



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar  
Menedzsment és Vállalatgazdaságtan Tanszék

**Az időalapú versenyzés támogatása a termelésmenedzsment eszközeivel**  
*A sorképzési szabályok szolgáltató rendszerekben történő alkalmazásának  
elméleti megalapozása*

Doktori értekezés tézisei

Készítette:

Kalló Noémi  
egyetemi tanársegéd

Tudományos témavezető:

Dr. Koltai Tamás  
egyetemi tanár

Budapest  
2010.

## TARTALOMJEGYZÉK

1. A KUTATÁS TUDOMÁNYOS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI.....	2
2. A KUTATÁS MÓDSZERE .....	5
3. AZ ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA .....	7
3.1. 1. tézis .....	7
3.2. 2. tézis .....	9
3.3. 3. tézis .....	11
3.4. 4. tézis .....	13
3.5. 5. tézis .....	15
4. GYAKORLATI HASZNOSÍTÁS ÉS TOVÁBBI KUTATÁSI LEHETŐSÉGEK .....	17
5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE .....	19
6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉZISEI ANGOL NYELVEN..... <b>HIBA! A KÖNYVJELZŐ NEM LÉTEZIK.</b>	
7. IRODALOMJEGYZÉK .....	22

## 1. A KUTATÁS TUDOMÁNYOS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A versenyképességet a vállalati, iparági szinten birtokolt versenyelőnyök erőssége és tartóssága határozza meg (Porter, 1993). A vállalatok – versenyképességük fenntartása, illetve növelése érdekében – igyekeznek minél magasabb vevői értéket nyújtani, és ennek segítségével megkülönböztetni magukat versenytársaiktól. A kilencvenes évektől kezdődően a versenyelőnyt nyújtó tényezők között egyre nagyobb hangsúlyt kaptak az időparaméterek (Stalk, 1988). A vállalatok folyamataik gyors átfutási idejét, a vállalt határidők betartását, a szükséges várakozás rövidegét hangsúlyozzák. Napjainkra tehát a termelő és szolgáltató vállalatok stratégiájának egyik meghatározó elemévé vált az időalapú versenyzés.

A szolgáltató rendszerek működését leíró legfontosabb időparaméterek a vevői várakozással kapcsolatosak. A várakozás ugyanis a szolgáltatási színvonal és a vevői elégedettség fontos meghatározója (Taylor, 1994). A szolgáltatás-nyereség láncban való részvételével pedig nagyban befolyásolja a jövedelmezőséget (Heskett et al., 1994). Ennek következtében a vevői várakozás okozta elégedetlenség csökkentése kiemelt jelentőségű, a szolgáltató vállalatok nagy hangsúlyt fektetnek vevőik várakozásának csökkentésére (Kostecki, 1996).

A versenyképesség megszerzéséhez és fenntartásához elengedhetetlenül szükséges olyan kompetenciák megszerzése, melyek segítségével létrehozható a szükséges vevői érték. Az időalapú verseny térnyerésével a szolgáltató rendszerek központi kérdéseinek egyike ezért a kiszolgálási folyamat olyan kialakításának azonosítása, ami a lehető legnagyobb mértékben csökkenti a vevői várakozást, és leginkább növeli a szolgáltatási színvonalat, a vevői elégedettséget (Hill et al., 2002). Ehhez olyan eszközökre van szükség, melyek lehetővé teszik a különböző időparaméterek vizsgálatát.

A szolgáltató rendszerekben tapasztalható vevői várakozás vizsgálatával több tudományterület is foglalkozik. Az *operációkutatás* sorálláselméletének segítségével különböző várakozási mutatók határozhatók meg (Hillier–Lieberman, 1995). A *termelés- és szolgáltatásmenedzsment* ezeket az eredményeket felhasználva igyekszik javítani a működést, minimalizálni a vevői várakozást (Koltai, 2003). A szolgáltató rendszerekben tapasztalható várakozás teljes körű megítéléséhez az objektív mutatók mellett a vevők szubjektív megítélését befolyásoló egyéb tényezőket is figyelembe kell venni. A várakozási élményt befolyásoló társadalmi és pszichológiai tényezők vizsgálatával az *észlelésmenedzsment* foglalkozik (Larson, 1987). Ennek megfelelően a sikeres szolgáltató vállalatok menedzserei a

vevők várakozással kapcsolatos elégedetlenségének minimalizálása érdekében az operációkutatás és az észlelésmenedzsment eredményeit együttesen alkalmazzák (Nie, 2000).

A szolgáltató rendszerek működésének vizsgálata analitikus és empirikus modellekkel lehetséges. Az analitikus módszerek a sorálláselmélet analitikus formuláira épülnek (Kleinrock, 1975). Ezek segítségével viszonylag egyszerű sorállási rendszerek alapvető várakozási jellemzői határozhatóak meg. Bonyolultabb sorállási rendszerek, illetve sorállási hálózatok vizsgálata általában empirikus módszerekkel, szimulációval történik. A sorálláselmélet analitikus formulái a várakozási mutatók gyors, a szimuláció e tényezők pontos vizsgálatát teszi lehetővé (Suri, 2009).

Az időalapú versenyzés azonban nem jelenti az időparaméterek csökkentésének kizárólagosságát. A vezető vállalatok egyidejűleg törekszenek az alacsony költségek, a nagy választék és a gyorsaság fenntartására (Li-Lee, 1994). A szolgáltató vállalatoknak olyan rendszerkialakítás kell tehát találniuk, amelyek alacsony vevői várakozást eredményeznek anélkül, hogy a vevői érték más dimenzióit (például a költséget és a minőséget) kedvezőtlenül befolyásolnák. A sorállási rendszerek ilyen átalakítását jelenti a sorképzési szabályok bevezetése.

A sorképzési szabályok a vevőket különböző csoportokba sorolják, és az eltérő vevői csoportok kiszolgálását különböző kiszolgáló egységekhez rendelik. A csoportképzés alapját sokféle vevői tulajdonság adhatja, az intézkedés célja azonban mindig az eltérő kiszolgálások egymástól való elkülönítése, az egy kiszolgáló egységnél tapasztalható kiszolgálások standardizálása. A sorképzési szabályok gyakran alkalmazott formája az expressz pénztárak kialakítása.

Expressz pénztárak kialakításakor a kis és nagy mennyiséget vásárló vevők kiszolgálását különítjük el. A csoportképzés a limitérték segítségével valósul meg: az ezen értéknek megfelelő számú, illetve annál kevesebb tételt vásárló vevők igénybe vehetik az expressz pénztárakat, a nagyobb mennyiséget vásárlóknak az általános pénztárakat kell használniuk.

Az expressz pénztárak kialakítása és ehhez hasonló menedzsmentintézkedések vevői várakozásra gyakorolt kedvező hatása széles körben elfogadott, de tudományosan nem bizonyított jelenség. Az expressz pénztárak kialakításának fő oka e sorképzési szabály vevők körében tapasztalható népszerűsége. Tudományos igazolás nélkül azonban a menedzsment egy szabályozás tényleges bevezetését megelőzően nem lehet biztos abban, hogy az adott vállalatnál célravezető-e az intézkedés alkalmazása, illetve hogy a szabályozás lehetséges kialakítási módjai közül melyik növelné leginkább a vevőknek nyújtott értéket.

Szükség van tehát a sorképzési szabályok vevői várakozásra gyakorolt hatásának tudományos alapokon nyugvó vizsgálatára, valamint egy olyan eszközre, aminek segítségével a menedzsment előzetes információt szerezhet a bevezetni kívánt változtatás várakozásbefolyásolási képességeiről. Ennek megfelelően kutatásaim fő céljai a következőkben foglalhatóak össze:

- A vevői várakozás mértékének kifejezésére alkalmazott mutatók áttekintése. Az egyes mutatók által figyelembe vett, illetve figyelmen kívül hagyott várakozási jellegzetességek összefoglalása, és az alkalmazásukkal történő működés optimalizálás áttekintése.
- A sorképzési szabályok vevői várakozásra gyakorolt hatásának vizsgálata. Annak elemzése, hogy a rendszer kialakítása (elsősorban a csoportképzés kontrollparamétere) milyen hatással van az adott szabályozás várakozáscsökkentési képességére.
- Olyan összefüggések levezetése és vizsgálati eszközök létrehozása, melyek lehetővé teszik a sorképzési szabályok vevői várakozásra gyakorolt hatásának vizsgálatát az adott intézkedés tényleges bevezetését megelőzően is.
- Annak igazolása, hogy a sorképzési szabályok alkalmasak a várakozási mutatók kedvező befolyásolására, vagyis hogy alkalmazásuk versenyelőnyt nyújthat időalapú versenyt folytató környezetben.

## 2. A KUTATÁS MÓDSZERE

Kutatásaim során – az időalapú versenyzés egyik gyakran alkalmazott menedzsmenteszközét – a sorképzési szabályokat, az azok alapján működő sorállási rendszerek kialakítási lehetőségeit és alkalmazásuk hatásait elemeztem. A javasolt megoldásokat valós rendszerek adataival szemléltettem és igazoltam.

Kutatásaim első szakaszában *irodalomkutatást* végeztem. Először a versenyelőny megszerzését, illetve megtartását szolgáló menedzsmentparadigmák változásán keresztül az időalapú versenyzés kialakulását és a vevői várakozás csökkentésének szolgáltató rendszerekben alkalmazható eszközeit tekintettem át. Ezt követően a vevői várakozás vizsgálatával kapcsolatos kutatások szakirodalomban fellelhető eddigi eredményeit elemeztem. A sorképzési szabályokkal működő sorállási rendszerek vizsgálatára alkalmas eszközök létrehozásához a várakozási idők meghatározására használt eszközöknek – a sorálláselmélet eredményeinek és a szimulációnak – az alkalmazási lehetőségeit vizsgáltam. A sorképzési szabályok hatásának megfelelő megítéléséhez áttekintettem a vevői várakozás objektív és szubjektív kvantitatív jellemzőit, illetve a vevői elégedettség várakozás függvényében való alakulásának modellezési lehetőségeit.

A szakirodalom áttekintését követően a sorálláselmélet eredményeit alkalmazva a Microsoft Excel segítségével létrehoztam egy analitikus összefüggésekre épülő numerikus modellt. Ennek segítségével vizsgáltam az expressz pénztárak kialakításának az átlagos várakozási időre gyakorolt hatását. Egy barkácsáruház példáján keresztül megmutattam, hogy a modell alkalmazásához szükséges adatok egyszerű adatgyűjtéssel, az expressz pénztárak kialakítása nélkül is rendelkezésre állnak. Ehhez kézi *adatgyűjtésből* és adatbázis-lekérdezésekből származó adatok *statisztikai adatfeldolgozását* (illeszkedésvizsgálatokat és lineáris regressziót) végeztem el. A kialakított modell verifikálására és az alkalmazott egyszerűsítések torzító hatásainak felmérése érdekében létrehoztam egy szimulációs modellt az Arena diszkrét szimulációs szoftver segítségével.

A *modellépítést* követően elvégzett vizsgálataim igazolták azt a hipotézist, hogy a sorképzési szabályok csoportképzésének kontrollparamétere (az expressz pénztárak limitértéke) nagymértékben befolyásolja a vevői várakozást. Nem támasztották alá azonban azt a feltételezést, hogy az expressz pénztárak kialakítása alacsonyabb átlagos vevői várakozást eredményez, mint az expressz pénztárak nélküli működő rendszerek. Ennek következtében a várakozásminimalizálás célfüggvényét további jellemzők figyelembevételével finomítottam. Ehhez felhasználtam a szakirodalomból megismert egyéb

várakozási mutatók vizsgálatával foglalkozó tudományterületek (a pszichofizika, az észlelésmenedzsment és a hasznosságelmélet) kapcsolódó eredményeit. A vevői várakozást leíró különböző mutatók alkalmazásával kialakított célfüggvények és azok alkalmazásával elvégezhető működésoptimalizálás a vevői várakozás vizsgálatának átfogó módszerét képezi.

A kifejlesztett *vizsgálati módszer* segítségével igazoltam, hogy a sorképzési szabályok alkalmazása a termelémenedzsment fontos eszköze lehet az időalapú versenyzés támogatásában, amennyiben kellő körültekintéssel alkalmazzák azokat.

### 3. AZ ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A vállalatok igyekeznek úgy alakítani folyamataikat, hogy megfeleljenek versenykörnyezetük elvárásainak. Az időalapú versenyt folytató környezetben működő vállalatoknak ennek megfelelően időparamétereik csökkentésére kell koncentrálniuk. Emellett azonban nem hagyhatják figyelmen kívül az egyéb versenytényezők alakulását sem. Ezért az időparaméterek csökkentésekor a folyamatok átalakításának minőség- és költségkövetkezményeivel is számolniuk kell. Ennek megfelelően az időalapú versenyt folytató vállalatok legfontosabb eszközeit azok a megoldások képezik, melyek alacsony költségekkel, a folyamat minőségét nem rontva képesek csökkenteni az átfutási, várakozási időket. Szolgáltató vállalatoknál – ahol időalapú versenyt folytatva elsődleges cél a vevői várakozás csökkentése – ezen elvárások következtében van nagy jelentősége a sorképzési szabályoknak.

Sorképzési szabályokat széles körben alkalmaznak a szolgáltató vállalatok. A gyakorlatban azonban szokásokon, egyszerű pragmatikus szabályokon alapul a sorképzési szabályt alkalmazó rendszerek működtetése. Nincs olyan, a gyakorlatban is alkalmazható, tudományos alapokra épülő módszer, amely segítene vizsgálni e menedzsmentintézkedések várakozást leíró mutatókra, illetve vevői elégedettségre kifejtett hatását. A kiszolgálási folyamatok átalakítása azonban igen kockázatos lehet anélkül, hogy előzetesen ismernénk a változtatás legfőbb működési mutatókra gyakorolt hatását. Ezért elengedhetetlenül fontos olyan eszközök kialakítása, melyek segítségével az adott sorképzési szabály bevezetése nélkül, előzetesen becsülhető annak vevői várakozásra kifejtett hatása.

#### 3.1. 1. tézis

Kutatásaim során az expressz pénztárak bevezetésének vevői várakozásra gyakorolt hatását vizsgáltam. Ez a sorképzési szabály a vásárolt mennyiség alapján osztja két csoportra a vevőket, és kiszolgálásukat külön pénztárakhoz rendeli. Mivel az expressz pénztárakat tartalmazó sorállási rendszerek működését az alkalmazott kontrollparaméter értékének – a limitértéknek – a megválasztása lényegesen befolyásolja, igen fontos ismerni a bevezetni kívánt szabályozás vevői várakozásra gyakorolt hatását.

**1. tézis: Levezettem a sorban töltött átlagos várakozási idő és az expressz pénztárak kontrollparamétere közötti összefüggést  $M/G/1$  és  $M/G/k$  modellek esetében. Megállapítottam, hogy a várakozási idő és a limitérték kapcsolatát leíró függvényeknek létezik minimuma, és meghatároztam az átlagos várakozási időt minimalizáló, optimális limitértéket.**

*(Kapcsolódó saját publikációk: S1, S4, S8, S12, S15)*

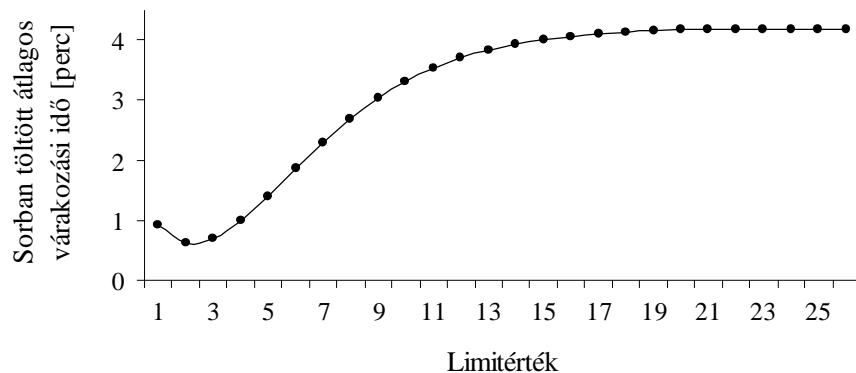


Az áruház egészében tapasztalható sorban töltött átlagos várakozási idő ( $t_S$ ) az expressz pénztáraknál ( $t_{SE}$ ) és az általános pénztáraknál ( $t_{SR}$ ) tapasztalható sorban töltött átlagos várakozási idők súlyozott átlagaként határozható meg súlyként az adott pénztártípushoz kerülés valószínűségét alkalmazva:

$$t_S(L) = \sum_{i=1}^L p_i t_{SE}(L) + \sum_{j=L+1}^K p_j t_{SR}(L), \quad (1)$$

ahol az egyes pénztártípusoknál tapasztalható várakozási idők a limitérték ( $L$ ) függvényei, számításukhoz az adott pénztártípusra jellemző beérkezési ráta ( $\lambda_E$  és  $\lambda_R$ ), kiszolgálási ráta ( $\mu_E$  és  $\mu_R$ ) és a kiszolgálási idők szórásának ( $\sigma_E$  és  $\sigma_R$ ) összefüggései szükségesek. A paraméterek számításához szükséges összefüggéseket az értekezés részletesen ismerteti.

Elméleti megfontolások alapján megállapítottam, hogy a sorban töltött átlagos várakozási idő a limitérték függvényében egy U-alakú görbével írható le az 1. ábrán látható módon. A várakozási időnek létezik tehát minimuma, ami az optimális limitérték alkalmazásával valósítható meg.



**1. ábra: Az átlagos várakozási idő alakulása a limitérték függvényében**

A levezetett összefüggés szélsőértékének meghatározása analitikus eszközökkel nem lehetséges. A lehetséges limitértékek – a megengedett megoldások – halmaza azonban nem nagy, így az optimális érték meghatározható numerikus módon. Az expressz pénztárakkal rendelkező sorállási rendszerek vizsgálatához a Microsoft Excel segítségével létrehoztam egy numerikus modellt. A numerikus modell főtáblájának felépítését – egy barkácsáruház valós adatainak alkalmazásával – a 2. ábra szemlélteti. A 2. ábrán látható esetben az expressz pénztárral rendelkező sorállási rendszerben akkor tapasztalható a legrövidebb átlagos várakozási idő, ha az expressz pénztárakat csak a kettő vagy annál kevesebb számlázandó tételt vásárló vevők vehetik igénybe.

Beérkezési ráta ( $\lambda$ ) [vevő/óra]	95
Vásárolt tételek átlagos száma ( $I$ )	3,0890
Kiszolgálási idő állandó tagja ( $a$ ) [perc]	0,5463
Kiszolgálási idő változó tagja ( $b$ ) [perc]	0,1622
Pénztárak száma ( $P$ )	5
Expressz pénztárak száma ( $E$ )	2
Mintanagyság ( $N$ )	146

Limitérték ( $L$ ) / Vásárolt mennyiség ( $i$ )	1	2	3	4	5	6
Sűrűségfüggvény ( $p_i$ )	0,3237	0,2189	0,1481	0,1001	0,0677	0,0458
Eloszlásfüggvény ( $P_i$ )	0,3237	0,5427	0,6907	0,7908	0,8585	0,9043
Kiszolgálási idő $i$ tétel vásárlásakor ( $t_i$ )	0,7085	0,8707	1,0329	1,1951	1,3573	1,5195
A kiszolgálási idő szórásnégyzete ( $\sigma_i^2$ )	0,0016	0,0012	0,0011	0,0012	0,0015	0,0021
Beérkezési ráta az expressz pénztáraknál ( $\lambda_E$ )	0,5126	0,8592	1,0936	1,2522	1,3594	1,4319
Kiszolgálási idő az expressz pénztáraknál ( $t_E$ )	0,7085	0,7739	0,8294	0,8757	0,9137	0,9444
Kiszolgálási ráta az expressz pénztáraknál ( $\mu_E$ )	1,4114	1,2921	1,2056	1,1419	1,0944	1,0589
A kiszolgálási idő szórásnégyzete ( $\sigma_E^2$ )	0,0016	0,0078	0,0178	0,0305	0,0452	0,0608
Beérkezési ráta az általános pénztáraknál ( $\lambda_R$ )	1,0708	0,7241	0,4897	0,3312	0,2240	0,1515
Kiszolgálási idő az általános pénztáraknál ( $t_R$ )	1,2095	1,3717	1,5339	1,6961	1,8583	2,0205
Kiszolgálási ráta az általános pénztáraknál ( $\mu_R$ )	0,8268	0,7290	0,6519	0,5896	0,5381	0,4949
A kiszolgálási idő szórásnégyzete ( $\sigma_R^2$ )	0,1557	0,1483	0,1373	0,1207	0,0954	0,0562
<b>Sorban töltött átlagos várakozási idő {M/G/1}</b>						
Expressz pénztárak ( $t_{SE}$ )	0,0788	0,1953	0,3531	0,5526	0,7892	1,0529
Általános pénztárak ( $t_{SR}$ )	0,5083	0,3663	0,2711	0,2036	0,1538	0,1163
Teljes rendszer ( $t_S$ )	0,3693	<b>0,2735</b>	0,3278	0,4796	0,6994	0,9633
<b>Sorban töltött átlagos várakozási idő {M/G/k}</b>						
Expressz pénztárak ( $t_{SE}$ )	0,0121	0,0487	0,1102	0,1957	0,3024	0,4247
Általános pénztárak ( $t_{SR}$ )	0,0663	0,0330	0,0160	0,0075	0,0034	0,0015
Teljes rendszer ( $t_S$ )	0,0488	<b>0,0415</b>	0,0810	0,1563	0,2601	0,3842

2. ábra: A numerikus modell fő táblájának felépítése

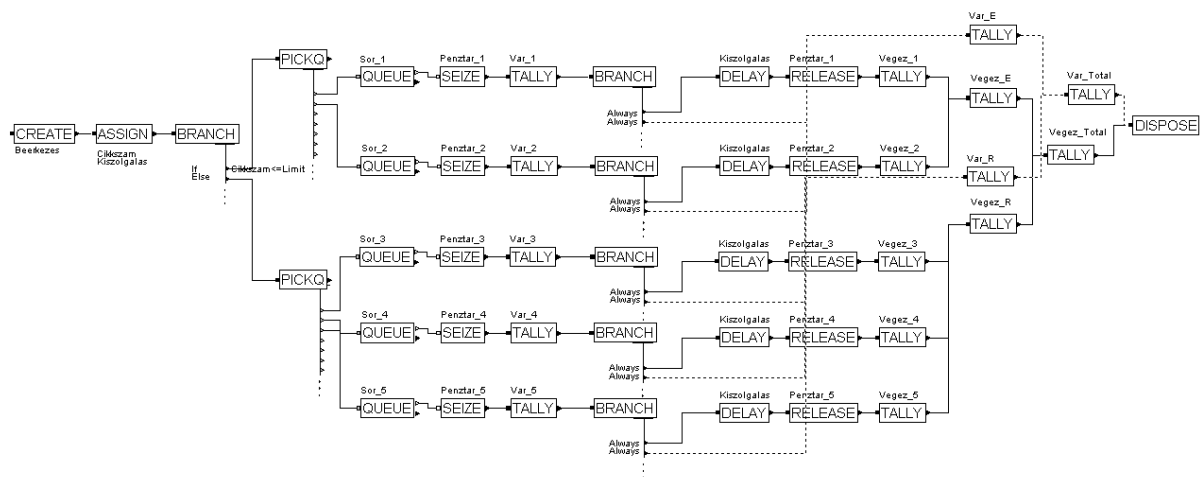
### 3.2. 2. tézis

Az analitikus összefüggések levezetésekor alkalmazott modellek – egyszerűsítéseik következtében – nem képesek figyelembe venni a valós rendszer működésének minden aspektusát. Az expressz pénztárakat alkalmazó sorállási rendszerek működésének részletes vizsgálatához tehát szükség van empirikus modellek, szimuláció alkalmazására is.

**2. tézis: Létrehoztam egy szimulációs modellt, amely figyelembe veszi a vevői viselkedés várakozási időre gyakorolt hatását. A vevők várakozáscsökkentési magatartásának vizsgálatához különböző sorválasztási szabályokat definiáltam és meghatároztam, hogy a definiált sorválasztási szabályok milyen vevői viselkedésnél alkalmazhatóak.**

(Kapcsolódó saját publikációk: S1, S5, S7)

Az expressz pénztárakkal rendelkező sorállási rendszerek működésének vizsgálatára alkalmas szimulációs modellt az Arena (Rockwell Automation) diszkrét szimulációs szoftver segítségével hoztam létre. A modell felépítése a 3. ábrán látható.



**3. ábra: A szimulációs modell felépítése**

A vevők várakozáscsökkentési magatartásának figyelembevételéhez a modell 2 beépített sorválasztási szabályát vizsgáltam, illetve öt további szabályt definiáltam:

- Véletlen (*RANDOM*, *RAN*) sorválasztás. A véletlen sorválasztás az Arena egyik beépített sorválasztási szabálya. A sorok közötti véletlenszerű választás azt feltételezi, hogy a vevők nem törekednek, illetve nem tudnak törekedni várakozásuk csökkentésére.

- A sorban várakozók legalacsonyabb száma (*Smallest Number in Queue*, *SNQ*) szerinti sorválasztás. Ez a szabály az Arena egyik beépített sorválasztási szabálya. Alkalmazásakor a vevők a legrövidebb várakozó sorhoz csatlakoznak, e döntés során azonban nem veszik figyelembe a pénztár foglaltságát.

- A pénztárnál várakozók legalacsonyabb száma (*Smallest Number in System*, *SNS*) szerinti sorválasztás. E szabályt a szoftverbe beépített *SNQ* sorválasztási szabály módosításával hoztam létre. Ez a döntési mechanizmus figyelembe veszi a kiszolgálás alatt álló vevők számát is, így különbséget tesz a szabad és foglalt pénztárakhoz tartozó üres várakozó sorok között. Alacsony forgalmú időszakban tehát pontosabban írja le a rendszer működését, mint az *SNQ* szabály.

- A legkisebb munkamennyiség (*Minimal WorkLoad*, *MWL*) szerinti sorválasztás. Az egy sorhoz tartozó munkamennyiséget a sorban várakozó vevők kiszolgálásához szükséges idő függvényeként, a vásárolt mennyiségek összegeként definiáltam. Ez a szabály tehát figyelembe veszi, hogy az eltérő hosszúságú kiszolgálások különböző mértékű várakozást okoznak.

– *A sor végén állók közül legkevesebbet vásárló vevő (Fewest Last Items, FLI) szerinti sorválasztás.* Mivel a vevők nem mindig képesek a rendszerben várakozó összes többi vevő által vásárolt mennyiség észlelésére, sokszor csak a sor végén várakozó vevőhöz kapcsolódó munkamennyiséget vizsgálják. A sorok hosszának vevői sorválasztásra gyakorolt nagy hatásának következtében e szabályt a várakozó sorok hosszát figyelembe vevő (SNQ, SNS) szabályok kiegészítéseként használható másodlagos szabályként definiáltam.

– *A legkisebb észlelt mennyiség (Minimal Perceived Amount, MPA) szerinti sorválasztás.* A többi vevő által vásárolt mennyiségek pontos meghatározása általában nem lehetséges, a vevők személyes benyomásaik alapján azonban megállapíthatják, hogy a többi vevő sokat vagy keveset vásárolt-e. Ezen értékek súlyozott összege megadja, hogy a különböző sorokban összesen mekkora vásárolt mennyiségeket észlelnek.

– *A legrövidebb kiszolgálási idő (Shortest Service Time, SST) szerinti sorválasztás.* Ez a szabály figyelembe veszi, hogy a kiszolgálások időszükségletének egy része független a vásárolt mennyiségtől. A sorban állók számának és a sorban állók által vásárolt mennyiségeknek a megfelelő – a vevők korábbi tapasztalatain alapuló – súlyozásával az egyes vevők teljes kiszolgálási ideje jól közelíthető, így a várakozási idő jól becsülhető.

Az alkalmazott sorválasztási szabályok egy része a vevők várakozáscsökkentési viselkedését egyszerű szabályokkal írja le és korlátozott mértékűnek tekinti, másik része egy összetett, sok tényezőt figyelembe vevő döntésként modellezi. A két véglet (RAN és SST) között elhelyezkedő szabályok segítségével a vevők különböző mértékű várakozáscsökkentési viselkedése modellezhető.

### **3.3. 3. tézis**

A kutatásaim eredményeként rendelkezésre álló eszközök segítségével megvizsgáltam a vevők átlagos várakozási idejének alakulását a limitérték függvényében. Ezek alapján megállapítottam, hogy az alkalmazott limitértéktől függően a kialakított sorállási rendszer igen eltérő várakozási időket eredményezhet. Nem megfelelő limitérték alkalmazásával az átlagos várakozási idő a szabályozás nélkül tapasztalható érték többszörösére is növekedhet. Vizsgálataim eredményeit egy barkácsáruház valós adataival támasztottam alá.

**3. tézis: Érzékenységvizsgálatok elvégzésével bizonyítottam, hogy a limitparaméter optimális értékét nem befolyásolja jelentősen a modell paraméterértékeinek és struktúrájának változása egy meghatározott pénztári rendszer (rögzített expressz és általános pénztárszám) esetén.**

*(Kapcsolódó saját publikációk: S4, S5, S8, S11, S15)*

Az optimális limitértéket különböző paraméterértékek alkalmazásával meghatározva vizsgálható az optimális limitérték adott paraméter változására való érzékenysége. Az expressz pénztárakkal rendelkező sorállási rendszerek főbb paramétereinek független érzékenységvizsgálatát elvégezve az 1. táblázatban látható eredmények határozhatóak meg. A táblázat adataiból látható, hogy egy meghatározott pénztári rendszer (rögzített expressz és általános pénztárszám) esetén az optimális limitértéket nem befolyásolja jelentősen a modell paraméterértékeinek változása.

**1. táblázat: A paraméterek érzékenységvizsgálati eredményei**

	Jelenlegi érték	Független érvényességi tartomány
Beérkezési ráta [vevő/óra]	180	$\dots 25 \leq \lambda \leq 250 \dots$
A vásárolt tételek átlagos száma	3,089	$2,6 \leq l \leq 3,5$
A kiszolgálási idő fix része [perc]	0,5463	$0,225 \leq a \leq 1 \dots$
Az egy tétel számlázásához szükséges idő [perc]	0,1622	$0,05 \leq b \leq 0,3 \dots$
Az általános pénztárak száma	3	$3 \leq R \leq 4$
Az expressz pénztárak száma	2	$2 \leq E \leq 2$
Az expressz és általános pénztárak aránya	2/3	$2/3 \leq E/R \leq 2/3$

A modell struktúrájának érzékenységvizsgálata a nem paraméterjellegű adatok változásával járó hatások elemzését jelenti. E vizsgálatok alatt az alkalmazott valószínűségi változók eloszlásának, illetve a modell működését meghatározó sorválasztási szabályoknak a vizsgálatát értjük. A különböző eloszlások, illetve az egyes sorválasztási szabályok alkalmazásával elvégzett szimulációk eredményei alapján megállapítható, hogy e tényezők a várakozási idő értékét befolyásolják, a limitérték és sorban töltött átlagos várakozási idő közötti kapcsolatot leíró függvény jellegére, illetve az optimális limitértékre azonban – a 2. táblázatban látható módon – nincsenek hatással.

**2. táblázat: A sorválasztási szabályok hatása a várakozási időre [perc]**

		Limitérték			
		1	2	3	4
Sorválasztási szabály	Beépített				
	Véletlen (RAN)	0,3403	<b>0,2570</b>	0,3125	0,4614
	A sorban várakozók legalacsonyabb száma (SNQ)	0,3638	<b>0,3219</b>	0,3366	0,3945
Egyedi	A pénztárnál várakozók legalacsonyabb száma (SNS)	0,0688	<b>0,0561</b>	0,1002	0,1821
	Legkisebb munkamennyiség (MWL)	0,3631	<b>0,3218</b>	0,3358	0,3911
	A sor végén állók közül legkevesebbet vásárló vevő (FLI)	0,3636	<b>0,3218</b>	0,3356	0,3909
	Legkisebb észlelt mennyiség (MPA)	0,3632	<b>0,3218</b>	0,3359	0,3916
	Legrövidebb kiszolgálási idő (SST)	0,3632	<b>0,3217</b>	0,3356	0,3908

Az elvégzett érzékenységvizsgálatok eredményeként megállapítottam továbbá, hogy az expressz pénztárakkal rendelkező sorállási rendszerek általános tulajdonságának tekinthető, hogy az átlagos vevői várakozás és a limitérték kapcsolata egy U-alakú függvénnyel írható le, illetve hogy létezik egy vevői várakozást minimalizáló, optimális limitérték.

#### **3.4. 4. tézis**

A vevők sorban töltött várakozási idejének leírására leggyakrabban alkalmazott mutató a várakozás hosszának várható értéke. Ez az érték azonban önmagában nem ad teljes képet a várakozásról, annak hossza ugyanis valószínűségi változó. A rendelkezésre álló idő eltöltésével kapcsolatos döntéseik során az emberek kockázatkerülők. A várakozással kapcsolatos kockázat leírására a várakozási idő szórása alkalmazható. A szolgáltatásokra jellemző várakozással kapcsolatos kockázat mellett ezekben a rendszerekben meg kell különböztetni egymástól a várakozás tényleges és észlelt hosszát. A szolgáltatások esetében ugyanis a várakozás alanyai emberek, akik a várakozási idő hosszát különbözően észlelik. A tényleges várakozási idő mellett, ezért a várakozás észlelt hosszát leíró mutatók vizsgálatára és csökkentésére is figyelmet kell fordítani a menedzsmentnek.

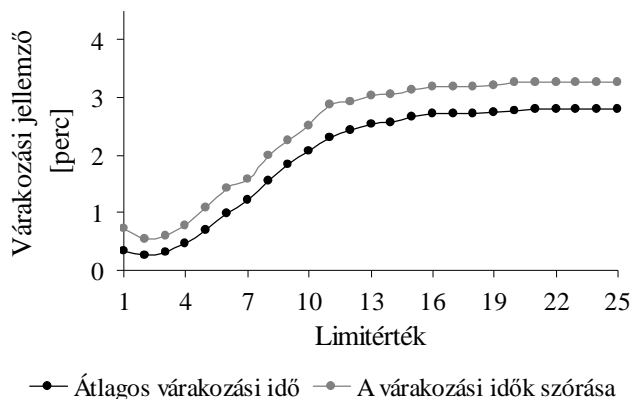
**4. tézis: Levezettem a limitértéknek és a tényleges várakozási idő szórásának, valamint a limitértéknek és az észlelt várakozási idő várható értékének kapcsolatát leíró összefüggéseket. Elméleti megfontolások alapján és szimulációval elvégzett vizsgálatokkal igazoltam, hogy a limitérték függvényében a tényleges és az észlelt várakozási idő várható értéke és szórása azonos lefutású görbével írható le. Megállapítottam továbbá, hogy értéküket az esetek többségében azonos limitérték minimalizálja.**

*(Kapcsolódó saját publikációk: S1, S5, S6, S14)*

M/G/1 és M/G/k modellek alkalmazásával a sorban töltött várakozási idők szórása megfelelő összefüggések segítségével meghatározható, illetve közelíthető. Számításukhoz az adott pénztártípusra jellemző beérkezési ráta ( $\lambda_E$  és  $\lambda_R$ ), kiszolgálási ráta ( $\mu_E$  és  $\mu_R$ ) és a kiszolgálási idők szórásának ( $\sigma_E$  és  $\sigma_R$ ) összefüggései szükségesek, melyeket az értekezés részletesen ismertet. Ezen összefüggések felhasználásával meghatároztam a sorban töltött várakozási idő szórásának és a limitértéknek a kapcsolatát.

A várakozási idők szórása emellett szimuláció segítségével is meghatározható. A szimulációs modell segítségével elvégzett vizsgálatok eredményeként megállapítottam, hogy a limitérték függvényében a várakozási idő várható értéke és szórása azonos lefutású görbével

írható le, értéküket az esetek többségében azonos limitérték minimalizálja – a 4. ábrán látható módon.



**4. ábra: A várakozási idő átlagának és szórásának alakulása a limitérték függvényében**

Vizsgálataim során a várakozás tényleges hossza és az észlelt várakozási idő kapcsolatát az Antonides et al. (2002) által javasolt összefüggést felhasználva a következő módon fejeztem ki:

$$\Psi_j^* = t_{sj}^{\beta_p}, \quad (2)$$

ahol  $\Psi_j^*$  a  $j$ -edik vevő észlelt (módosított) várakozási ideje,  $\beta_p$  az észlelési együttható,  $t_{sj}$  a  $j$ -edik vevő tényleges várakozási ideje.

A szimulációs modell segítségével elvégeztem a vevők várakozási időinek (2) összefüggés szerinti transzformációját több lehetséges észlelési együttható alkalmazásával. A transzformáció eredményeit felhasználva meghatároztam az észlelt várakozási idő várható értékét és szórását. Az elvégzett vizsgálatok eredményeként megállapítható, hogy a limitérték függvényében a várakozási idő várható értéke és szórása azonos görbével írható le, értéküket az esetek többségében azonos limitérték minimalizálja – a 3. táblázatban látható módon.

**3. táblázat: Az észlelt várakozási idők átlagának [perc] alakulása a limitérték és az észlelési együttható függvényében**

		Limitérték			
		1	2	3	4
Észlelési együttható	0,1	0,3914	<b>0,3716</b>	0,4222	0,5034
	0,2	0,3225	<b>0,2959</b>	0,3508	0,4438
	0,3	0,3106	<b>0,2784</b>	0,3332	0,4314
	0,4	0,3070	<b>0,2691</b>	0,3235	0,4269
	0,5	0,3066	<b>0,2626</b>	0,3168	0,4258
	0,6	0,3086	<b>0,2581</b>	0,3124	0,4277
	0,7	0,3130	<b>0,2554</b>	0,3098	0,4323
	0,8	0,3197	<b>0,2544</b>	0,3091	0,4394
	0,9	0,3288	<b>0,2550</b>	0,3100	0,4491

### 3.5. 5. tézis

A tényleges és az észlelt várakozási idő várható értéke és szórása igen különböző értékekhez vezethet eltérő limitértékek alkalmazásakor. Az optimális limitérték megtalálása elengedhetetlen ahhoz, hogy az expressz pénztárak kialakításával a menedzsment ne növelje túlzott mértékben a vevői várakozás e mérőszámait. Azonban még a megfelelően kialakított, optimális limitértéket alkalmazó sorállási rendszerek sem képesek szignifikánsan csökkenteni e jellemzők értékeit a sorképzési szabály nélkül tapasztalható értékhez képest. Ennek ellenére az expressz pénztárak igen népszerűek a vevők körében, bevezetésük növeli a vevők elégedettségét. Az expressz pénztárak kialakítását tehát elsősorban nem a várakozás hosszát jellemző mutatók indokolják, hanem az elégedettség várakozás függvényében megfigyelhető kedvező alakulása. A vevői várakozást tehát a vevők elégedettségét befolyásoló tényezőként szükséges definiálni.

**5. tézis: A várakozás függvényeként definiált vevői elégedettségét hasznosság-függvényekkel közelítve levezettem a vevői elégedettség és a limitérték kapcsolatát leíró összefüggést. Elméleti megfontolások alapján és számszerű vizsgálatokkal igazoltam, hogy a megfelelő limitértékkel rendelkező expressz pénztárak kialakítása képes növelni a vevők elégedettségét. Megállapítható tehát, hogy az expressz pénztárak bevezetésének előnye nem az átlagos vevői várakozás csökkentésében, hanem a rövid és hosszú várakozási idők különböző mennyiségeket vásárló vevők közötti kedvezőbb allokálásában rejlik.**

*(Kapcsolódó saját publikációk: S5, S10, S18)*

Vizsgálataim során a várakozás tényleges hossza és a várakozás függvényeként definiált elégedettség kapcsolatát a Kumar et al. (1997) által javasolt összefüggést felhasználva a következő módon fejeztem ki:

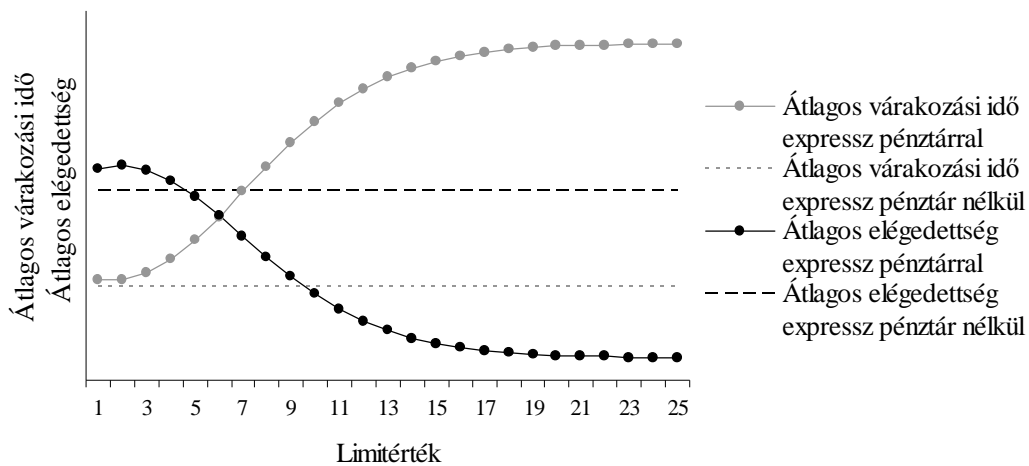
$$S = -A_1 T_0^{\gamma_1} e^{(-rT_0)} - A_1 T_0^{\gamma_1} e^{(-rT_0)} r \cdot t_x = S_0 + S_1 t_x, \quad (3)$$

ahol  $S$  a várakozás függvényeként definiált vevői elégedettség,  $A_1$  a vevők idejének értékesége,  $T_0$  a feltételezett várakozási idő,  $\gamma_1$  a feltételezett várakozási idő hasznosságra gyakorolt *közvetlen* hatásának nagysága,  $r$  a vevők várakozással kapcsolatos kockázatkerülésének mértéke,  $t_x$  a sorban töltött átlagos várakozási idő különböző vevői csoportok esetén,  $S_0$  a várakozással kapcsolatos kezdeti elégedetlenség,  $S_1$  pedig a várakozási időtől függő elégedetlenség.

A numerikus modell eredményeit a (3) összefüggés szerint transzformálva megállapítottam, hogy a hasznosságmaximalizáló célfüggvény az esetek többségében



ugyanazt az optimális limitértéket határozza meg, mint a korábbi célfüggvények – az 5. ábrán látható módon. Ennek következtében az expressz pénztárak optimális limitértékének meghatározásához nincs szükség bonyolult célfüggvények és azok vizsgálatát lehetővé tevő bonyolult modellek alkalmazására. Az optimális limitérték a numerikus modell közelítő összefüggéseinek segítségével a sorban töltött átlagos várakozási időt minimalizáló célfüggvény alkalmazásával is meghatározható.



**5. ábra: Az átlagos várakozási idő és az átlagos elégedettség alakulása a limitérték függvényében**

A numerikus és szimulációs modellekkel végzett vizsgálataim eredményei alapján megállapítottam, hogy expressz pénztárak kialakításának hatására az átlagos várakozási idő sok esetben növekszik az eredeti rendszerben tapasztalható értékhez képest. Az 5. ábrán látható módon a vevői elégedettség azonban – megfelelő limitérték alkalmazásakor – meghaladja a speciális kiszolgáló egységek nélkül üzemelő sorállási rendszerben tapasztalható szintet. Az expressz pénztárak tehát képesek növelni a vevőknek nyújtott értéket, alkalmazásukkal a vállalatok versenyelőnyre tehetnek szert.

#### 4. GYAKORLATI HASZNOSÍTÁS ÉS TOVÁBBI KUTATÁSI LEHETŐSÉGEK

Kutatásaim célja egy gyakran használt menedzsmenteszköz, a sorképzési szabályok szolgáltató rendszerekben történő alkalmazásának elméleti megalapozása volt. Vizsgálataim eredményei megkönnyítik az ezen eszközök alkalmazásával kapcsolatos mindennapi menedzsmentdöntések meghozatalát.

Az expressz pénztárakkal rendelkező sorállási rendszerek vizsgálatát lehetővé tevő eszközökkel kapcsolatos (1) és (2) téziseim gyakorlati jelentősége, hogy ezek alapján a menedzsment már a bevezetés előtt információval rendelkezhet arról, hogy az adott intézkedés milyen mértékben befolyásolja vevői várakozási idejét.

A várakozási mutatók és az expressz pénztárak limitértéke közötti kapcsolatot leíró (1), (4) és (5) téziseim felhívják a figyelmet arra, hogy e sorképzési szabály bevezetésekor a menedzsmentnek körültekintően kell eljárnia. Nem megfelelő limitérték alkalmazásával ugyanis ahelyett, hogy kedvező hatást gyakorolna a vevői várakozásra, nagymértékben növelheti a különböző várakozási mutatók értékét.

Az optimális limitérték robusztusságát megfogalmazó (3) tézis alapján nincs szükség a limitérték gyakori változtatására a rendszer különböző paramétereinek és strukturális jellemzőinek kismértékű változásakor. Különböző sorállási rendszerek (eltérő expressz és általános pénztárszám) esetén azonban az optimális limitérték újbóli meghatározására van szükség.

A különböző várakozási mutatók alkalmazásával kapcsolatos (1), (4) és (5) tézisek alapját képező célfüggvények lehetővé teszik, hogy a menedzsment egy jól kidolgozott struktúra alapján, a vevői kör elvárásainak megfelelő szempont szerint optimalizálja folyamatait. A különböző célfüggvényekkel elvégzett működés optimalizálások eredménye pedig felhívja a figyelmet arra, hogy sok esetben nincs szükség bonyolult célfüggvények alkalmazására. Expressz pénztárak alkalmazásakor elegendő a legegyszerűbb célfüggvény és az annak vizsgálatát lehetővé tevő egyszerű analitikus formulák alkalmazása ahhoz, hogy meghatározzuk a vevői várakozást minimalizáló rendszerkialakítást.

A vevői elégedettség vizsgálatának eredményei alapján felállított (5) tézis a menedzsment figyelmét arra hívja fel, hogy időalapú versenyt folytatva nem minden esetben kell az időparaméterek, a vevői várakozás csökkentésére törekedni. Sokszor célravezetőbb az egyes vevői csoportok jellemzőinek meghatározása, és a rendszer olyan módon történő átalakítása, ami minden vevői csoport számára a jellemzőinek megfelelő várakozást eredményezi.

Kutatásaim eredményeként egy gyors eredményt szolgáltató menedzsmenteszközt és a vevői várakozás átfogó vizsgálatát lehetővé tevő módszert fejlesztettem ki, melyek segítségével az expressz pénztárral rendelkező sorállási rendszerek menedzsmentdöntései jól támogathatók.

Az értekezés eredményei alapján elvégzendő további kutatások elsősorban a kapott eredmények további alkalmazási, adaptálási lehetőségeinek vizsgálatát jelentik. A kidolgozott módszerrel és létrehozott eszközökkel további sorképzési szabályok vizsgálhatóak, illetve a kutatások kiterjeszthetők termelő rendszerekre is. Fontos megvizsgálni továbbá, hogy az expressz pénztárak kialakításakor, illetve más sorképzési szabályok bevezetésekor milyen feltételek mellett vezetnek azonos eredményre a különböző célfüggvények alkalmazásával elvégzett működésoptimalizálások. Ezen információk birtokában ugyanis nagymértékben leegyszerűsíthetők a rendszerkialakítással kapcsolatosan elvégzendő vizsgálatok, ami jelentősen megkönnyítheti a menedzsment mindennapi munkáját.

## 5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

### **Cikk szerkesztett könyvben**

- S1. Kalló N. and Koltai T., Rapid Modeling of Express Line Systems for Improving Waiting Processes. In G. Reiner (szerk.): *Rapid Modelling for Increasing Competitiveness*. Springer, 2009, pp. 119-129. L
- S2. Koltai T., Kalló N. és Tatay V., Az optimumkeresés problémái a termelés- és szolgáltatásmenedzsmentben. In Veresné dr. Somosi M. (szerk.): *Vezetési ismeretek III.* Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Kar, 2009, 104-115. o.
- S3. Koltai T. és Kalló N., Az expressz-pénztárak működtetésének elméleti és gyakorlati megfontolásai. In Sikos T. T. (szerk.): *A bevásárlóközpontok jelene és jövője*. Selye János Egyetem Kutatóintézete, 2007, 160-178. o. L

### **Külföldön megjelent idegen nyelvű folyóiratcikk**

- S4. Koltai T., Kalló N., and Lakatos L., Optimization of Express Line Performance: Numerical Examination and Management Considerations. *Optimization and Engineering* (IF=1,048), Vol. 10, No. 3, 2008, pp. 377-396. L,R

### **Magyarországon megjelent idegen nyelvű folyóiratcikk**

- S5. Kalló N. and Koltai T., A Review of Management Issues Related to Express Line Systems. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, Vol. 16, No. 1, pp. 1-12, 2008. L

### **Nemzetközi konferencia-kiadványban megjelent idegen nyelvű előadás**

- S6. Kalló N. and Koltai T., Management Objectives for Operating Express Line Systems. *microCAD 2009, International Scientific Conference, Economic Challenges in the XXI Century Section*. Miskolc, Hungary, March 19-20, 2009, p. 115-119. L
- S7. Koltai T. and Kalló N., The Effect of Queue Selection on Optimal Limit Value of Express Line Systems. *microCAD 2008, International Scientific Conference*, Miskolc, Hungary, March 20-21, 2008, pp. 103-108. L
- S8. Koltai T. and Kalló N., Quantitative Analysis of Waiting Time in Express Lines at Cash Desks. *5th ANZAM Operations Management Symposium*, Melbourne, Australia, July 6-7, 2007, pp. 1-12. LH1
- S9. Koltai T. and Kalló N., Model Selection for Express Line Optimization. *microCAD 2007, International Scientific Conference, Company Competitiveness in the XXI Century Section*, Miskolc, Hungary, March 22-23, 2007, pp. 149-154. L
- S10. Kalló N., Involving Subjective Customer Information in Operations Management Decisions. *4th International Conference for Young Researchers of Economics*, Gödöllő, Hungary, October 2-4, 2006, pp. 153-158. L
- S11. Koltai T. and Kalló N., Analysis of Management Decisions Related to Express Line Systems. *microCAD 2006, International Scientific Conference, Economic Challenges Section*, Miskolc, Hungary, March 16-17, 2006, pp. 185-190. L

- S12. Koltai T. and Kalló N., Optimizing the Average Waiting Time at the Cash Desk of a Supermarket. *microCAD 2005 International Scientific Conference, Company Competitiveness in the XXI Century Section*, Miskolc, Hungary, 2005, March 10-11, 2005. pp 153-158. L
- S13. Koltai T., Lakatos L., and Kalló N., The Application of Line Structuring Rules for Service Improvement: Analysis of Waiting Lines at the Cash Desks of a Supermarket. *microCAD 2004 International Scientific Conference, Company Competitiveness in the XXI Century Section*, Miskolc, Hungary, March 18-19, 2004. pp 111-116. L

### **Magyar nyelvű folyóiratcikk**

- S14. Kalló N. és Koltai T., Az expressz pénztárak optimális működtetésének szolgáltatásmenedzsment-vonatkozásai. *Vezetéstudomány*, XL évf., Június, 79-84. o., 2009. L
- S15. Koltai T. és Kalló N., Az expressz pénztárak várakozásbefolyásolásának kvantitatív elemzése. *Sigma*, 39. évf., 3-4. sz., 169-183. o., 2008. L

### **Magyar nyelvű konferencia-előadás**

- S16. Kalló N., Az expressz pénztárak alkalmazásának ellentmondásosságai. *XXVIII. OTDK Közgazdaságtudományi Szekció, Doktorandusz Konferencia (kiemelt dolgozat)*, Miskolc, 2007. április 25-27., 223-234. o. L
- S17. Koltai T. és Kalló N., Kvantitatív és puha módszerek alkalmazása a szolgáltatásmenedzsmentben: várakozó sorok vizsgálata. *menedzsmentkonferencia2006*, Balatonfüred, 2006. augusztus 22-24., 151-158. o. L
- S18. Kalló N., A szolgáltatás-színvonal objektív és szubjektív megítélésnek kapcsolata. *Pannon Gazdaságtudományi Konferencia*, Veszprém, 2006. június 2., II. kötet, 200-204. o. L
- S19. Kalló N., Szolgáltatásmenedzsment-megfontolások a pénztári expressz sorok kialakításával kapcsolatban. *A Magyar Gazdaság Versenyképessége – Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Műszaki Menedzsment Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Doktori Iskola II. Országos Konferenciája*, Budapest, 2006. február 9., 219-230. o. L
- S20. Koltai T. és Kalló N., Az időalapú-versenyzés termelés-menedzsment vonatkozásai. *Tudásalapú Társadalom, Tudásteremtés – Tudástranszfer, Értékváltás, V. Nemzetközi Konferencia*, Miskolc – Lillafüred, 2005. május 11-12., 19-26. o. L

### ***Nem publikációértékű munkák***

### **Tudományos Diákköri dolgozat**

- S21. Kalló N., A pénztári sorok jellemzőinek optimalizálása sorképzési szabállyal.  
 - *Tudományos Diákköri konferencia, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Menedzsment Szekció (I. díj)*, 2004. november 9.  
 - *XXVII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Közgazdaságtudományi Szekció (II. díj)*, Sopron, 2005. április 27-29. pp 376. (a kivonat magyar és angol nyelven is megjelent a konferencia-kiadványban)

S22. Kalló N., A várakozó sorok analitikus és empirikus vizsgálata a Bricostore budakalászi áruházában. *Tudományos Diákköri Konferencia, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Menedzsment Szekció* (I. díj, Rektori különdíj) 2003. november 11.

### **Csak szóban elhangzott konferencia-előadás**

S23. Koltai T. and Kalló N., Optimizing the Average Waiting Time at Cash Desks Using Line Structuring Rules. *16th Annual Conference of the Production and Operations Management Society*, Chicago, USA, 2005, April 29 – May 2.

Az összes publikációk száma: 20

Az összes lektorált publikációk száma: 19

Az összes referált publikációk száma: 1

Az összes ismert hivatkozások száma: 23

Az összes ismert idegen hivatkozások száma: 1

A Science Citation Index szerinti összes hivatkozások száma: 1

A Science Citation Index szerinti hivatkozások között az idegen hivatkozások száma: 1

Összegzett impakt faktor: 1,048

### ***Hivatkozásjegyzék***

Koltai T. and Kalló N., Quantitative analysis of waiting time in express lines at cash desks. *5th ANZAM Operations Management Symposium*, Melbourne, Australia, July 6-7, 2007, pp. 1-12. cikkre hivatkozik:

Parlar, M. and Sharafali, M., Dynamic Allocation of Airline Check-In Counters: A Queuing Optimization Approach. *Management Science*, Vol. 54, No. 8, pp. 1410-1424, 2008.

Szöveggörnyezet (1413. oldal): We refer the reader [...] to Koltai and Kalló (2007) for supermarket check-out counter management.

## 6. IRODALOMJEGYZÉK

1. Antonides, G., Verhoef, P. C., van Aalst, M. (2002): Consumer Perception and Evaluation of Waiting Time: A Field Experiment. *Journal of Consumer Psychology*, Vol. 12, No. 3, pp. 193-202.
2. Heskett, J. L., Jones, T. O., Loveman, G. W., Sasser, W. E. Jr., Schlesinger, L. A. (1994): Putting the Service Profit Chain to Work. *Harvard Business Review*, Vol. 72, No. 2, pp. 164-174.
3. Hill, A. V., Collier, D. A., Froehle, C. M., Goodale, J. C., Metters R. D., Verma, R. (2002): Research Opportunities in Service Process Design. *Journal of Operations Management*, Vol. 20, No. 2, pp. 189-202.
4. Hillier, F. S., Lieberman, G. J. (1995): *Introduction to Operation Research*. McGraw-Hill.
5. Kleinrock, L. (1975): *Queueing Systems – Volume I: Theory*. John Wiley & Sons, Inc.
6. Koltai T. (2003): *A termelésmenedzsment alapjai II*. Műegyetemi Kiadó, Budapest.
7. Kostecki, M. (1996): Waiting Lines as a Marketing Issue. *European Management Journal*, Vol. 14, No. 3, pp. 295–303.
8. Kumar, P., Kalwani, M. U., Dada, M. (1997): The Impact of Waiting Time Guarantees on Customers' Waiting Experiences. *Marketing Science*, Vol. 16, No. 4, pp. 295-314.
9. Larson, R. C. (1987): Perspectives on queues: social justice and the psychology of queuing. *Operations Research*, Vol. 35, No. 6, pp 895-905.
10. Li, L., Lee, Y. S. (1994): Pricing and Delivery-Time Performance in a Competitive Environment. *Management Science*, Vol. 40, No. 5, pp. 633-646.
11. Nie, W. (2000): Waiting: Integrating Social Justice and Psychological Perspectives in Operations Management. *Omega*, Vol. 28, No. 6, pp. 611-629.
12. Porter (1993): *Versenysztratégia*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
13. Stalk, G. Jr. (1988): Time – The Next Source of Competitive Advantage. *Harvard Business Review*, Vol. 66, No. July-August, pp. 41-51.
14. Suri, R. (2009): A Perspective on Two Decades of Rapid Modeling (Foreword). In: Reiner, G. (Ed.): *Rapid Modelling for Increasing Competitiveness*. Springer.
15. Taylor, S. (1994): Waiting for Service: The Relationship between Delays and Evaluation of Service. *Journal of Marketing*, Vol. 58, No. April, pp. 56-69.