functions available to them on a use case diagram. The use case diagram illustrates the relationship between the system and its environment, it provides a marking system that can easily be understood by the procurer's specialists and the future developer's programmers, which helps avoid misunderstandings between the two parties [Kusper – Radványi, 2011]. Applying the use case diagram thus seemed to be a rational choice.

In case of the redesigned two subsystems which are more complex than the others, the complexity of the modules underlying them justified the representation of the main processes on activity and sequence diagrams. The activity diagram is used to describe activities within the system, so we used them to illustrate the services provided by the system to its users. The

sequence diagram shows interactions between objects, so it proved to be suitable for depicting processes occurring in each module.

The Visual Studio developer tool is used by several higher education institutions to teach object-oriented languages, especially C++ and C#. The advanced versions of the developer tool (such as Visual Studio Ultimate or Enterprise) support the creation of UML diagrams. During practical lessons of object oriented modeling and design, the experience gained during the design process can be passed on to the students.

Object Oriented Programming, Application Development

The elaborated software is the result of the software development process. Accordingly, our experience in designing can be used in the programming and application development process as well.

During the planning process, we faced a number of tasks that could be implemented within the framework of the practical lessons related to programming and application development. As an example, the system's common administrative module for managing registrations and logins – creating new users, modifying their login details, and deleting them – can be implemented within the framework of introductory lessons of object-oriented programming. The question of passwords randomly generated by using an algorithm may also be interesting. Each subsystem has a number of features that can also be implemented at least partially during seminars.

Summary

In our article, we have demonstrated how the participation in the design of a public service IT development can be utilized in higher education, specifically within the Business Information Technology BSc major. We are convinced that the experience we gained during the design process are significant not only from the professional aspect, but also methodologically, as they enable students to develop their ability to respond to problem situations.

We have also determined the subjects for the education of which the experience we gained can primarily be utilized. In the course of this, we focused mainly on the subjects related to software design, since the task of the Business Information Technology major is primarily to educate professionals in economics and IT as well, who are able to form the link between business experts and IT developers.

References

- [1] EU (2016): Regulation (EU) No 2016/679 of the European Parliament and of the Council (27 April 2016). Official Journal of the European Union, L 119/1, 4.5.2016, 88.p.
- [2] Ficsor L. – Krizsán Z. – Mileff P. (2011): Szoftverfejlesztés. Miskolci Egyetem, Miskolc, 2011, 167 p.
- [3] Geda G. (2013): Adatszerkezetek és algoritmusok. EKF TTK, Eger, 2013, 120 p.
- [4] Kusper G. – Radványi T. (2011): Programozás technika. Eszterházy Károly Főiskola, Eger, 2011, 211 p.

- [5] Leitold F. (2013): Adatbiztonság, Adatvédelem. Dunaújvárosi Főiskola, 2013.
- [6] Hungarian Government (2015a): Közigazgatás- és Köszolgáltatás-fejlesztési Stratégia 2014-2020. Budapest, 2015, 101 p.
- [7] Radványi T. (2013): Adatbázisrendszerek. Eszterházy Károly Főiskola, Eger, 2013, 148 p.
- [8] Szabolcsi J. (2012): Szoftvertchnológia. 98 p.

Tamás Péter, PhD

LEAN ESZKÖZÖK HATÉKONYSÁGNÖVELÉSE SZIMULÁCIÓS MODELLEZÉS FELHASZNÁLÁSÁVAL

Absztrakt

Napjainkban a lean filozófia eszköz- és szabályrendszerének alkalmazási módja jelentős mértékben befolyásolja a vállalatok versenyképességét. Ez a hatékonyságnövekedés alapvetően a veszteségek csökkentésén keresztül valósul meg. A gyártási/termelési folyamatok fejlesztése területén – a hatékonyságnövelés céljából – szükséges lehet a már kidolgozott fontosabb lean eszközök (VSM, SMED, Kanban) szimulációs vizsgálati módszerekkel való integrálására. A dolgozat bemutatja ezen integrációs lehetőségeket. Továbbá körvonalazásra kerülnek a vizsgált tématerülethez kapcsolódó kutatási lehetőségek is.

Kulcsszavak: lean filozófia, szimuláció, SMED, VSM

Bevezetés

A vevői igények növekvő diverzifikálódása miatt csak azok a vállalatok képesek megtartani/növelni versenyképességüket, amelyek képesek az egyedi vevői igények alacsony fajlagos költség mellett való kielégítésére. A gyártott termékkéleségek számának növekedése miatt egyre inkább fokozódik a logisztikai rendszerek komplexitása, melyek veszteségeinek csökkentése új kihívásokat jelent a vállalatok számára. A lean filozófia eszköz és szabályrendszere alapvetően egyszerűbb néhány termékcsalád gyártását végző vállalatok folyamatának fejlesztésére lett kidolgozva, ezért azok egy részét célszerű tovább fejleszteni a komplex (több termékcsalád termékeit előállító) rendszerek hatékonyabb veszteségcsökkentése érdekében. A lean filozófia szellemében 3MU-t különböztethetünk meg, vagyis a Muri-t (Túlterhelés), Mura-t (Egyenetlenség) és Muda-t (Veszteség). A Muri és a Mura minden esetben Mudát eredményez, ezért beszél a gyakorlati szakemberek többsége a veszteségek kiküszöböléséről. A lean filozófia 8 veszteségtípust különböztet meg, melyek a túltermelés, felesleges készlet, - anyagmozgatás, - mozdulatok, - várakozás, -műveletek, hibák/selejteket, ki nem használt képességek [1]. A veszteségek kiküszöbölése a lean által megfogalmazott 5 ismétlődő alaplépés (1. érték meghatározása a vevő szemszögéből, 2. értékfolyamat feltérképezése, 3. folyamatos áramlás létrehozása, 4. húzó elv létrehozása, 5. vizsgált folyamat tökéletesítése) különböző lean eszközök segítségével való végrehajtásával történik. Taiichi Ohno szavaival élve a legfontosabb cél a megrendelés és a pénzbeérkezés közötti idő lecsökkentése a veszteségek kiküszöbölésével [1]. A logisztikai rendszerek fejlesztését jelentős mértékben befolyásoló lean eszközök alkalmazásánál sokszor többféle alternatíva közül kell kiválasztani a leginkább megfelelőt (pl. átállási folyamat-, húzó elv-, műveletközi tárolók-, anyagellátási mód kialakítása, stb.). Egyszerű folyamatok esetén a különböző alternatívák KPI mutatói könnyen meghatározhatók, így a megfelelő alternatíva nagy biztonsággal kiválasztható. Komplex anyagáramlási rendszerek vonatkozásában többféle termékcsalád termékeinek párhuzamos gyártása valósul meg, melyekhez [2]:

- eltérő anyagáramlási folyamat,
- technológiai berendezés beállítás,
- termelési terv,
- anyagmozgató gép,
- egységtrakomány-képző eszköz,
- kiszolgáló személyzet tartozhat.

Ezen termékcsaládok anyagáramlási folyamatai számos esetben keresztezik egymást, így a különböző alternatívák KPI mutatói nehezen határozhatók meg. Ilyen esetekben a megbízható adatok előállításához szükséges lehet a szimulációs modellezés technikájának alkalmazása. A szakirodalomban kevés olyan szerző van, melyek a lean eszközök alkalmazásakor a szimulációs modellezés technikáját is igénybe vették [3-5]. A dolgozat a következő fejezetekben egy áttekintést kíván adni a lean filozófia és a szimulációs modellezés integrációs lehetőségeiről, valamint az ezzel kapcsolatban felmerülő új kutatási irányokról.

Szimulációs vizsgálat megvalósításának folyamata

Amennyiben a szimulációt, mint fogalmat szeretnénk definiálni, akkor ez egy olyan módszer, amely alkalmas a folyamatok és rendszerek működésének valóság-hű modellezésére, így

értékelhetővé válnak azok állapotváltozásai [2]. A szimulációs vizsgálatok alapvetően kereskedelmi forgalomban kapható szimulációs keretrendszerek (pl. Plant Simulation, Arrena, Simul8, stb.), vagy saját alkalmazások kifejlesztésével végezhetők el.

A szimulációs vizsgálatok elkészítésének lépései a következők [6]:

- *Szimuláció céljának meghatározása, vizsgált logisztikai rendszer lehatárolása [14]:* A szimulációs program elkészítése előtt egyértelműen meg kell határozni a vizsgálati célokat, hiszen ezek ismerete elengedhetetlen a vizsgálandó logisztikai rendszer lehatárolásához. Szimulációs vizsgálat fontosabb célkitűzései a következőképpen foglalhatók össze:
 - *Tervezési hibák feltárása:* Amennyiben egy rendszer komplexitása miatt felmerülhet, hogy a tervezésnél hibák fordulhatnak elő (pl. nem megfelelő anyagmozgató eszköz, technológiai berendezés, műveletközi tároló kiválasztás), akkor a szimulációs modellezés segítségével a jövőbeli állapot modellezhető, így a lehetséges hibák vizsgálhatóvá, kiküszöbölhetővé válnak.
 - *Vizsgált rendszerváltozat(ok) működési jellemzőinek meghatározása:* Sokszor egy fejlesztési döntés meghozatala előtt szükséges lehet a rendelkezésre álló adatok körének kiterjesztésére (pl. egy vagy több paraméter módosítása, milyen hatással van a KPI mutató(k) alakulására). Ez az adatszükséglet a jelenlegi és/vagy jövőbeni rendszerváltozat(ok) szimulációs vizsgálatával kielégíthető.
 - *Határteljesítmények, határállapotok meghatározása:* Egy logisztikai rendszer tervezésekor/fejlesztésekor döntéstámogatás céljából szükség lehet a különböző határteljesítmények (pl. maximális gyártási kapacitás, betárolási-, kitárolási teljesítő-képesség, stb.), határállapotok (pl. maximális teljesítőképesség mellett a szükséges tárolási kapacitások, dolgozói létszám, anyagmozgató berendezések száma, stb.) nagy pontosságú meghatározására. Ebben a szimulációs modellezés jelentős segítséget nyújthat.
 - *Rendszerváltozat(ok) működésének optimalizálása:* Egy előre definiált rendszerváltozat vonatkozásában a szimulációs modellezés segítséget nyújthat a rendszerparaméterek optimalizálásában (pl. dolgozók, anyagmozgató gépek ideális száma, készletezési mechanizmusok, termelési terv, objektumok elrendezése, járattervezés, stb.), így növelhető a rendszer működésének hatékonysága.
 - *Működési zavarok és azok elhárításának vizsgálata:* Egy rendszer működése során számos probléma léphet fel (pl. anyaghiány, gépleállás, nagy mennyiségű selejt, stb.), melyek megoldásának módja jelentős hatással van a rendszer termelékenységére. A szimulációs modellezés segítségével kidolgozhatók a problémák felmerülésekor alkalmazható protokollok, így hatékonyságnövekedést tudunk elérni
- *Vizsgált rendszer működésének megismerése:* A lehatárolt logisztikai rendszer elemeinek anyagáramlási- és működési jellemzőit a szimulációs vizsgálatot végző személyeknek meg kell ismerniük, annak érdekében, hogy a modellalkotás kapcsán valamennyi a vizsgálat szempontjából fontos tényező ismertté váljon.
- *Vizsgálati célok eléréséhez szükséges logisztikai mutatók halmazának meghatározása* (pl. technológiai berendezések kihasználtsága, átfutási idő, stb.)

- *Input és output adatok meghatározása:* A megelőző munkafázisokat követően meghatározhatók a létrehozandó szimulációs modell input és output adatai, így véglegesíthető a vizsgált vállalat irányába megfogalmazott adatkérés. Az igényelt adatok nem minden esetben állnak rendelkezésre, ilyenkor mérlegelni kell, hogy helyszíni méréssel vagy statisztikai adatok alapján történő becsléssel határozzuk – e meg a szükséges hiányzó adatokat.
- *Szimulációs modell elkészítése:* A rendelkezésre álló információk alapján létrehozásra kerül a vizsgálati modell, melynek segítségével a megadott input adatok alapján értékelhetővé válnak a rendszer működésében bekövetkezett változások.
- *Kidolgozott modell ellenőrzése, javítása:* A vizsgálati modell működését a vállalati szakemberekkel közösen kell hitelesíteni (pl. a jelenlegi állapot valóságos és szimulációs eredményeinek összevetésével és/vagy az anyagáramlási folyamatok szimulációs modellben való ellenőrzésével). Számos esetben előfordulhat, hogy a vizsgálati modellen kisebb korrekciókat kell végrehajtani a helyes működés érdekében.
- *Vizsgálati eredmények értékelése, javaslatok megfogalmazása:* A hitelesített vizsgálati modellen a vizsgálat szempontjából kijelölt paraméterek változtatásával értékelhetővé válnak a logisztikai rendszer megváltozott működési jellemzői, melyek alapján javaslatok fogalmazhatók meg a megfelelő kialakításra vonatkozóan.

Lean filozófia és a szimulációs modellezés kapcsolata

A lean filozófia megvalósításához szükséges 5 alaplépés ismétlődő végrehajtása során számos lean eszköz és módszer bevezetését kell végrehajtani. A kiinduló rendszer átalakítása során az egyes módszerek eltérő mértékű átalakítást eredményeznek az anyag- és információáramlási folyamatban, így az esetleges hibás döntésekből származó veszteségek is jelentősen eltérhetnek. Ebből adódóan véleményünk szerint a szimulációs modellezést elsősorban azoknál a lean módszereknél célszerű alkalmazni, melyek jelentős mértékű átalakítást eredményeznek. Ezt alapul véve három lean módszer szimulációval való integrációs lehetőségeit vizsgáltuk, melyek az értékfolyamat térképezés módszere (VSM), a SMED (Single Minute Exchange of Die), valamint a kanban rendszer kialakítása.

Szimulációs modellezés alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata az értékfolyamat térképezés (VSM) módszernél

Az értékfolyamat térképezés módszere a Toyota anyag- és információáramlási diagramjának felhasználásával jött létre. A módszert először Mike Rother & John Shook publikálta 1999-ben a „Tanulj meg látni” c. művében [7]. A módszer alapvető célja az anyag- és információ áramlási folyamat átláthatóvá tétele és így a veszteségek kiküszöbölése. A kialakított folyamatok folyamatos fejlesztésének eszköze, amely alkalmazható a lean kialakításának 2-5. alaplépéseinél is. A módszer egy papír és ceruza alapú eszköz, melynek segítségével egyidejűleg egy termékcsalád logisztikai folyamatainak fejlesztése valósulhat meg.

A módszer egy 5 lépésből álló folyamat, melynek lépései a következők [7]:

1. *Vizsgált termékcsalád kiválasztása, értékfolyamat menedzser kijelölése:* Ki kell jelölni a vizsgált termékcsaládot (egy termékcsaládba azon termékek tartoznak melyek logisztikai folyamatai megegyeznek), valamint annak folyamatfejlesztéséért felelős személyét.
2. *Statikus jelenállapot térkép elkészítése:* A módszer által megfogalmazott szimbólumrendszer segítségével el kell készíteni a vizsgált termékcsalád jelenlegi anyag- és információáramlási folyamatát tükröző jelenállapot térképet.
3. *Problémák jelölése a statikus jelenállapot térképen:* A lean filozófia által megfogalmazott célkitűzések (egy ponton ütemezzük a termelést, 1 darabos folyamatos áramlás létrehozása, stb.) alapján feltett néhány kérdéssel a jelenlegi rendszer problémáit azonosítani, majd jelölni kell a jelenállapot térképen.
4. *Statikus jövőállapot térkép létrehozása:* A problémák kiküszöbölésére tett javaslatok alapján el kell készíteni a jövőállapot térképet.
5. *Jövőállapot megvalósítása:* A jövőállapot térkép megvalósítása érdekében el kell készíteni, majd meg kell valósítani a módszer által definiált megvalósítási- és éves értékfolyamat tervet. Ezen lépések között a kapcsolat nem minden esetben egyirányú, előfordulhat visszacsatolás is, pl. ha a jövőállapot térkép elkészítésekor olyan információra van szükségünk, melyet az aktuális jelenállapot térkép nem tartalmaz, akkor ennek hatására a jelenállapot térképet is módosítani kell, vagy ha a jövőállapot térkép megvalósításra kerül, akkor ezt követően ismét a 2. lépéssel kell folytatnunk a fejlesztési folyamatot.

Szimulációs vizsgálati lehetőségek:

- A jelenlegi módszer egyidejűleg csak egy termékcsalád folyamatainak vizsgálatára alkalmas, ezért nem veszi figyelembe a termékcsaládok logisztikai folyamatainak egymásra való hatásait (emberi- és gépi erőforrások lekötése, tárolóterületek rendelkezésre állása, stb.) ezért nem biztos, hogy a legkedvezőbb jövőállapot térkép határozzuk meg. A szimulációs modellezés segítségével egy lehatárolt logisztikai rendszer működése modellezhető, így egyidejűleg több termékcsalád logisztikai folyamatainak egymásra való hatásait is vizsgálhatjuk.
- A jelenlegi módszer alkalmazásakor nem vesszük figyelembe a folyamatok működésében rejlő véletlenszerűségeket, a folyamatok paramétereinek időbeli változásait, ezért a jövőállapot térkép elkészítésekor előfordulhat, hogy nem a legjobb döntéseket hozzuk. A vizsgált részrendszer szimulációs modellezésével az említett tényezők előállíthatók.

Szimulációs modellezés alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a SMED módszer alkalmazásánál

Az átállási folyamatok átfutási idejének csökkentése számos előnyös hatást eredményez, nevezetesen csökken a műveletközi készletek mennyisége, a termelési átfutási idő, valamint a gyártáshoz szükséges alapterület igény, továbbá növekszik a termelés rugalmassága és termelékenységére is. Ezen kedvező hatások elérése érdekében alkalmazza egyre több vállalat a SMED (Single Minute Exchange of Die) módszert.

A SMED alkalmazásának lépései [8,9]:

1. *Teljes átállási folyamat lemérése:* A lépés célja információ-gyűjtés a későbbi fejlesztések megvalósításához. Az átállási folyamat jelenlegi állapotát egy átállás felmérő lapon kell rögzíteni, melyhez sok esetben videofelvétel elkészítésére is szükség van. Az átállás felmérő lap a végzett átállási tevékenységeket, azok átfutási idejét, valamint egy megjegyzés rovatot tartalmaz (pl. párhuzamosan végzett tevékenységek jelölése).

2. *Belső és külső átállási lépések átrendezése:* Az előző lépésben meghatározott tevékenységeket csoportosítani kell abból a szempontból, hogy elvégezhetők –e a gyártás alatt (külső átállási művelet) vagy feltétlenül leállás szükséges elvégzésükhöz (belső átállási művelet). Ezt követően el kell végezni a lépések átrendezését, annak érdekében, hogy a belső átállás átfutási ideje csökkenjen.

3. *Belső átállási lépések külsővé alakítása:* Meg kell vizsgálni, hogy a megmaradt belső átállási műveletek közül melyek alakíthatók át külsővé technológiai fejlesztéssel. Ilyen jellegű átalakítások lehetnek például: a működési kondíciók előkészítése (pl. előmelegítés, előpozícionálás, ..., stb.), az alapvető funkciók standardizálása (pl. alkatrész befogás, szerszámok standardizálása, ..., stb.).

4. *lépés: Belső- és külső átállási lépések fejlesztése:* Ezen lépés során elsősorban kaizen tevékenységeket valósítunk meg mind a belső- mind pedig a külső átállási műveletek vonatkozásában. A kaizen során 4 alapelv alkalmazásának lehetőségét kell vizsgálni [10], melyek a következők:

- *Rövidítés:* Mozdulat tárgyának közelebb való elhelyezése és/vagy egy felesleges művelet kihagyása.
- *Összekapcsolás:* Két vagy több művelet párhuzamos végzése és/vagy több szerszámból egy elkészítése.
- *Átrendezés:* Objektumok átrendezése a hatékonyabb munkavégzés érdekében.
- *Egyszerűsítés:* Eszközön vagy módszeren egyszerűsítés oly módon, hogy az megfeleljen a követelményeknek (pl. szárnyas anyás rögzítés, rugós rögzítő, ..., stb.).

Szimulációs vizsgálati lehetőség(ek):

- A SMED módszer 2. és 3. lépése kapcsán megállapítható, hogy számos esetben az átállási folyamat jelentős átalakítására lehet szükség, amelynek működtetése az eddigiekhez képest többletköltséget jelenthet az átállási tevékenységnél (pl. többlet munkaerő alkalmazása, anyagmozgató berendezés beszerzése, új technológiák beszerzése, új szoftverek készítése és vagy alkalmazása, stb.), valamint költségcsökkenést és/vagy az előállított termékek mennyiségének növekedését eredményezheti a termelési folyamat vonatkozásában. Gyakran ezen lépések vizsgálata során több alternatíva képezhető. Annak érdekében, hogy a különféle átállási folyamat alternatívák közül a vállalat érdekeinek leginkább megfelelő változatot válasszuk ki, olyan szimulációs vizsgálati módszert kell alkalmaznunk, mely képes a feltárt alternatívákhoz tartozó fontosabb paraméterek meghatározására, valamint több szempont együttes figyelembe vételével a legkedvezőbb alternatíva kiválasztására.

Szimulációs modellezés alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a kanban rendszer kialakításánál

A nyomó elven működő logisztikai folyamatok húzó elvűvé történő alakítása, majd a kialakított folyamatok folyamatos fejlesztése a vállalatok számára fontos versenytényezőt jelent. A húzó elv megvalósítása alapvetően a kanban rendszer kialakításával és működtetésével történik, a kanban úgy értelmezhető, mint egy információs rendszer, amely az anyagáramlási- és termelési folyamatokat húzó elven szabályozza. A kanban rendszer segítségével elkerülhetjük a túlermelést/készlethiányt, megvalósíthatjuk a termelés kiegyenlítést, valamint folyamatosan fejleszthetjük rendszerünket [10]. Az átalakítási folyamat lépéseit a következőképpen foglalhatjuk össze:

1. *Előfeltételek teljesítése [10]:* A húzó elvű termelésirányítási rendszer bevezetése előtt a meglévő rendszerrel kapcsolatban meg kell valósítani a következő lean eszközöket:

- vizuális irányítás,
- javaslattevési rendszer,
- 5S,
- standardizálás,
- fejlesztést ösztönző vállalati kultúra kialakítása,
- kaizen.

2. *Csoport létrehozása:* A kanban rendszer bevezetésének megtervezését, koordinálását végző csoportot létre kell hozni, úgy hogy a bevezetésben érintett valamennyi terület képviseltesse magát, illetve a csoportban legyen legalább egy olyan személy, akinek tapasztalata van a kanban rendszerek kialakításával kapcsolatban.

3. *Ütemterv elkészítése:* A bevezetési folyamat főbb mérföldköveinek és azok határidejének meghatározása.

4. *Oktatás [10]:* A bevezetést végző csoport minden tagját oktatásban kell részesíteni a húzó elvű termelésirányítási rendszerek kialakításával, működtetésével kapcsolatban.

5. *Jelen állapot ábrázolása, elemzése, értékelése:* Az átalakítandó folyamat jelen állapotának feltérképezését célszerű az értékfolyamat térképezés módszerével megvalósítani [7]. A módszer lehetőséget biztosít a jelenlegi állapot megismerésére, objektív értékelésre.

6. *Jövőállapot megtervezése:* A jövőállapot megtervezése, alapvetően egy jövőállapot térkép elkészítését [7] jelenti, amely több lehetséges változat értékelését követően kerül kiválasztásra. A térkép meghatározza a rendszer működésének alapelveit, vagyis, hogy hol és milyen típusú eszköz elhelyezésére van szükség, illetve, hogy hogyan történjen az anyag- és információáramlás.

7. *Rendszer bevezetésének megtervezése:* A rendszer bevezetésének megtervezése alapvetően egy olyan táblázat elkészítését jelenti, ahol megadjuk az elvégzendő feladatokat, a teljesítés időszakát (Gantt diagramm), a feladat teljesítésével elérendő teljesítmény mutatókat, valamint a feladat elvégzésében érintett személyeket (RASIC chart). A rendszer bevezetésének ütemezése történhet rövid idő alatt a teljes folyamat vonatkozásában, illetve több lépésben értékfolyamat hurkonként [7], a részfolyamatok kialakítása során szerzett tapasztalatok felhasználásával.

8. *Rendszer működési szabályainak meghatározása [7]:* Ebben a lépésben meg kell határozni a rendszerben dolgozó személyek pontos munkautasításait különböző körülmények között (pl. folyamatfejlesztés módját, változó vevői igények mellett készletszint szabályozását, ..., stb).

9. *Rendszer eszközeinek megtervezése:* Meg kell tervezni a standard és speciális kanban kártya típusokat (pool kanban, express kanban, ..., stb.), a heijunka táblát, a szupermarketeket és/vagy FIFO csatornákat, a kanban tároló helyeket, szállítókat.

10. *Rendszer megvalósítása:* A rendszer bevezetési tervének megfelelően meg kell valósítani a húzó rendszert.

11. *Rendszer működésének oktatása [10]:* A rendszer üzemeltetésében részt vevő dolgozók részére meg kell tanítani és be kell gyakoroltatni a kidolgozott húzó rendszer működtetésével kapcsolatos munkautasításokat.

12. *Rendszer működtetése és fejlesztése:* A rendszer megvalósítását és a dolgozók képzését követően a rendszert működtetni kell, mely a kezdetekben számos problémával járhat. A működtetés során a kaizen-ek segítségével folyamatos fejlesztésre kell törekedni.

Szimulációs modellezés alkalmazási lehetőségei:

- A jövőállapot térkép elkészítésénél a szimulációs modellezés segítségével rövid idő alatt többféle rendszerváltozat létrehozható és vizsgálható, így a kiválasztott vizsgálati szempontok (alapterület igény, átfutási idő, kanban kártyák száma, dolgozók száma, stb.) alapján objektív döntés hozható.
- A kanban rendszer működési szabályainak meghatározásánál a szimulációs modellezés segítségével nagyobb hatékonysággal lehet meghatározni a cselekvési terveket különböző vevői igények mellett. A szükséges kanban készletek nagyobb pontossággal meghatározhatók, mivel a sztochasztikus hatások nagy pontossággal vehetők figyelembe. A termelési folyamat munkautasításai pontosabban meghatározhatók, így az emberi és gépi erőforrások kihasználtsága javítható.
- A kanban rendszer eszközeinek megtervezésénél a szimulációs modellezés segítségével nagyobb pontossággal tudjuk meghatározni a szükséges munkautasítások számát, a kanban kártya tárhelyek típusát, számát, valamint műveletközi tárolók típusát, számát is. Ez jelentős megtakarítást eredményezhet.
- A kialakított rendszer folyamatos fejlesztése elengedhetetlen a versenyképesség megtartása/növelése érdekében. A több értékfolyamatot érintő folyamatfejlesztési döntések meghozatalát sokszor érdemes szimulációs modellezés alkalmazásával meghozni, mivel egy rossz döntés akár jelentős veszteségeket is okozhat (pl. a szükségesnél kisebb teljesítőképességű technológiai berendezés beszerzése, ..., stb.).

Mindhárom lean módszernél elmondható, hogy a bevezetendő/megvalósított folyamatok működésének oktatása területén a szimulációs modellezés, valamint új képzési technikák (gamifikálás) alkalmazásával javítható a képzés minősége, valamint csökkenthető annak időtartama [11-12]. A bemutatott módszerek szimulációs vizsgálattal való integrációja új kutatási feladatokat is kijelöl, hiszen az integráció pontos formáit meg kell határozni vizsgálati- és döntési módszerek segítségével. A szimulációs modellezés alkalmazása a mikroregionális virtuális logisztikai hálózatok kialakításánál is nagy jelentőséggel bír [13].

Összefoglalás

A vállalatok versenyképességét alapvetően az határozza meg, hogy hogyan és milyen mértékben képesek veszteségeik csökkentésére, valamint milyen rugalmassággal tudnak

reagálni a vevői igények változására. Ezen célok elérése érdekében egyre több vállalat alkalmazza a lean filozófia eszközeit. A dolgozat egy rövid áttekintést adott a logisztikai folyamatok átalakulása szempontjából meghatározó legfontosabb lean eszközökről (VSM, SMED, Kanban), valamint bemutatta azok szimulációs modellezéssel való integrációs lehetőségeit, azok előnyeit. Ezen integrációs lehetőségek többsége új kutatási feladatokat is indukál vizsgálati- és döntési módszerek kidolgozásán keresztül. Összességében elmondható, hogy a szimulációs modellezés felhasználásával jelentős hatékonyságnövekedés érhető el a bemutatott lean eszközök alkalmazása területén.

Acknowledgement

“The described article was carried out as part of the EFOP-3.6.1-16-00011 “Younger and Renewing University – Innovative Knowledge City – institutional development of the University of Miskolc aiming at intelligent specialisation” project implemented in the framework of the Szechenyi 2020 program. The realization of this project is supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund.”

Felhasznált irodalom

- [1] J. P. Womack, D. T. Jones: Lean thinking, Simon & Schuster Inc., 2008.
- [2] J. Cselényi, B. Illés: Planning and controlling of material flow systems. Textbook, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2006.
- [3] H. Mapfaira, M. Mutingi, V. P. Kommula, D. Baiphisi, M. Kemsley: Productivity improvement using simulation modelling and lean tools, International Journal of Engineering Sciences & Research Technology, ISSN: 2277-9655, 2016.
- [4] A. Aravinthkumar, D. Rajenthirakumar: Lean Tools and Techniques Implementation in a Manufacturing Industry, Journal of Applied Sciences Research · November 2015.
- [5] A. Mahfouz, A. Arisha: Lean distribution assessment using an integrated model of value stream mapping and simulation, Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference.
- [6] Tamás. P., Illés, B., Tollár, S. (2012): Simulation of a flexible manufacturing system. Adv. Logistic System Theory and practice, Volume 6., HU ISSN 1789-2198, pp. 25-33.
- [7] M. Rother, M. J. Shook: Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda, Lean Enterprise Institute, 2003.
- [8] S. Shingo: A Revolution in Manufacturing: The SMED system. Productivity Press, 1985
- [9] B. Ulutas: An application of SMED Methodology, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering Vol. 5, No.7, 2011.
- [10] Kosztolányi, J., Schwahofer, G. (2012): Kanban, KAIZENPRO Oktató és Tanácsadó Kft., ISBN: 9789638962065
- [11] P. Markopoulos, A. Fragkou, P. D. Kasidiaris, J. P. Davim: Gamification in Engineering Education and Professional Training, International Journal of Mechanical Engineering Education, Vol. 43(2), pp. 118-131, 2015. DOI: 10.1177/0306419015591324
- [12] E. B. Mohamad, T. Ito.: Integration of e-learning and simulation to user training programme of SMED, International Journal of Internet Manufacturing and Services, Vol.. 3(2) 2013. DOI: 10.1504/IJIMS.2013.058716

- [13] Kovács Gy., Cselényi J., Somogyvári Zs.: Mikroregionális virtuális logisztikai hálózat kialakításának módszere, koncepciója, OGÉT 2007. - XV. Nemzetközi Gépész Találkozó, 2007. június, Kolozsvár, Konferencia-kiadvány, pp. 216-221.
- [14] Gubán Miklós: A szolgáltatási folyamatok modellezése, LOGISZTIKAI TRENDEK ÉS LEGJOBB GYAKORLATOK 1:(2) pp. 15-17. (2015)

*Mezei Zoltán
Gubán Ákos, PhD*

FLUIDUM ÁRAMLÁS ÉS LOGISZTIZÁLÁS A KÖZPÉNZÜGYI GAZDÁLKODÁSI FOLYAMATOKBAN

Absztrakt

A fluidumok feltárásának és azonosításának folyamata nagyon komplex témakör a közpénzügyi gazdálkodási folyamatokban. A BGE-n idén lezárult EMMI-2630-2/2013/TUDPOL kutatás a „Szolgáltatási folyamatok javítása” című projekt (LOST) keretében eddig a szolgáltatási folyamatokra alkalmazható műszaki-matematikai modellek megalkotását végezte a kutatócsoport. Egy korábbi tanulmányunkban (Mezei – Gubán, 2014) bemutattuk, hogy a mi a kutatási irány egyik bővítési lehetősége. A Magyar Tudományos Akadémia Titkárság gazdálkodási folyamatainak feltárásával betekintést nyerhettünk a magyar közpénzügyi szektor gazdálkodási folyamataiba.

Jelen tanulmány a korábban elkezdett kutatási eredményeket összegzi négy költségvetési szerv gazdálkodási folyamatainak feltárásával. A cikkünk hipotézise a közpénzügyi gazdálkodási folyamatokban áramló objektumokra és a közpénzügyi gazdálkodási folyamatok modellezésére fókuszál. A hipotézis a következő: „A közpénzügyi folyamatokban jól meghatározható fluidumok áramlanak, amelyek lefedik a teljes folyamatot. Azaz, ha a vizsgálat eredménye igaz, akkor a közpénzügyi gazdálkodási folyamatok modellezhetők logisztizálással. Ha nem igaz, akkor olyan modell alkotható, amely megfelel egy jól definiálható egységes műszaki-szolgáltatási folyamatnak.”

Fluidum áramlás

A hipotézishez két kutatási kérdés tartozik, amelyek közül az egyik közvetlenül a fluidum áramláshoz kapcsolódik. A kutatási kérdés a következő: „*Beszélhetünk-e fluidum áramlásról a közpénzügyi gazdálkodási folyamatok esetében?*” A kérdés teljes körű feltárása előtt röviden tekintsük át a röviden kapcsolódó fogalmakat Gubán – Kása (2013) alapján.

A *Csomópont* egy rendszer olyan objektuma, amely bármilyen elem transzformációjára vonatkozó adatok – input-output (I/O) transzformáció vagy típus-transzformáció – tárolására képes, emellett a csomópontok tartalmazhatnak (protokoll-szerűen) eljárásokat, függvényeket, úgymint: új elem létrehozása, elemek összevonása, elemek szétválasztása, elem törlése. A továbbiakban összefoglaló névvel a képességeket *transzformációnak* nevezzük. Az olyan transzformációt, ahol az input típusa nem egyezik meg az output típusával típus-transzformációnak tekintjük.

Fluidum alatt minden olyan anyagi vagy nem anyagi (pl. adat, információ) alapú objektumot értünk, amely egy adott rendszer valamely két nem feltétlen szomszédos csomópontja között áramolhat, vagy valamely csomóponton kialakulhat, vagy törlődhet, esetleg mennyiségi és minőségi transzformáción esik át.

A vizsgált fluidumoknak egy olyan véges csoportját, amely egy megadott időintervallumban „érint”

- a) egy csomópontsorozatot (ahol, az egyik csomópont outputja, a másik csomópont inputja),
- b) a hozzájuk tartozó csomópont transzformációk sorozatát, valamint
- c) a belépés és kilépés típusjellemzőit (típus-transzformáció) és
- d) az időszerkezet együttesét foglalja magában

fluidum áramnak definiáljuk.

Folyamat (process) alatt azon fluidum áramok egy kötegét (batch) és kapcsolataikat értjük, amelyet önkényesen és/vagy tudatosan az adott gazdálkodó szervezet egy egységként kezel. A folyamat minden esetben egy absztrakt fogalom, amelyhez tartozik egy dinamikus modell, ami a folyamat vázát és az áramlás időszerkezetét hivatott megmutatni.

A kutatási kérdést átfogalmazva, arra keressük a választ, hogy a közpénzügyi gazdálkodási folyamatokban is vannak-e csomópontok, történnek-e transzformációk, feltárhatók-e fluidumok, továbbá definiálhatók-e különféle fluidum áramok és folyamatok a rendszerben? A kutatási kérdést az előző fejezetben bemutatott négy standardizált gazdálkodási folyamat (költségvetés tervezése, standard dologi beszerzések, beruházások és felújítások, közbeszerzések) vonatkozásában vizsgáltam.

A következőkben tekintsük át egy-egy konkrét példán keresztül a standardizált folyamatokat, ahol „láthatóvá” válnak a közszektor gazdálkodási rendszerében áramló fluidumok. A lenti példák kiragadását az indokolta, hogy ott előfordul valamennyi vizsgálandó gazdálkodási esemény. Továbbá, azokban mutatkozik valós lehetőség a logisztizálásra. Megállapíthatjuk, hogy minden közpénzügyi folyamat eseményvezérelt, amelyet egy anyagi vagy nem anyagi objektum indít el. A folyamat elindítása lehet determinisztikus (szervezetileg szabályozott) vagy sztochasztikus (ad-hoc).

Az „A” példa a költségvetési ciklus első lépéséhez, a költségvetés tervezéséhez kapcsolódik. Ebben az irodaszer költségek (standard dologi kiadás) tervezésén keresztül tárjuk fel a folyamat eseményeit.

1. Indító esemény (determinisztikus): fenntartó minisztériumtól (továbbiakban: minisztérium) megérkezik az utasítás, hogy a közpénzügyi szervezet (továbbiakban:

intézmény) készítse el a következő időszaki (jellemzően következő év) költségvetés tervezetét.

2. Tervezési folyamat kezdete (keretgazda igények felmérése): a gazdasági vezető továbbítja az utasítást a keretgazdák felé, hogy készítsék el a következő időszak irodaszer beszerzésére vonatkozó költségvetés tervezetét.
3. Igénybejelentők elkészítése (1): a keretgazdák (jellemzően egyes főosztályok vagy igazgatóságok) visszaküldik az irodaszerekre vonatkozó költségvetési tervet a gazdasági vezetőnek.
4. Hibaüzenet: a gazdasági vezető korrekciót kér a keretgazdáktól az irodaszerek beszerzésére vonatkozóan a költséghatékony működés elve miatt.
5. Korrekció: a keretgazdák végrehajtják az elvárt módosításokat az igénybejelentő feljegyzéseken.
6. Költségvetés tervezése (1): a gazdasági vezető beépíti az egyedi módosított irodaszer igényeket az intézmény költségvetésébe. Összeveti, hogy szervezeti szinten összhangban van-e a dologi kiadásokra engedélyezett keretösszeg a benyújtott igényekkel.
7. Költségvetés tárgyalása (1): az intézmény elküldi a dologi kiadásokat is tartalmazó költségvetési tervezetet a minisztériumba. Bizonyos időkereten belül a közpénzügyi szervezet vezetője személyes egyeztetést folytat a minisztérium képviselőjével. A tárgyalás eredményeként módosítani kell az intézmény költségvetésén.
8. Költségvetés tervezése (2): a gazdasági vezető informálja a keretgazdát, hogy az irodaszer igényeken módosítani kell, mert nem áll rendelkezésre akkora keret, mint a beérkezett igények. A keretgazdák elkészítik a módosított igénybejelentőket az irodaszer beszerzésre vonatkozóan. A módosított adatokat beépíti a gazdasági vezető az intézmény dologi kiadásai közé.
9. Igénybejelentők elkészítése (2): a keretgazdák (jellemzően egyes osztályok vagy igazgatóságok) visszaküldik az irodaszerekre vonatkozó módosított költségvetési tervet a gazdasági vezetőnek.
10. Költségvetés tárgyalása (2): A dologi kiadások nagyságrendje már megfelel a minisztérium elvárásainak, így a költségvetési terv továbbításra kerül.
11. A minisztérium jóváhagyja az intézmény költségvetési sarokszámait, s visszaküldésre kerül a dologi kiadásokat jóváhagyó levél.
12. Aggregálás: Az intézmény egyedi költségvetési terve is beépítésre kerül a központi költségvetésbe, s elkészül a következő időszaki költségvetési törvény.
13. Záró esemény: a központi költségvetésről szóló jogszabály alapján az intézmény elkészíti az elemi költségvetését az irodaszer beszerzéseket is magába foglaló dologi kiadásokra.

A fenti példában az alábbiakat definiálhatjuk: forrás-csomópont – minisztérium; indító fluidum – tervezési utasítás (nem anyagi objektum); első feltárt transzformáció – tervezési utasításból igényfelmérő adatlap lesz; fluidum áram – költségvetés tervezése; process – irodaszer költségek tervezése; nyelő csomópont – gazdasági igazgató (pénzügy).

A „B” példa a költségvetési ciklus második lépéséhez, a költségvetés végrehajtásához kapcsolódik. Ebben az irodaszer (standard dologi kiadás, közbeszerzési eljárás nélkül) beszerzésen keresztül tárjuk fel a folyamat eseményeit.

1. Indító esemény (sztochasztikus): nem megfelelően nyomtat (csíkoz) a munkaügyi részleg nyomtatója. Ezt észleli a munkatárs, s jelzi a hibát az részlegvezetőnek.

2. Előkészítés: informális e-mail a keretgazdához, hogy van-e dologi fedezet új toner beszerzésére. A válasz nemleges.
3. A munkaügyi vezető keret átcsoportosítást kér a keretgazdától.
4. A keretgazda jóváhagyja a keretátcsoportosítást a dologi kiadásokon belül.
5. Igény bejelentése: a munkaügyi vezető formális úton jelzi a toner beszerzési igényt a keretgazdának.
6. A keretgazda igazolja pénzügyi fedezet meglétét és elkészíti az igénylő levelet.
7. Kötelezettségvállalás: az elkészített igénylő-levél továbbításra kerül a pénzügyi részleg felé, ahol ez alapján elkészítik a kötelezettség-vállalás tervezetet.
8. A gazdasági vezető ellenjegyzi a kötelezettségvállalási okiratot, elkészül az engedélyező levél.
9. Beszerzés: a dologi keret átadásra kerül a beszerzési részlegnek, ahol elkészítik a megrendelést a szerződött szállító felé.
10. Teljesítés: a szállító átadja a megrendelt tonert szállítólevél kíséretében az IT részleg munkatársának.
11. A könyvelés nyilvántartásba veszi (iktatja) a toner beszerzésről szóló számlát.
12. Szakmai teljesítésigazolás: az IT részleg munkatársa igazolja, hogy megfelelő toner érkezett a szállítótól.
13. A könyvelés lekönyveli a számlát, mert az összhangban van a kiküldött megrendeléssel, majd elkészíti az utalványrendelet tervezetet.
14. Érvényesítés: a pénzügyi részleg készít egy feljegyzést arról, hogy a toner beszerzéshez kapcsolódó számla ellenértéke rendelkezésre áll. Ez utasításra történik, mert az igénylőlevél képezi a bizonylat alapját.
15. Utalványozás: a gazdasági vezető elkészíti kiadási utalványrendelet, amely tartalmazza a számla, megrendelés és kötelezettségvállalás releváns adatait.
16. Az utalványrendelet alapján megtörténik a pénzügyi teljesítés (banki átutalás) a szállító felé.

A fenti példában az alábbiakat definiálhatjuk: forráscsomópont – munkaügyi részleg (probléma felmerülésének helye); fluidum – hibás nyomtatás (üzenet); első feltárt transzformáció – üzenetből e-mail lesz; első feltárt fluidum áram – kötelezettségvállalás; process – irodaszer beszerzés (toner); nyelő csomópont – pénzügy. A pénzügyet definiáltuk nyelő csomópontként, mert a nyomtatóban történő toner csere nem része a közpénzügyi gazdálkodási folyamatnak.

A „C” példa a költségvetési ciklus második lépéséhez, a költségvetés végrehajtásához kapcsolódik. Ebben a napkollektor beszerzésen (beruházási kiadás, közbeszerzéssel) keresztül tárjuk fel a folyamat eseményeit.

1. Indító esemény (sztochasztikus): jelzés a kontrolling részleg munkatársától, hogy nagyon magas az intézmény energiafogyasztása.
2. Előkészítés: informális e-mail a keretgazdához, hogy nem zárolták-e a beruházási fedezet napkollektor beszerzésére.
3. A válasz pozitív, így a keretgazda költségvetési szempontból jóváhagyja a beszerzési tervet.
4. Igény bejelentése: a műszaki részleg formális úton jelzi a napkollektor beszerzési igényt a keretgazdának.
5. A keretgazda igazolja pénzügyi fedezet meglétét és elkészíti az igénylő levelet.

6. Kötelezettségvállalás: az elkészített igénylő-levél továbbításra kerül a pénzügyi részleg felé, ahol ez alapján elkészítik a kötelezettség-vállalás tervezetét.
7. A gazdasági vezető ellenjegyzi a kötelezettségvállalási okiratot, elkészül az engedélyező levél.
8. Közbeszerzési eljárás: az értékhatár és a beszerzés típusa (építési beruházás) miatt lefolytatásra kerül az eljárás a közbeszerzési szabályzat alapján – részletesen ld. „D” példa.
9. Beszerzés: az eredményes közbeszerzési eljárást követően a beruházási keret átadásra kerül a beszerzési részlegnek, ahol elkészítik az építési szerződés tervezetét.
10. Az elkészült szerződéstervezet a beszerzési részleg átküldi a jogi részlegre jóváhagyásra.
11. A jóváhagyott szerződést és megrendelést a beszerzési részleg elküldi kiválasztott beszállítónak.
12. Teljesítés: a beszállító telepíti a napkollektort, amelyről felvételre kerül egy közös jegyzőkönyv a műszaki részleg munkatársával.
13. A könyvelés nyilvántartásba veszi (iktatja) a napkollektor telepítéséről szóló számlát.
14. Szakmai teljesítésigazolás: a műszaki részleg munkatársa igazolja, hogy az elvárt műszaki tartalom szerint telepítette a beszállító a napkollektort. Elkészül az üzembe helyezési jegyzőkönyv, s a beszállító átadja üzemeltetésre a napkollektort az intézménynek.
15. A könyvelés lekönyveli a számlát, mert az összhangban van a kiküldött megrendeléssel, majd elkészíti az utalványrendelet tervezetét.
16. Érvényesítés: a pénzügyi részleg készít egy feljegyzést arról, hogy a napkollektor beszerzéshez kapcsolódó számla ellenértéke rendelkezésre áll. Ez utasításra történik, mert az igénylőlevél képezi a bizonylat alapját.
17. Utalványozás: a gazdasági vezető elkészíti kiadási utalványrendelet, amely tartalmazza a számla, megrendelés és kötelezettségvállalás releváns adatait.
18. Az utalványrendelet alapján megtörténik a pénzügyi teljesítés (banki átutalás) a beszállító felé.

A fenti példában az alábbiakat definiálhatjuk: forrás-csomópont – kontrolling részleg; fluidum – jelzés, hogy magas az energiafogyasztás (nem anyagi objektum); első feltárt transzformáció – jelzésből e-mail lesz; első feltárt fluidum áram – kötelezettségvállalás; process – beruházási beszerzés (napkollektor); nyelő csomópont – pénzügy. A pénzügyet definiáltuk nyelő csomópontként, mert a napkollektor üzemeltetése nem része a közpénzügyi gazdálkodási folyamatnak.

A „D” példa a költségvetési ciklus második lépéséhez, a költségvetés végrehajtásához kapcsolódik. Ebben a napkollektor beszerzéshez kapcsolódó közbeszerzési eljáráson keresztül tárjuk fel a folyamat eseményeit.

1. Indító esemény (determinisztikus): a közbeszerzési szabályzat alapján az intézménynek le kell folytatnia egy nyílt közbeszerzési eljárást napkollektor beszerzésére.
2. Éves közbeszerzési terv: az intézményi költségvetés tervezésekor (ld. „A” példa) a napkollektor beszerzést is beemelték az éves összesített közbeszerzési tervbe, így formálisan elindulhat az eljárás.
3. Eljárás elindítása: a kötelezettségvállalás alapján a közbeszerzési részleg elkészíti a kezdeményező iratot, amely főbb elemei az ajánlattételi dokumentáció tervezet és az összeférhetlenség vizsgálata.

4. Belső egyeztetések: az esemény eredményeként elkészül az ajánlattételi dokumentáció (hirdetmény) és az összeférhetetlenségi nyilatkozat.
5. Hirdetmény: az intézmény közzéteszi az eljárás hirdetményét a Közbeszerzési Értesítőben.
6. Dokumentáció átadása: az intézmény a jelentkezők rendelkezésére bocsátja az ajánlattételi dokumentációt, amelyről ajánlattevői regisztrációs lap készül.
7. Ajánlatok bontása: az ajánlattevői regisztrációs lap és a beérkezett ajánlatok alapján a közbeszerzési részleg munkatársa nyilvánosan felbontja az ajánlatokat. Erről bontási jegyzőkönyv készül.
8. Ajánlatok ellenőrzése: a bontási jegyzőkönyv alapján átvett ajánlatokat formai szempontból ellenőrzi a közbeszerzési részleg munkatársa, elkészül az előzetes bíráló bizottsági jegyzőkönyv.
9. Döntési javaslat: a formai ellenőrzésen megfelelt érvényes ajánlatok közül a bíráló bizottság kiválasztja a nyertest, elkészül a bíráló bizottsági jegyzőkönyv.
10. Eredményhirdetés: a bíráló bizottsági jegyzőkönyv alapján a közbeszerzési részleg munkatársa kihirdeti a nyertes ajánlattevőt.
11. Összegző feljegyzés készül az eljárás eredményéről, amely továbbításra kerül a beszerzési részleg felé.
12. Éves statisztikai összegzés: a napkollektor beszerzésről készült összegző feljegyzés adatai is beépülnek az éves statisztikai adatszolgáltatásba.

A fenti példában az alábbiakat definiálhatjuk: forrás-csomópont – pénzügy; fluidum – igénylőlevél (nem anyagi objektum); első feltárt transzformáció – igénylő levélből hirdetmény lesz; fluidum áram – kötelezettségvállalás; process – közbeszerzés (napkollektor); nyelő csomópont – közbeszerzési részleg.

Az előzőek alapján összegezhethetjük, hogy a fluidum olyan adat, amely áramlik, transzformálódhat, és információs tulajdonságot mutathat. A folyamatban feltárt esemény pedig olyan tranzakció, amelynek az időszerkezete rögzített, van benne legalább egy adatérték (üzenet), és az adattartalma nem módosítható. A folyamat meghatározza, hogy adott időpillanatban (időkeretben) az adott fluidummal mi kell, hogy történjen.

A közpénzügyi rendszerek létezését a jogszabályi környezet biztosítja, amely meghatározza a gazdálkodási rendszer funkcióit. A delegált funkciókhoz a költségvetési ciklus egyes lépései, külső és belső események egy csoportja, valamint folyamatok tartoznak. A fenti példák alapján megállapíthatjuk, hogy a közpénzügyi gazdálkodási folyamatok eseményvezéreltek, és az esemény mindig tartalmaz legalább egy adatot, ami információs tulajdonságot mutat.

Tehát tényként kezelhetjük, hogy a rendszerben feltárható egy kezdeti fluidum, ez a fluidum minden esetben a tranzakciót kiváltó vagy elindító objektum, amely bármelyik rendszerbementen megjelenhet. Mivel esemény, tranzakció „ok”, vagyis objektum nélkül nem lehetséges, ezért igazoltnak tekintjük, hogy van kezdeti fluidum. Továbbá, a kiindulási objektum (jel vagy üzenet) minden esetben végig áramlik a rendszeren, ellenben a folyamat során transzformálódhat.

Közpénzügyi gazdálkodási folyamatok logisztizálása

A valós közpénzügyi gazdálkodási folyamatok feltárása a meglévő rendszer elemzéséből indul ki. Minden rendszer alapmodelljében előre meghatározott és részben vagy teljesen leírt alapfolyamatok ismertek, esetleg definiáltak. A rendszer vizsgálatához és modellezéséhez ezt

használjuk fel kiindulási alapnak. Ahhoz, hogy a valós folyamatokat feltárjuk, a fluidumok áramlását kell meghatároznunk.

A hipotézishez tartozó második kutatási kérdés így hangzik: „*Modellezhető-e és ennek segítségével szimulálható-e a közpénzügyi gazdálkodási folyamatok logisztizálással?*” A kérdés teljes körű feltárása előtt röviden tekintsük át a logisztizálás definícióját röviden Gubán (2013) alapján.

Logisztizálás alatt bármely rendszer folyamatainak és a folyamatokhoz kapcsolódó fluidumok időbeli, térbeli, minőségi és mennyiségi változásainak elemzését, valamint együttes hatékonyság, érzékenység és optimalitás szempontjából történő modellezését értjük. A rendszerben feltárt folyamatokat áramlási szempontból vizsgálom meg, majd megkeresem, hogy a folyamatoknak melyek lesznek a kezdeti (azaz bemeneti) és a záró (azaz kimeneti) csomópontjai, hogyan kapcsolódnak a folyamatok egymáshoz, továbbá meghatározom kapcsolódási pontok típusát, jellemzőit.

Fluidum áramlása áramlási szempontból két csoportra osztható, csomóponti áramlás, folytonos áramlás. A csomópontos áramlás esetén a fluidum transzformáció csak a csomóponton érzékelhető és fejt ki hatását, ezzel szemben a folytonos esetben a transzformáció a folyamat bármely pontján létrejöhet. A vizsgálataim szempontjából (mivel szolgáltatási folyamatok szimulációját szeretném elvégezni) a csomópontos áramlás lesz a fontos, és ezt tekintjük át a későbbiekben.

Az előző fejezetben szereplő példák segítségével áttekintést kaphattunk arról, hogy milyen főbb események történnek a vizsgált közpénzügyi gazdálkodási folyamatokban. Jelen fejezet további részében a példákban folyamat valamennyi elemét és azok kapcsolódásait feltárjuk. Ha feltártuk a fluidumot, a csomópontot, a process-t és a transzformációkat, akkor felépíthető a racionális, dinamikus folyamatmodell.

A konkrét példákra épülő dinamikus folyamatmodellekben az alábbi transzformációk figyelhetők meg:

- Új elem létrehozása: a folyamatban új fluidum keletkezik
- I/O: input/output – csak átáramlik a csomóponton a fluidum
- Típus: a fluidum típusa megváltozik, de adattartalma nem
- Összevonás: két vagy több fluidum adattartalmának összevonása
- Szétválasztás: az adattartalom szétválasztása két vagy több fluidumba

Az alábbi táblázat a költségvetés tervezése lépés, dologi kiadások modul folyamatait részletezi, ahol a sorszám az 1. fejezetben szereplő „A” példa (standard dologi kiadások tervezése) eseményeit jelöli.

1. táblázat: Standard dologi kiadások tervezése - részletesen

Sorszám	Csomópont	Input	Output	Transzformáció jellege
A1	Minisztérium	Áht.	Tervezési utasítás v1	Új elem létrehozása
A2	Gazdasági vezető	Tervezési utasítás v1	Tervezési körirat v1	I/O
A3	Keretgazda	Tervezési körirat v1	Igénybejelentő feljegyzés v1	Típus
A4	Gazdasági vezető	Igénybejelentő feljegyzés v1	Hibaüzenet	Típus, új elem létrehozása
A5	Keretgazda	Hibaüzenet	Igénybejelentő feljegyzés v2	Típus
A6	Gazdasági vezető	Igénybejelentő feljegyzés v2	Ktg. vetés tervezet és indokolás	Típus, új elem létrehozása
A7	Minisztérium	Ktg. vetés tervezet és indokolás v1	Tervezési utasítás v2	Típus

A8	Gazdasági vezető	Tervezési utasítás v2	Tervezési körirat v2	I/O
A9	Keretgazda	Tervezési körirat v2	Igénybejelentő feljegyzés v3	I/O
A10	Gazdasági vezető	Igénybejelentő feljegyzés v3	Ktg. vetés tervezet és indokolás v2	I/O
A11	Minisztérium	Ktg. vetés tervezet és indokolás v2	Jóváhagyó levél	Típus
A12	Központi kormányzat	Jóváhagyó levél	Költségvetési törvény	Típus, összevonás
A13	Gazdasági vezető	Költségvetési törvény	Elemi költségvetés	Típus, szétválasztás

Forrás: saját szerkesztés – jogszabályok, belső szabályzatok alapján

Az 1. táblázatban található, szürkével jelölt csomópontok (A1, A7, A11-A12) a Minta költségvetési intézmény szervezetén kívül található, így azokat nem lehet figyelembe venni a logisztizálásnál.

A fenti táblázatban szereplő fluidumok valamennyi esetben nem anyagi természetűek: a folyamatban elektronikus üzenetek vagy információk (adatok)¹ áramlanak. Típus transzformáció esetén az információhordozó dokumentum jellege változik: szöveges (Word) és táblázatos (Excel) formák. Ebben a folyamatban a kezdeti fluidum a tervezési utasítás, amely a minisztérium forrás-csomópontban keletkezik, és természetesen számunkra a keletkezés körülményei nem relevánsak. A költségvetés tervezése folyamat nyelő-csomópontja a gazdasági vezető, s a záró fluidum pedig az elemi költségvetés.

A standard dologi kiadások tervezése modulban a belső tervezési események azonosíthatók fluidum áramként, azaz 1. körös tervezés (A2-A6), illetve 2. körös tervezés (A6-A10 és A13). A többi eseményre nincs ráhatása a Minta költségvetési szervezetnek, bár azok is jól definiálható fluidum áramot képeznek.

Az 1. táblázatban szereplő közpénzügyi gazdálkodási folyamat kapcsolódik az 1. fejezetben bemutatott „B” (standard dologi kiadások), „C” (beruházás és felújítás) és „D” (közbeszerzések) példákhoz. Ennek oka, hogy a költségvetési ciklus 1. lépés és 2. lépés moduljai között átfedés van. Konkrétan, az elemi költségvetés minden részterületét meg kell tervezni annak végrehajtása előtt.

A standard dologi kiadások tervezése folyamatban redundancia észlelhető az A4-A6 események tekintetében. A folyamat időigénye csökkenthető, ha maximum egyszer fut le ez a tevékenységsorozat, mert mind a klónozás, mind a duplikálódás növeli az átfutási időt és a bizonytalanságot.

A következő táblázat a költségvetés végrehajtása lépés, standard dologi kiadások modul folyamatait részletezi, ahol a sorszám az 1. fejezetben szereplő „B” példa eseményeit jelöli.

2. táblázat: Standard dologi kiadások - részletesen

Sorszám	Csomópont	Input	Output	Transzformáció jellege
B1	Munkaügy	Nyomtató hibaüzenet	Informális e-mail	Új elem létrehozása
B2	Keretgazda	Informális e-mail	Negatív válasz	I/O
B3	Munkaügy	Negatív válasz	Keretátcsoportosítási igény	Típus

¹ Jelen esetben a kettő között nem teszünk érdemi különbséget, csak a fontosabb esetben alkalmazzuk a Shannon-i információ definíciót. E szerint az átvitt adatmennyiség információtartalma attól függ, hogy a vétel helyén mennyire szünteti meg a bizonytalanságot.

B4	Keretgazda	Keretátcsoportosítási igény	Jóváhagyott kérelem	I/O
B5	Munkaügy	Jóváhagyott kérelem	Igénybejelentő feljegyzés	Típus
B6	Keretgazda	Igénybejelentő feljegyzés	Igénylőlevél	Típus
B7	Pénzügyi részleg	Igénylőlevél	Köt. váll. okirat tervezet	Típus
B8	Gazdasági vezető	Köt. váll. okirat tervezet	Ellenjegyzett okirat, eng. levél	Típus, új elem létrehozása
B9	Beszerezés	Engedélyező levél	Megrendelő lap	Típus
B10	Beszállító	Megrendelő lap	Toner (a), szállítólevél (a), számla (b)	Típus, új elem létrehozása
B11	Könyvelés	Számla	Iktatás, szakmai telj. igazolás kérés	I/O és típus
B12	IT	Szakmai telj. ig. kérés, toner, szállítólevél	Szakmai telj. igazolás	Típus, összevonás
B13	Könyvelés	Szakmai telj. igazolás	Könyvelés készítése, utalványrend. terv.	I/O és típus
B14	Pénzügyi részleg	Utalványrendelet tervezet	Feljegyzés az érvényesítésről	Típus
B15	Gazdasági vezető	Feljegyzés az érvényesítésről	Kiadási utalványrendelet	Típus
B16	Pénzügyi részleg	Kiadási utalványrendelet	Banki átutalás	típus

Forrás: saját szerkesztés – jogszabályok, belső szabályzatok alapján

A 2. táblázatban található, szürkével jelölt csomópont (B10) a Minta költségvetési intézmény szervezetén kívül található, így azt nem lehet figyelembe venni a logisztizálásnál. Az **F/2 Függelékben** található ábra a fenti táblázat fluidum-csomópont kapcsolatait rendszerezi.

A fenti táblázatban szereplő fluidumok többsége nem anyagi természetű (a folyamatban elektronikus üzenetek vagy információk áramlanak), azonban materiális fluidumok is feltárhatók – toner és papír alapú dokumentumok. Az információhordozó dokumentum jellege változik, vagyis az elektronikus üzenetből papír alapú dokumentum lesz – ez egy tipikus típus transzformáció. Ebben a folyamatban a kezdeti fluidum a nyomtató hibaüzenet, amely a munkaügy forrás-csomópontban keletkezik. A standard dologi kiadások modul nyelő-csomópontja a pénzügy, s a záró fluidum pedig a banki átutalás.

A standard dologi kiadások modulban az Ávr. által definiált események azonosíthatók fluidum áramként, azaz

- kötelezettségvállalás (B5-B8),
- teljesítés (B9-B12),
- érvényesítés (B13-B14),
- utalványozás (B15-B16).

Megjegyzendő, hogy a B10 eseményre nincs ráhatása a Minta költségvetési intézménynek, ott a létező keretszerződés paraméterei az irányadóak. A modulban definiálható továbbá az előkészítés folyamata – B1-B4.

A 2. táblázatban szereplő közpénzügyi gazdálkodási folyamat kapcsolódik az 1. fejezetben bemutatott „A” (dologi kiadások tervezése) példához. Ennek oka, hogy a költségvetési ciklus 1. lépés és 2. lépés moduljai között átfedés van, mert az elemi költségvetés minden részterületét meg kell tervezni a végrehajtás előtt.

A standard dologi kiadások folyamatban redundancia észlelhető az előkészítő folyamat tekintetében. Ez logisztizálási szempontból azt jelenti, hogy vagy duplikálódik a fluidum, vagy információ esetében „klónozdik” az objektum. A folyamat időigénye csökkenthető, ha maximum egyszer fut le ez a tevékenységsorozat – hiszen, mind a klónozás, mind a duplikálás növeli az átfutási időt és a bizonytalanságot. A hatékonysága tovább növelhető, ha kizárólag elektronikus dokumentumok áramlanak: aláírás, bélyegző helyett elektronikus aláírást és időbélyegzőt alkalmaznak.

Az alábbi táblázat a költségvetés végrehajtása lépés, beruházási kiadások modul folyamatait részletezi, ahol a sorszám az 1. fejezetben szereplő „C” példa eseményeit jelöli.

3. táblázat: Beruházási kiadások - részletesen

Sorszám	Csomópont	Input	Output	Transzformáció jellege
C1	Kontrolling	Magas energia-fogyasztás	Figyelmeztető jelzés	Új elem létrehozása
C2	Műszaki részleg	Figyelmeztető jelzés	Informális e-mail	Típus
C3	Keretgazda	Informális e-mail	Pozitív válasz	I/O
C4	Műszaki részleg	Pozitív válasz	Igénybejelentő feljegyzés	Típus
C5	Keretgazda	Igénybejelentő feljegyzés	Igénylőlevél	Típus
C6	Pénzügyi részleg	Igénylőlevél	Köt. váll. okirat tervezet	Típus
C7	Gazdasági vezető	Köt. váll. okirat tervezet	Ellenjegyzett okirat, eng. levél	Típus, új elem létrehozása
C8	Közbeszerzési részleg	Engedélyező levél	Összegző feljegyzés	Típus, új elem létrehozása
C9	Beszerezés	Összegző feljegyzés	Építési szerződéstervezet	Típus, összevonás
C10	Jogi részleg	Építési szerződéstervezet	Jóváhagyott építési szerződés	I/O
C11	Beszerezés	Jóváhagyott építési szerződés	Megrendelés, építési szerződés	Típus
C12	Beszállító	Megrendelés, építési szerződés	Napkollektor (a), jegyzőkönyv (a), számla (b)	Típus, új elem létrehozása
C13	Könyvelés	Számla	Szakmai telj. igazolás kérés	Típus
C14	Műszaki részleg	Napkollektor, jegyzőkönyv, szla.	Szakmai telj. igazolás	Típus, összevonás
C15	Könyvelés	Szakmai telj. igazolás	Könyvelt számla, utalványrend. terv.	Típus
C16	Pénzügyi részleg	Utalványrendelet tervezet	Feljegyzés az érvényesítésről	Típus
C17	Gazdasági vezető	Feljegyzés az érvényesítésről	Kiadási utalványrendelet	Típus
C18	Pénzügyi részleg	Kiadási utalványrendelet	Banki átutalás	típus

Forrás: saját szerkesztés – jogszabályok, belső szabályzatok alapján

A 3. táblázatban található, szürkével jelölt csomópont (C12) a Minta költségvetési intézmény szervezetén kívül található, így azt nem lehet figyelembe venni a logisztizálásnál.

A fenti táblázatban szereplő fluidumok többsége nem anyagi természetű (a folyamatban elektronikus üzenetek vagy információk áramlanak), azonban materiális fluidumok is

feltárhatók – napkollektor és papír alapú dokumentumok. Típus transzformáció esetén az információhordozó dokumentum jellege változik, vagy az elektronikus üzenetből papír alapú dokumentum lesz. Ebben a folyamatban a kezdeti fluidum a figyelmeztető jelzés, amely a kontrolling forrás-csomópontban keletkezik. A beruházási kiadások modul nyelő-csomópontja a pénzügy, s a záró fluidum pedig a banki átutalás.

A beruházási kiadások modulban az Ávr. által definiált események azonosíthatók fluidum áramként, azaz

- kötelezettségvállalás (C4-C10),
- teljesítés (C11-C14),
- érvényesítés (C15-C16),
- utalványozás (C17-C18).

Megjegyzendő, hogy a C12 eseményre nincs ráhatása a Minta költségvetési intézménynek, ott az építési szerződés paraméterei az irányadóak. A modulban definiálható továbbá az előkészítés folyamata – C1-C3.

A 3. táblázatban szereplő közpénzügyi gazdálkodási folyamat tágabb értelemben kapcsolódik az 1. fejezetben bemutatott „A” (dologi kiadások tervezése) példához. Ennek oka, hogy a költségvetési ciklus 1. lépés és 2. lépés moduljai között átfedés van. Az elemi költségvetés minden részterületét (pl. standard dologi kiadások, beruházások) meg kell tervezni annak végrehajtása előtt.

A beruházási kiadások folyamatban redundancia észlelhető az előkészítő folyamat tekintetében. A folyamat időigénye csökkenthető, ha maximum egyszer fut le ez a tevékenységsorozat – hiszen, mind a klónozás, mind a duplikálódás növeli az átfutási időt és a bizonytalanságot. A hatékonyság tovább növelhető, ha kizárólag elektronikus dokumentumok áramlanak: aláírás, bélyegző helyett elektronikus aláírást és időbélyegzőt alkalmaznak.

A következő táblázat a költségvetés végrehajtása lépés, közbeszerzések modul folyamatait részletezi, ahol a sorszám az 1. fejezetben szereplő „D” példa eseményeit jelöli.

4. táblázat: Közbeszerzések - részletesen

Sorszám	Csomópont	Input	Output	Transzformáció jellege
D1	Gazdasági vezető	Közbeszerzési szabályzat	Engedélyező levél (napkollektor)	Új elem létrehozása
D2	Közbeszerzési részleg	Engedélyező levél (napkollektor)	Közbeszerzési terv megerősítése	Típus
D3	Közbeszerzési részleg	Közbeszerzési terv megerősítése	Kezdeményező irat	Típus, új elem létrehozása
D4	Műszaki részleg	Kezdeményező irat	Ajánlattételi dokumentáció	I/O
D5	Közbeszerzési részleg	Ajánlattételi dokumentáció	Hirdetmény	I/O
D6	Ajánlattevők	Hirdetmény	Benyújtott ajánlat	Típus
D7	Közbeszerzési részleg	Benyújtott ajánlat	Regisztrációs lap	Típus, új elem létrehozása
D8	Közbeszerzési részleg	Regisztrációs lap	Formai értékelés jegyzőkönyv	Típus, összevonás
D9	Bíráló bizottság	Formai értékelés jegyzőkönyv	Döntési javaslat	Típus
D10	Közbeszerzési részleg	Döntési javaslat	Eredményhirdetés jegyzőkönyv	Típus
D11	Közbeszerzési részleg	Eredményhirdetés jegyzőkönyv	Összegző feljegyzés	Típus

D12	Közbeszerzési részleg	Összegző feljegyzés	Éves statisztikai adatszolgáltatás	Típus, összevonás
-----	-----------------------	---------------------	------------------------------------	-------------------

Forrás: saját szerkesztés – jogszabályok, belső szabályzatok alapján

A 4. táblázatban található, szürkével jelölt csomópont (D6) a Minta költségvetési intézmény szervezetén kívül található, így azt nem lehet figyelembe venni a logisztizálásnál. Az *F/9 Függelék*ben található ábra a fenti táblázat fluidum-csomópont kapcsolatait rendszerezi.

A fenti táblázatban szereplő fluidumok valamennyi esetben nem anyagi természetűek: a folyamatban elektronikus üzenetek vagy információk áramlanak. Típus transzformáció esetén az információhordozó dokumentum jellege változik: szöveges (Word) és táblázatos (Excel) formák. Ebben a folyamatban a kezdeti fluidum az engedélyező levél, amely a gazdasági vezető forrás-csomópontban keletkezik. A költségvetés tervezése folyamat nyelő-csomópontja a közbeszerzési részleg, s a záró fluidum pedig az éves statisztikai adatszolgáltatás.

A közbeszerzések modulban a három folyamat azonosítható fluidum áramként:

- előkészítés (D1-D4)
- kötelezettségvállalás (D5-D10),
- összesítés (D11-D12).

Megjegyzendő, hogy a D6 eseményre nincs ráhatása a Minta költségvetési intézménynek, ott az ajánlattételi felhívás paraméterei az irányadók.

A 12. táblázatban szereplő közpénzügyi gazdálkodási folyamat tágabb értelemben kapcsolódik az 1. fejezetben bemutatott „A” (dologi kiadások tervezése) példához. Ennek oka, hogy a költségvetési ciklus 1. lépés és 2. lépés moduljai között átfedés van. Az elemi költségvetés minden részterületét (pl. beruházások és közbeszerzések) meg kell tervezni a végrehajtás előtt.

A közbeszerzések modul folyamataiban redundancia észlelhető az előkészítő folyamat tekintetében. A folyamat időigénye csökkenthető, ha maximum egyszer fut le ez a tevékenységsorozat, hiszen mind a klónozás, mind a duplikálódás növeli az átfutási időt és a bizonytalanságot. A hatékonyság tovább növelhető, ha kizárólag elektronikus dokumentumok áramlanak: aláírás, bélyegző helyett elektronikus aláírást és időbélyegzőt alkalmaznak.

Összefoglalás

Jelen tanulmány kutatási témájának integrálásával lehetőség nyílt a LOST kutatócsoport tudományos eredményeinek (szolgáltatási folyamatok) kibővítésére a közpénzügyi gazdálkodási folyamatokkal. Ez egy nagyon érdekes és speciális témakör a szolgáltatási rendszerek vizsgálata során. Egyúttal az eredmények azt mutatják, hogy mind a műszaki-, szolgáltatási- és közpénzügyi folyamatok együttesen kezelhetők folyamatjavítás szempontból. Ezek a közpénzügyi folyamatok szélsőséges, egyedi jellegzetességgel rendelkező esetet képeznek a kutatócsoport vizsgálatainak szempontjából, mert az általános szolgáltatási rendszerek relatíve szabadon módosíthatók az optimumhoz közeli működés megvalósítása érdekében. A közpénzügyi gazdálkodási rendszerek azonban lokálisan korlátozott rendszerek. A gazdasági rendszerek folyamatai a rendszerben való elhelyezkedésüktől függően, mind szerkezetükben, mind működési jellegzetességeikben eltérőek lehetnek. A folyamatok a szervezetben lévő helyük szerint lehetnek termelési és/vagy logisztikai, szolgáltatást kiszolgáltató, informatikai/információáramlási, gazdálkodási, menedzsment és marketing

folyamatok. Ezek látszólag igen eltérő folyamatrendszerek. Valójában egy dologban megegyeznek, mégpedig minden folyamat esetében legalább egy "objektum" a teljes folyamaton, vagy folyamtrészekén végigáramlik, és több részben vagy egészben felhasználja a folyamat erőforrásait.

Az első kutatási kérdéshez kapcsolódóan, az 1. fejezetben számos példát tekintettünk át a közpénzügyi gazdálkodási folyamatokból, s definiáltuk a következőket: forrás-csomópont, fluidum, transzformáció, fluidum áram, process és nyelő csomópont. A gazdálkodási rendszer elemzése alapján megállapíthatjuk, hogy a fluidum olyan adat, amely áramlik, transzformálódhat, és információ tulajdonságot mutathat az áramlás bármely csomópontjában. A folyamatban feltárt esemény pedig mindenesetben tranzakció, amelynek az időszerkezete rögzített, van benne legalább egy adatérték (üzenet) és az adattartalma, időbélyege nem módosítható. A folyamat meghatározza, hogy adott időpillanatban (időkeretben) az adott fluidummal mi kell, hogy történjen.

A közpénzügyi rendszerek létezését a jogszabályi környezet biztosítja, amely meghatározza a gazdálkodási rendszer funkcióit. A delegált funkciókhoz a költségvetési ciklus egyes lépései, külső és belső események egy csoportja, valamint folyamatok tartoznak. Az 1. fejezet példái alapján megállapíthatjuk, hogy a közpénzügyi gazdálkodási folyamatok eseményvezéreltek, és az esemény mindig tartalmaz legalább egy adatot, ami információ tulajdonságot mutat.

Tehát tényként kezelhetjük, hogy a rendszerben feltárható egy kezdeti fluidum, s ez a fluidum minden esetben a tranzakciót kiváltó vagy elindító objektum, amely valamely rendszerbemeneten megjelenhet és minden rendszerbemeneten meg is jelenik valamely fluidum. Mivel esemény, tranzakció „ok” (objektum) nélkül nem lehetséges, ezért igazoltnak tekintjük, hogy van kezdeti fluidum. Továbbá, a kiindulási objektum (jel vagy üzenet) minden esetben végig áramlik a rendszeren. A folyamat során azonban transzformálódhat, sőt többnyire transzformálódik is, mivel információ tulajdonsággal rendelkezik.

A második kutatási kérdés megválaszolásához tovább folytattuk az előző részfejezetben elkezdett példákon keresztül a közpénzügyi gazdálkodási folyamatok részletes elemzését. A 2. fejezetben tárgyaltuk a folyamatok logisztizálási lehetőségeit, amelynek alapját a korábban definiált folyamatok elemek adták. Logisztizálás alatt bármely rendszer folyamatainak és a folyamatokhoz kapcsolódó fluidumok időbeli, térbeli, minőségi és mennyiségi változásainak elemzését, valamint együttes hatékonyság, érzékenység és optimalitás szempontjából történő modellezését értjük. Vizsgálataim szempontjából a fluidumok csomóponti áramlása volt fontos, amikor a fluidum transzformáció csak a csomóponton érzékelhető és ott fejt ki hatását.

A 2. fejezetben szereplő példák részletes elemzését és modellezését követően megállapítottuk, hogy valamennyi esetben lehetőség van a logisztizálásra. A vizsgált közpénzügyi gazdálkodási folyamatokban redundanciát észleltünk az előkészítő folyamatok tekintetében. Ez logisztizálási szempontból azt jelenti, hogy vagy duplikálódik a fluidum, vagy információ esetében „klónozdik” az objektum.

A folyamat időigénye csökkenthető, ha maximum egyszer fut le ez a tevékenységsorozat, hiszen, mind a klónozás, mind a duplikálódás növeli az átfutási időt és a bizonytalanságot. Az operációs hatékonyság tovább növelhető, ha kizárólag elektronikus dokumentumok áramlanak: aláírás, bélyegző helyett elektronikus aláírást és időbélyegzőt alkalmaznak.

Felhasznált irodalom

- [1] Gubán Á. (szerk.) (2013): Logisztika: felvetések, példák, válaszok. Saldo Kiadó, Budapest.
- [2] Gubán A, Kása R (2013): Service logistics: logistification of service processes. *Advanced Logistics Systems: Theory and Practice*, 7(1):43-50.
- [3] Kovács Gy. (2005): Productivity improvement by lean manufacturing philosophy. *Advanced Logistics Systems: Theory and Practice*, 6(1):9-16.
- [4] Mezei Z, Gubán Á (2014): Magyar Tudományos Akadémia Titkárság gazdálkodási folyamatai. In *Alkalmazott tudományok I. fóruma: Konferenciakötet* (ed. Solt K.), Budapest: BGF, pp. 525-543
- [5] Mezei Z, Gubán Á (2014): Economic processes in public sector. *Advanced Logistic Systems: Theory and practice*, 8(2):51-62.

E SZÁMUNK SZERZŐI

Baják Imre, PhD	Főiskolai docens	Budapesti Gazdasági Egyetem Pénzügyi és Számviteli Kar
Baják Szabolcs, PhD	Adjunktus	Budapesti Gazdasági Egyetem Pénzügyi és Számviteli Kar
Dobos Péter		Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
Gubán Ákos, PhD	Főiskolai tanár	Budapesti Gazdasági Egyetem, PSZK
Illés Béla, PhD	Egyetemi tanár	Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
Karmazin György, PhD	Adjunktus	Pallasz Athéné Egyetem Gazdálkodási Kar
Kovács György	Egyetemi docens	Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
Mezei Zoltán	PhD hallgató	Pécsi Tudományegyetem
Skapinyecz Róbert	Tanárségéd	Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
Tamás Péter, PhD	Egyetemi docens	Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
Tóth Róbert	PhD hallgató	Szent István Egyetem, Gazdálkodás és Szervezéstudományok Doktori Iskola
Ulechla Gergely	PhD hallgató	Szent István Egyetem, Gazdálkodás és Szervezéstudományok Doktori Iskola

