



**MISKOLCI**  
EGYETEM  
UNIVERSITY OF MISKOLC

GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR

## **LOGISZTIKAI HÁLÓZATOK RIZIKÓTÉNYEZŐINEK KEZELÉSE**

### **PhD értekezés tézisei**

Készítette:

**SKAPINYECZ RÓBERT**  
okleveles közlekedésmérnök

Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola  
Anyagáramlási rendszerek és logisztikai informatika tématerület

Doktori iskola vezetője:  
**Prof. Dr. VÉGH JÁNOS**  
egyetemi tanár

Tématerület vezető:  
**Prof. Dr. ILLÉS BÉLA**  
intézetigazgató, egyetemi tanár

Témavezető:  
**Prof. Dr. ILLÉS BÉLA**  
intézetigazgató, egyetemi tanár

Miskolc, 2018

## A Bíráló Bizottság tagjai

### *Elnök:*

**Prof. Dr. Szigeti Jenő** Miskolci Egyetem,  
intézetigazgató, egyetemi tanár

### *Titkár és tag:*

**Dr. Bányainé dr. Tóth Ágota** Miskolci Egyetem, egyetemi docens

### *Tagok:*

**Dr. Tamás Péter** Miskolci Egyetem, egyetemi docens  
**Dr. Bíró István** Szegedi Tudományegyetem,  
intézetvezető, egyetemi docens  
**Dr. Ladányi Richárd** Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási  
Közhasznú Nonprofit Kft.,  
tudományos munkatárs

### *Pótelnök:*

**Prof. Dr. Végh János** Miskolci Egyetem, egyetemi tanár,  
Hatvany József Informatikai  
Tudományok Doktori Iskola elnöke

### *Póttagok:*

**Dr. Gál József** Szegedi Tudományegyetem,  
egyetemi docens  
**Dr. Kovács Szilveszter** Miskolci Egyetem, egyetemi docens

### *Opponensek:*

**Dr. Bányai Tamás** Miskolci Egyetem, egyetemi docens  
**Dr. Gubán Miklós** Budapesti Gazdasági Egyetem,  
főiskolai tanár

### *Pótbíró:*

**Dr. Hartványi Tamás** Széchenyi István Egyetem,  
egyetemi docens

## **Tartalomjegyzék**

<b>1. Bevezetés</b> .....	<b>1</b>
<b>2. A kutatás háttere és célkitűzései</b> .....	<b>2</b>
<b>3. A témához kapcsolódó szakirodalom áttekintése</b> .....	<b>4</b>
<b>4. A kutatás során kialakításra került kockázatkezelési eljárás ismertetése</b> .....	<b>6</b>
4.1 A kidolgozott matematikai modell összefoglalása .....	6
4.2 A kockázati modell ismertetése .....	9
4.3 A teljes kockázatkezelési eljárás bemutatása .....	11
<b>5. Új tudományos eredmények</b> .....	<b>14</b>
<b>6. New scientific results</b> .....	<b>17</b>
<b>7. A kialakított eljárás felhasználási, valamint továbbfejlesztési lehetőségeinek ismertetése</b> .....	<b>20</b>
<b>8. Az értekezés témájában megjelent tudományos közlemények</b> .....	<b>22</b>
<b>9. Felhasznált és áttekintett irodalom</b> .....	<b>26</b>



## 1. Bevezetés

A korszerű logisztikai hálózatokat elsősorban a fejlett információs technológiák alkalmazására támaszkodó hálózati struktúra, az osztott intelligenciás működési elv, az elemek nagy száma és bizonyos szintű kollaborációja, valamint ezekből fakadóan a nagyfokú rugalmasság határozzák meg. Ezek a rendszerek egyaránt előnyösek mind a megbízók, mind pedig az azokban résztvevő egyes logisztikai szolgáltatók számára is, mivel az előbbieket jellemzően egyetlen csatornán keresztül juthatnak hozzá költséghatékony és egyszerismind magas színvonalú integrált szolgáltatásokhoz, míg az utóbbiak lényegesen nagyobb ügyfélkört érhetnek el, miközben a rendszer olyan infrastrukturális és egyéb lehetőségeket biztosít a számukra, amelyekhez kizárólag a saját erőforrásaikra támaszkodva általában nem tudnának hozzájutni.

A szóban forgó hálózatok egy viszonylag kevésbé vizsgált vetülete ugyanakkor a megbízhatóság, valamint ezzel összefüggően a kockázatkezelés kérdésköre, amelyek pedig alapvető fontosságúak az ipari gyakorlat szempontjából. Ennek legfőbb oka, hogy a korszerű logisztikai hálózatok szolgáltatásait igénybe vevő megbízók - jellemzően termelőszolgáltató vállalatok - saját tevékenységeik hatékony ellátása érdekében szükséges, hogy pontos és átlátható képet kaphassanak a rendszerek folyamatainak megbízhatóságáról, ami viszont az egyre több szereplő integrálása és így a komplexitás folyamatos növekedése folytán egyre nagyobb kihívást jelent. A disszertáció alapvető célja, hogy erre a kérdésre adjon egy lehetséges választ egy a korszerű logisztikai hálózatokra implementált kockázatkezelési eljárás kidolgozásával.

## 2. A kutatás háttere és célkitűzései

Napjainkra a gazdaság számos területén kezdenek egyre nagyobb szerepet játszani a bevezetésben már említett, hálózatszerűen működő és holonikus modelleken alapuló termelő, szolgáltató, illetve gyűjtő-elosztó rendszerek. Ezek a rendszerek gyakran az úgynevezett virtuális vállalat működési elvét követik, amelynek kutatása ma már egy kifejezetten jelentős területnek számít a logisztikán belül. Itt fontos megjegyezni, hogy a virtuális logisztikai hálózatok működésének vizsgálata immár majdnem két évtizede a Logisztikai Intézet számára is egy kiemelt kutatási irányt képvisel. Tekintettel az olyan, napjainkban meghatározónak számító trendek, mint a negyedik ipari forradalom és ezzel összefüggésben az ipar 4.0 kibontakozására, egyértelműnek látszik, hogy a közeli jövőben a szóban forgó rendszerek egyre erőteljesebb térnyerésére lehet számítani a gazdaság minden vetületében, különösképpen pedig a logisztikában. Ahogy az a bevezetésben már szerepelt, a korszerű logisztikai hálózatokban résztvevő felek számára ugyanakkor megoldandó feladatként jelentkezik a rendszer megbízhatóságának kellően pontos meghatározása is. Különösen a logisztikai szolgáltatásokat igénybevevő vállalatok számára lényeges az, hogy pontosan fel tudják mérni a hálózaton keresztül elérhető integrált szolgáltatások használatának kockázati vonzatait, amelyhez elengedhetetlenül szükség van részletes kockázati modellek kidolgozására és alkalmazására.

Az előbbi megállapítással összhangban a kutatás legfontosabb célja az volt, hogy kialakításra kerüljön egy olyan komplex kockázatkezelési eljárás, amely lehetővé teszi a hálózatokban részt vevő logisztikai szolgáltatók megbízhatósági szempontból vett értékelését, ezt felhasználva pedig a megbízó vállalatok számára lehetővé váljon a szolgáltató választás kockázati szempontból vett optimalizálása. Ennek érdekében az alábbi fő kutatási célok kerültek meghatározásra:

- egy a szóban forgó logisztikai hálózatokat megfelelően leírni képes, egyúttal pedig széleskörűen alkalmazható matematikai modell kialakítása,
- a kockázati tényezők azonosítása, számszerűsítésük módjának megadása, továbbá az ezeket magába foglaló kockázati modell kialakítása,
- az előbbieken már említett, a logisztikai szolgáltatások kockázati szempontból véve optimális módon történő megválasztását támogató kockázatkezelési eljárás kidolgozása.

### **3. A témához kapcsolódó szakirodalom áttekintése**

A kutatómunka megalapozása céljából szisztematikus irodalomkutatást végeztem, ami több olyan területre is kiterjedt, amelyek tárgyalása szükséges volt a téma alapos feltárásához, illetve a kutatás során használandó eszközök megfelelő szintű bemutatásához. Ezek közül az első fázist értelemszerűen egy rövid történeti áttekintés képezte, amelynek keretében ismertetésre került a korszerű logisztikai hálózatok kialakulási folyamata, valamint az ezen hálózatok gyakorlati szempontból vett jelentősége. Ezt követte a konkrétan vett kutatási terület feltárása, amelynek során egyrészt bemutatásra került a kockázatkezelés jelentősége egy specifikus területen, a közismert ellátási láncokon belül, másrészt pedig sor került a tágabb értelemben vett logisztikai hálózatok kockázatkezelésével foglalkozó szakirodalom vizsgálatára is.

A kutatás fő területének előző módon megvalósított elemzése után sor került a kutatásban használt eszközök bemutatására is. Egyrészt megtörtént a folyamatképeség koncepciójának ismertetése, különös hangsúlyt fektetve a disszertációban használt folyamatképeségi mutatók bemutatására. Másrészt sor került az AHP (Analytic Hierarchy Process) módszer összefoglaló ismertetésére (számos logisztikában történő alkalmazási példa felsorolásával egyetemben), mivel a későbbiekben kialakításra került kockázati modell is ennek használatára támaszkodik. Az AHP módszerrel összefüggésben továbbá szintén sor került a gyakorlati példához tartozó számítások egy jelentős részénél alkalmazott hatványmódszer ismertetésére is. Végül sor került a már létező, a kutatási területhez kapcsolódó AHP alapú kockázatkezelési eljárások áttekintésére.

Fontos megjegyezni, hogy az irodalomkutatás minden fázisa korszerű tudományos keresőmotorok - elsősorban a Google Scholar és a ScienceDirect - felhasználásával került megvalósításra.

Az irodalomkutatás eredményeként összességében alátámasztást nyert, hogy számos, a logisztikai hálózatok kockázatkezeléséhez kötődő eljárásban



alkalmazzák mind önmagában az AHP-t, mind pedig különösen annak egyéb módszerekkel kialakított kombinációit. Ugyanakkor az is bebizonyosodott, hogy a disszertációban bemutatásra kerülő eljárás több szempontból is újszerűnek mondható. Ennek egyik oka az, hogy olyan AHP-t használó eljárásra, amely egyrészt részletesen figyelembe veszi a logisztikai kockázatokat, másrészt viszont egy általánosan is alkalmazható kvantitatív hálózati modellre épülően valósítja meg az optimalizálást, a létező irodalomban gyakorlatilag nem találni példát. Továbbá az áttekintésből az is egyértelműen látszott, hogy az AHP módszert a folyamatképeségi mutatókkal együtt alkalmazó megközelítésre szintén nem volt még példa a logisztikai hálózatok kockázatkezelésének területén.

## 4. A kutatás során kialakításra került kockázatkezelési eljárás ismertetése

A fejezetben összefoglaló jelleggel bemutatásra kerül a kidolgozott kockázatkezelési eljárás, érintve annak legfontosabb építő elemeit.

### 4.1. A kidolgozott matematikai modell összefoglalása

A kidolgozott matematikai modell a következő alapelemekre épül:

- $n$  darab  $LSZ_i$ -vel jelölt logisztikai szolgáltató ( $i=1, \dots, n$ ),
- $m$  darab  $F_j$ -vel jelölt logisztikai folyamat ( $j=1, \dots, m$ ),
- $r$  darab, minden logisztikai folyamat esetén értelmezhető mennyiségi és minőségi paraméter, amelyek segítségével egyértelműen jellemezhetőek az egyes folyamatok ( $k=1, \dots, r$ ).

A felsorolt elemek általános reprezentációját a modellben a  $P$  paraméter mátrix képezi a következő meghatározás szerint, amelyben a  $p_{ijk}$  jelöli az  $i$ -edik szolgáltató  $j$ -edik folyamatára jellemző  $k$ -adik paraméter értékét:

$$P = \left[ p_{ijk} \right]_{nmr} \quad (4.1.1)$$

A  $P$  paraméter mátrixból kiindulva meghatározásra került a szolgáltatók folyamatokhoz rendelésének alapvető feltétele, amelyben  $pv_{ijk}$  jelöli a megvalósítható értéket,  $pa_{ijk}$  és  $pf_{ijk}$  pedig az alsó és felső határértékeket:

$$pa_{ijk} \leq pv_{ijk} \leq pf_{ijk} \quad (4.1.2)$$

Szintén bevezetésre kerültek az  $X$  hozzárendelési mátrixra vonatkozó további peremfeltételek:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r x_{ijk} = r \quad \left| \quad \sum_{j=1, \dots, m} \right. \quad (4.1.3)$$

$$\sum_{k=1}^r x_{ijk} = r \cdot x_{ij1} \quad (4.1.4)$$

A továbbiakban a modell felírásra került sztochasztikusan változó folyamatok esetére is, az úgynevezett folyamatképességi mutatók segítségével. Ezek közül gyakorlati szempontból a  $c_{pk}$  kritikus folyamatképességi mutatónak van a legnagyobb jelentősége, amely az alábbi összefüggésekkel írható fel a modell elemeire értelmezett módon:

$$c_{po}(i, j, k) = \frac{USL(i, j, k) - \mu(i, j, k)}{3\sigma(i, j, k)}, c_{pu}(i, j, k) = \frac{\mu(i, j, k) - LSL(i, j, k)}{3\sigma(i, j, k)} \quad (4.1.5)$$

$$c_{pk}(i, j, k) = \min\{c_{po}(i, j, k); c_{pu}(i, j, k)\} \quad (4.1.6)$$

A szolgáltató-folyamat párok kritikus folyamatképességi mutatókkal meghatározott paraméter értékeit a  $PV_{stk}$  kritikus megvalósíthatósági mátrix tartalmazza az alábbi összefüggés szerint:

$$PV_{stk} = [c_{pk}(i, j, k)]_{nmr} \quad (4.1.7)$$

Az első szintű modell kialakítása után sor került az egyes kockázati tényezők meghatározására, melyeket a 4.1.1. táblázat foglal össze:

$k$	<b>Kockázati paraméter jelentése</b>
1	Késedelmes szállítmány
2	Helytelen szállítmány
3	Törölt szállítmány
4	Elveszett szállítmány
5	Késedelmes kezelés
6	Hibás csomagolás
7	Mennyiségi eltérés
8	Áru sérülés

4.1.1. táblázat: A kockázati paraméterek azonosítása és jelentésük

Mint látható, összesen nyolc kockázat tényező került meghatározásra, melyek a modellben az  $r$  darab minőségi és mennyiségi paraméternek felelnek meg. A számszerűsítésük ennek megfelelően tehát a (4.1.5) és (4.1.6) szerint meghatározott kritikus folyamatképeségi mutató alkalmazásával történik, ugyanakkor minden paraméter esetében egyedi módon definiálásra kerültek az adott esetben vizsgált logisztikai változók is, amelyek szükségesek a számszerűsítés megvalósításához.

A matematikai modell megalapozása és a kockázati tényezők meghatározása után kerülhetett sor a tényleges célfüggvény bevezetésére, amelyben a kumulált folyamatképeségi mutató -  $kc_{pk}$  - maximalizálásán keresztül történik meg az optimális szolgáltató-folyamat kombináció meghatározása, az alábbiak szerint:

$$kc_{pk} = \sum_{j=1}^m \frac{q_j \cdot p_j}{P} \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r c_{pk}(i, j, k) \cdot pr_k \cdot x_{ijk}^{stk} \rightarrow Max \quad (4.1.8)$$

Az előbbi célfüggvény mellett meghatározásra került a kockázati többletköltség kifejezésére szolgáló összefüggés is, felhasználva a kritikus folyamatképeségi mutató értékeihez tartozó hiba előfordulások mennyiségeit [127] (ahogy nő a  $c_{pk}$  értéke, azzal párhuzamosan fokozott mértékben csökken az egymillió esetre vetített hibák – DPMO – száma):

$$C_k = c_{ln} \cdot Q \cdot D(kc_{pk}) \quad (4.1.9)$$

Az előzőek mellett szintén felírásra került a célfüggvény egy redukált alakja, valamint sor került további, a gyakorlat szempontjából lényeges korlátozó feltételek bevezetésére is. Lényeges, hogy mivel a célfüggvény lineáris, a korlátozó feltételek pedig szintén, ezért az előbbi minden esetben megoldható a kétfázisú szimplex módszer felhasználásával. A célfüggvényben szereplő, az egyes szolgáltató-folyamat relációk kockázati paramétereit súlyozó  $pr_k$  tagok meghatározásához ugyanakkor szükség van

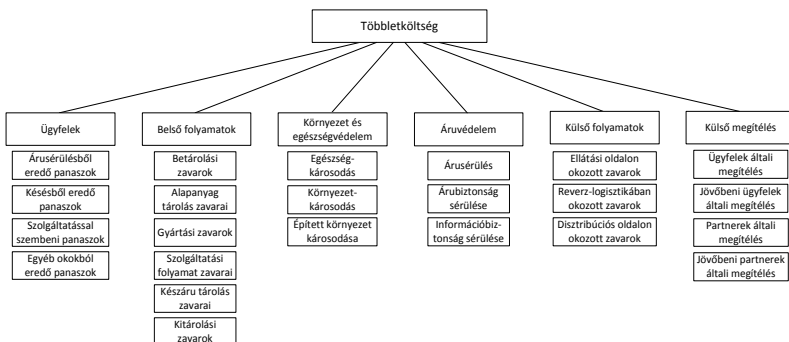
a kockázati modellre, amelynek rövid ismertetése következik a soron következő alpontban.

## **4.2. A kockázati modell ismertetése**

Ahogy az már említésre került, a kialakított kockázati modell az AHP módszer használatára támaszkodik. Az AHP napjainkban egy kifejezetten elterjedt multikritériumos döntéstámogató módszernek számít, amelynek számtalan alkalmazási területe van, melyek között a logisztika is megtalálható. Az eljárást eredetileg Thomas L. Saaty dolgozta ki az 1970-es évek végén, a megjelenése óta eltelt idő alatt pedig az egyik legnépszerűbb ilyen típusú módszerré vált. Az eljárás alapvetően a különböző döntési kritériumok páros-összehasonlítására épül, amely összehasonlításokat egy hierarchikus felépítésű fa struktúrát követve végzik el. Ennek a struktúrának a felépítését, ezzel együtt pedig az egymásra épülő döntési szintek számát az adott probléma határozza meg, a modellt tehát minden esetben egyedileg kell felállítani. A problémában megjelenő döntési alternatívák összehasonlítása mindig a hierarchia legalsó szintjén történik, külön-külön minden egyes úgynevezett alkritérium szerint. A kapott eredményeket a magasabb szintekről származó lokális prioritásokkal a hierarchiának megfelelően súlyozva, majd a részeredményeket összegezve születik meg a döntési alternatívák prioritás vektora, azaz a súlyozott fontossági sorrendje. A módszer részletes leírása számtalan forrásban megtalálható, többek között természetesen Saaty különböző munkáiban is [90] [91] [92] [93].

A kockázati modell felállításánál az összehasonlítások alapját képező fő szempontként a kockázati többletköltség került kiválasztásra, mint a termelő-szolgáltató vállalatok számára jellemzően legfontosabb mérlegelési szempont. A döntési hierarchia első szintjén ezek után hat úgynevezett főkritérium került meghatározásra, melyek az „Ügyfelek”, a „Belső folyamatok”, a „Környezet és egészségvédelem”, az „Áruvédelem”, a „Külső folyamatok” és a „Külső megítélés”. Mindegyik főkritériumhoz

több alkritérium is meghatározásra került. A teljes döntési hierarchia így az alábbi formában írható fel (4.2.1. ábra):



4.2.1. ábra: A kockázati modell teljes döntési hierarchiája [saját szerkesztés]

Legyen  $A_{ij}$  a döntési hierarchia  $i$ -edik szintjén balról jobbra haladva a  $j$ -edik döntési mátrix. Az  $A_{ij}$ -hez tartozó  $v_{ij}$  (lokális) prioritásvektor lényegében az  $A_{ij}$  legnagyobb sajátértékéhez tartozó sajátvektor -  $w_{ij}$  - egyre normált alakja lesz, ezért minden esetben szükség van a  $w_{ij}$  megkeresésére (ez a már említett hatványmódszerrel történik). A legnagyobb sajátérték és az ehhez tartozó sajátvektor közötti összefüggés a bevezetett indexálással a következőképpen írható fel:

$$A_{ij} w_{ij} = n_{ij} w_{ij} \quad (4.2.1)$$

A  $w_{ij}$  sajátvektorból a  $v_{ij}$  (lokális) prioritásvektor a következőképpen számítható ki:

$$v_{ij} = \frac{w_{ij}}{\sum_{k=1}^r w_{ij}^{(k)}} \quad (4.2.2)$$

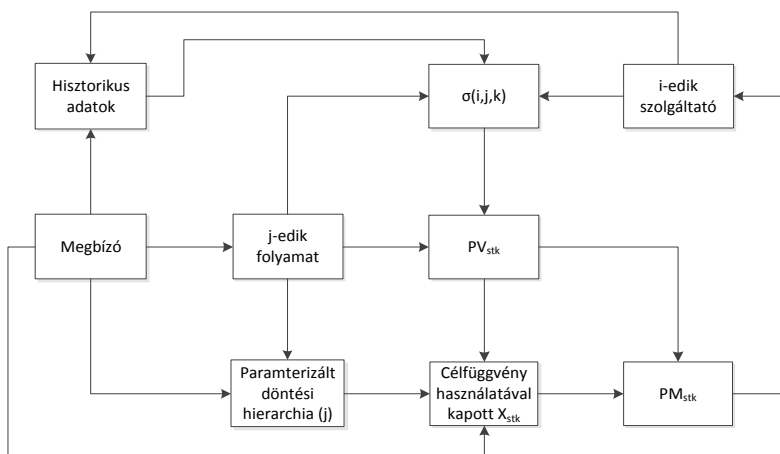
Az előbbieket felhasználva a kockázati modell eredményeként előálló pr prioritásvektor az alábbi módon írható fel (a vektor egyes elemei lesznek a célfüggvényben megjelenő  $pr_k$  súlyozó tényezők):

$$\begin{aligned}
 \text{pr} = & \left[ \begin{aligned}
 & v_{21}^{(1)} \left( v_{31}^{(1)} v_{41}^{(1)} + v_{31}^{(2)} v_{42}^{(1)} + v_{31}^{(3)} v_{43}^{(1)} \right) + v_{21}^{(2)} \left( v_{32}^{(1)} v_{45}^{(1)} + v_{32}^{(2)} v_{46}^{(1)} + v_{32}^{(3)} v_{47}^{(1)} + v_{32}^{(4)} v_{48}^{(1)} + \right. \\
 & \left. + v_{31}^{(4)} v_{44}^{(1)} \right) + v_{21}^{(3)} \left( v_{33}^{(1)} v_{411}^{(1)} + v_{33}^{(2)} v_{412}^{(1)} + v_{33}^{(3)} v_{413}^{(1)} \right) + v_{21}^{(4)} \left( v_{34}^{(1)} v_{414}^{(1)} + v_{34}^{(2)} v_{415}^{(1)} + v_{34}^{(3)} v_{416}^{(1)} \right) \\
 & + v_{21}^{(5)} \left( v_{35}^{(1)} v_{417}^{(1)} + v_{35}^{(2)} v_{418}^{(1)} + v_{35}^{(3)} v_{419}^{(1)} \right) + v_{21}^{(6)} \left( v_{36}^{(1)} v_{420}^{(1)} + v_{36}^{(2)} v_{421}^{(1)} + v_{36}^{(3)} v_{422}^{(1)} + v_{36}^{(4)} v_{423}^{(1)} \right) \\
 \\
 & v_{21}^{(1)} \left( v_{31}^{(1)} v_{41}^{(2)} + v_{31}^{(2)} v_{42}^{(2)} + v_{31}^{(3)} v_{43}^{(2)} \right) + v_{21}^{(2)} \left( v_{32}^{(1)} v_{45}^{(2)} + v_{32}^{(2)} v_{46}^{(2)} + v_{32}^{(3)} v_{47}^{(2)} + v_{32}^{(4)} v_{48}^{(2)} + \right. \\
 & \left. + v_{31}^{(4)} v_{44}^{(2)} \right) + v_{21}^{(3)} \left( v_{33}^{(1)} v_{411}^{(2)} + v_{33}^{(2)} v_{412}^{(2)} + v_{33}^{(3)} v_{413}^{(2)} \right) + v_{21}^{(4)} \left( v_{34}^{(1)} v_{414}^{(2)} + v_{34}^{(2)} v_{415}^{(2)} + v_{34}^{(3)} v_{416}^{(2)} \right) \\
 & + v_{21}^{(5)} \left( v_{35}^{(1)} v_{417}^{(2)} + v_{35}^{(2)} v_{418}^{(2)} + v_{35}^{(3)} v_{419}^{(2)} \right) + v_{21}^{(6)} \left( v_{36}^{(1)} v_{420}^{(2)} + v_{36}^{(2)} v_{421}^{(2)} + v_{36}^{(3)} v_{422}^{(2)} + v_{36}^{(4)} v_{423}^{(2)} \right) \\
 \\
 & \vdots \\
 \\
 & v_{21}^{(1)} \left( v_{31}^{(1)} v_{41}^{(8)} + v_{31}^{(2)} v_{42}^{(8)} + v_{31}^{(3)} v_{43}^{(8)} \right) + v_{21}^{(2)} \left( v_{32}^{(1)} v_{45}^{(8)} + v_{32}^{(2)} v_{46}^{(8)} + v_{32}^{(3)} v_{47}^{(8)} + v_{32}^{(4)} v_{48}^{(8)} + \right. \\
 & \left. + v_{31}^{(4)} v_{44}^{(8)} \right) + v_{21}^{(3)} \left( v_{33}^{(1)} v_{411}^{(8)} + v_{33}^{(2)} v_{412}^{(8)} + v_{33}^{(3)} v_{413}^{(8)} \right) + v_{21}^{(4)} \left( v_{34}^{(1)} v_{414}^{(8)} + v_{34}^{(2)} v_{415}^{(8)} + v_{34}^{(3)} v_{416}^{(8)} \right) \\
 & + v_{21}^{(5)} \left( v_{35}^{(1)} v_{417}^{(8)} + v_{35}^{(2)} v_{418}^{(8)} + v_{35}^{(3)} v_{419}^{(8)} \right) + v_{21}^{(6)} \left( v_{36}^{(1)} v_{420}^{(8)} + v_{36}^{(2)} v_{421}^{(8)} + v_{36}^{(3)} v_{422}^{(8)} + v_{36}^{(4)} v_{423}^{(8)} \right)
 \end{aligned} \right] \quad (4.2.3)
 \end{aligned}$$

### 4.3. A teljes kockázatkezelési eljárás bemutatása

A bemutatott kockázati modell, illetve az arra épülő célfüggvény alkalmazásához természetesen nélkülözhetetlen, hogy kellő mértékű információ megosztás valósuljon meg a hálózat egyes szereplői között, mivel a folyamatképeségi paraméterek kiszámításához szükség van megfelelő mennyiségű és minőségű statisztikai adatok összegyűjtésére.

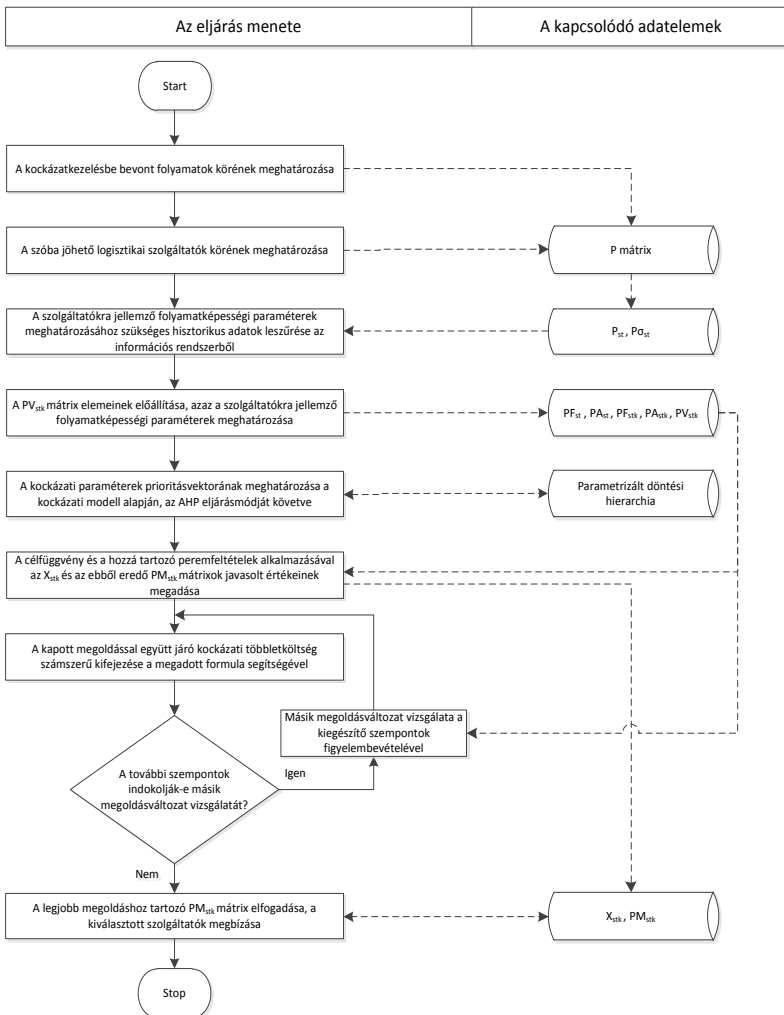
Az információ megosztási modell szerves részeként mindenképp szükség van egy olyan adatmodell meghatározására, amely magába foglalja a kockázatkezelési eljárás alkalmazásához szükséges fő adatelemeket, ezzel egyúttal lehatárolva a logisztikai hálózatban megosztandó információk körét. Ezt az adatmodellt mutatja be a 4.3.1. ábra, amely tehát tartalmazza mind a fontosabb adatobjektumokat, mind pedig ezek egymással fennálló kapcsolatait:



4.3.1. ábra: Az információ megosztási modellt meghatározó magas szintű adatmodell ábrázolása (saját szerkesztés)

Magát a teljes kockázatkezelési eljárást az abban felhasznált adatokkal egyetemben a soron következő, 4.3.2. ábra foglalja össze, amelyen végigkövethető az egyes lépések és az egyes adatobjektumok között fennálló kölcsönös egymásra hatás dinamikája is (az eljárás működését bemutató gyakorlati példa a disszertáció mellékletében található meg):





4.3.2. ábra: A kockázatkezelési eljárás teljes folyamatábrája a kapcsolódó adatelemekkel (saját szerkesztés)

## 5. Új tudományos eredmények

**I. Tézis:** Megvizsgáltam a korszerű logisztikai hálózatok kockázatkezeléséhez kapcsolódó szakirodalmakat a szisztematikus irodalomkutatás módszerével. Ezek alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a szakirodalom az általam vizsgálandó területtel csak részben, vagy korlátozottan foglalkozik. Így a kutatás területe releváns, azaz ilyen formában nem vizsgálták. Ez új eredmény, hiszen ennek a területnek a szakirodalomkutatását sem végezték el és így a kapott eredmények alapján tudtam alapvetően új szakmai kutatási irányokat megfogalmazni. A tézishoz kapcsolódóan az alábbi eredményeket értem el [P/1, P/2, P/5, P/7, P/8, P/9, P/14, P/25, P/27]:

I.1. A szakirodalomkutatás módszerével feltérképeztem a hazai és nemzetközi, legújabb és korábbi szakirodalmakat. A szakirodalomkutatás eredményeként olyan szakirodalmat találtam, amely a későbbi módszer kialakításához segítséget nyújtott.

I.2. A szakirodalom vizsgálata során a korszerű logisztikai hálózatok kockázatkezeléséhez kapcsolódó részletes modellt nem találtam, ami számomra igazolta, hogy szükséges kidolgozni a matematikai modellt, amellyel majd a vizsgálatot folytatni tudom.

I.3. Az ellátási láncsal kapcsolatos irodalomkutatással találkoztam a saját irodalomkutatásom során, de az általam tervezett kutatási terület átfogó szakirodalmi feldolgozásával már nem.

**II. Tézis:** Kidolgoztam egy matematikai modellt a korszerű logisztikai hálózatok folyamatközpontú leírásának megvalósításához. A tézishoz kapcsolódóan az alábbi eredményeket értem el [P/1, P/2, P/5, P/7, P/8, P/9, P/11, P/12, P/14, P/15, P/16, P/18, P/20, P/21]:

II.1. Háromdimenziós mátrixok segítségével általános esetre felírtam a logisztikai hálózat szolgáltatókra és folyamatokra kiterjedő paraméterrendszerét, valamint az utóbbiak egymáshoz rendelésének alapvető peremfeltételeit.

II.2. A folyamatképeségi mutatók használatával sztochasztikusan változó paraméterek esetére is felírtam az előzőleg bevezetett általános paraméterrendszert, valamint erre az esetre is meghatároztam a szolgáltatók folyamatokhoz történő allokációjának peremfeltételeit.

II.3. Meghatároztam az egyes kockázati tényezők pontos jelentését, az ezek kifejezésére szolgáló logisztikai változókat, valamint a kockázati tényezők elsődleges előfordulási vetületeit.

II.4. A meghatározásra került logisztikai változók és a folyamatképeségi mutatók használatával megadtam a kockázati tényezők pontos számszerűsítésének módját.

**III. Tézis: A bevezetett kockázati tényezők felhasználásával kidolgoztam egy multikritériumos döntési modellt és egy eköré épülő kockázatkezelési eljárást, amelyek együttesen lehetővé teszik egy adott hálózaton belül a szolgáltatók és a logisztikai folyamatok kockázati szempontból nézve optimális módon történő egymáshoz rendelését. A téziszhez kapcsolódóan az alábbi eredményeket értem el [P/2, P/7, P14, P/19, P/20, P/21, P/23, P/25]:**

III.1. Az AHP módszerre épülően kidolgoztam egy a kockázati tényezők súlyozott rangsorolására általánosan alkalmazható multikritériumos döntési modellt, valamint megadtam az ennek használatához kapcsolódó legfontosabb szempontokat.

III.2. Meghatároztam a szolgáltatók és a folyamatok kockázati szempontból nézve optimális egymáshoz rendelését biztosító célfüggvényt, felhasználva a kialakított kockázati modell segítségével kapott súlyozó tényezőket.

III.3. Meghatároztam egy információmegosztási modellt, valamint az ennek alapját képező adatmodellt, amelyek együttesen keretrendszert biztosítanak az eljárás alkalmazásához szükséges információk megfelelő módon történő gyűjtéséhez és kezeléséhez.

## 6. New scientific results

**Thesis I: I analyzed the literature related to the risk management of modern logistics networks by implementing a systematic literature review. Based on that, I came to the conclusion that the literature only partially deals with the topic, or only in a limited way. Therefore the area of the research is relevant, as it has not yet been analyzed in this way. This is a new result, as the related literature itself has not yet been surveyed in this manner, so I was able to define novel research directions based on the conclusions of the literature review.** In relation with the thesis, I achieved the following results [P/1, P/2, P/5, P/7, P/8, P/9, P/14, P/25, P/27]:

I.1. Through the systematic literature review, I surveyed both the newest and the prior Hungarian and international literature. As a result of the review, I found such literature which proved to be useful for the development of the subsequent method.

I.2. Through the review of the literature, I didn't find a sufficiently detailed model for the risk management of modern logistics networks, which proved for me that it is necessary to develop the mathematical model in order to realize the planned research.

I.3. During my own survey of the literature, I found literature reviews related to supply chains, but I didn't find a comprehensive literature review of the planned research area.

**Thesis II: I developed a mathematical model for the process-oriented description of modern logistics networks.** In relation with the thesis, I achieved the following results [P/1, P/2, P/5, P/7, P/8, P/9, P/11, P/12, P/14, P/15, P/16, P/18, P/20, P/21]:

II.1. With the utilization of three-dimensional matrices, I introduced the parameter system of the logistics network that incorporates both the processes and the service providers, moreover the fundamental boundary conditions related to the mutual assignment of the previous two groups to each other.

II.2. With the utilization of process capability indices, I also implemented the previously introduced parameter system for the stochastic case, moreover I defined the boundary conditions for the allocation of the service providers to the logistics processes in this case as well.

II.3. I defined the precise meaning of the individual risk factors, together with their related logistics variables and their primary areas of significance.

II.4. Using the process capability indices and the defined logistics variables, I determined the methods for the quantification of each risk factor.

**Thesis III: With the utilization of the introduced risk factors, I developed a multi criteria decision model and a related risk management method, which together make possible the risk-based optimization of the mutual assignment of the service providers and the logistics processes to each other.** In relation with the thesis, I achieved the following results [P/2, P/7, P/14, P/19, P/20, P/21, P/23, P/25]:

III.1. By using the AHP method, I developed a multi criteria decision model which can be generally applied to derive the weighted order of preference of the risk factors, moreover I gave the guidelines for the utilization of the developed model.

III.2. With the application of weight parameters derived through the risk model, I determined the goal function which facilitates the risk-based optimization of the mutual assignement of the service providers and the risk factors to each other.

III.3. I developed an information sharing model and a related data model, which together provide a framework for the collection and handling of the necessary information used in the proposed risk management method.

## **7. A kialakított eljárás felhasználási, valamint továbbfejlesztési lehetőségeinek ismertetése**

A bemutatott kockázatkezelési eljárás alkalmazható mindazon logisztikai hálózatokban, ahol adottak az információmegosztási modell működéséhez szükséges infrastrukturális feltételek, továbbá pedig a hálózat szereplőiben is megvan a hajlandóság az eljárást implementáló virtuális logisztikai központhoz történő csatlakozásra. Ezeknek a feltételeknek jelenleg az olyan, a gyakorlati példában is megjelenő online logisztikai platformok felelnek meg a legjobban, amelyek az internet technológiákra támaszkodva tipikusan egy-egy régiót átívelő módon integrálják a különféle szállító, illetve az ezekkel kapcsolatban álló egyéb logisztikai vállalatokat (logisztikai központokat, raktárakat, átrakó helyeket, stb). Tekintettel a jelenlegi információs technológiai trendek, különösképpen pedig az ipar 4.0 által képviselt irányokra, már a közeli jövőben is számítani lehet arra, hogy az említett alkalmazási területen túlmenően a logisztikával integrált termelő és szolgáltató rendszerek egyre szélesebb körében válik mind megvalósíthatóvá, mind pedig kifejezetten indokolttá is a bemutatott eljáráshoz hasonló kockázatkezelési megoldások alkalmazása.

A fentiek mellett a disszertációban megjelenő módszerek egy jelentős része felhasználható lehet az egyetemi oktatásban, továbbá az elért eredmények természetesen jövőbeni kutatások alapjául is szolgálhatnak.

### **Továbbfejlesztési lehetőségek:**

- A kockázati modell fuzzy AHP segítségével történő implementációja, majd alkalmazása a kockázatkezelési eljárásban.
- Az ajánlati tételeket is tartalmazó, ezáltal a teljes összköltséget kifejező célfüggvény minimalizálására szolgáló módszer kidolgozása, a költségelemekhez rendelt súlyozó tényezők bevezetésével egyetemben.



- A beszállítók által végzett termelési tevékenységek bevonása az eljárás hatókörébe.
- Annak alapos vizsgálata, hogy az eljárás széleskörű alkalmazása egy adott hálózat teljes vetületén az egyes megbízók költségmegtakarítása mellett mennyivel járulhat hozzá az egész rendszer hatékonyságának növekedéséhez.
- Annak vizsgálata, hogy van-e lehetőség a kockázati modellben a páros összehasonlítások elvégzésének részleges automatizálására (adott esetben a nagy adat elemzés, valamint a mesterséges intelligencia korszerű eszközeinek felhasználásával).
- Egy a kialakított eljárásra épülő, általánosan használható szoftveres alkalmazás kialakítása, amely a létező logisztikai platformok széles köréhez illeszthető.
- A kockázati modell esetleges továbbfejlesztési, illetve finomítási lehetőségeinek részletes vizsgálata, különös tekintettel az új technológiák (elsősorban a nagyfokú automatizálás) jelentette változásokra is.

## 8. Az értekezés témájában megjelent tudományos közlemények

- [P/1] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: Introducing a risk-management concept for holonic manufacturing supply chains, *KEY ENGINEERING MATERIALS* 581: pp. 547-553. (2014)
- [P/2] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: Process-oriented risk assessment in integrated logistics networks: an AHP approach, *ADVANCED LOGISTIC SYSTEMS: THEORY AND PRACTICE* 9: pp. 61-72. (2015)
- [P/3] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: The aspects of economic and environmental optimization in an E-marketplace integrated virtual transport enterprise, *ADVANCED LOGISTIC SYSTEMS: THEORY AND PRACTICE* 5: pp. 47-56. (2011)
- [P/4] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés, Security problems of the waste logistics in food trade, *ADVANCED LOGISTIC SYSTEMS: THEORY AND PRACTICE* 3: pp. 15-20. (2009)
- [P/5] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: Presenting a Logistics Oriented Research Project in the Field of E-marketplace Integrated Virtual Enterprises In: Bognár Gabriella, Tóth Tibor (szerk.): *Applied Information Science, Engineering and Technology: Selected Topics from the Field of Production Information Engineering and IT for Manufacturing: Theory and Practice*. Berlin: Springer-Verlag, 2014. pp. 197-211. (Topics in Intelligent Engineering and Informatics; 7.) (ISBN:978-3-319-01918-5)
- [P/6] **Skapinyecz Róbert**, Illés Béla: A Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszékén kialakított Virtuális Logisztikai Laboratórium eszközszerének bemutatása, *GÉP LXIII.:(4)* pp. 15-18. (2012), ISSN 0016-8572
- [P/7] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: Introducing an AHP based process oriented risk assessment approach for the evaluation of extended logistics networks In: Markus Koch, Elke Glistau, Arnhold Gerecke (szerk.): *7th International Doctoral Student Workshop on Logistics*. Konferencia helye, ideje: Magdeburg, Németország, 2014.06.24, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2014. pp. 47-53. (ISBN:978-3-944722-09-02)
- [P/8] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: Concepts of risk-management in virtual logistics systems In: Michael Schenk, Béla Illés, Norge I Coello Machado, Elke Glistau, Juri Tolujew (szerk.): *6th International Doctoral Students Workshop on Logistics*. Konferencia helye, ideje: Magdeburg,

Németország, 2013.06.18, Otto von Guericke University Magdeburg, 2013. pp. 55-59. (ISBN:978-3-940961-94-5)

- [P/9] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: Quantification of risk parameters in cooperative logistics systems In: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas COMEC 2012: 7. Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica. Konferencia helye, ideje: Villa Clara, Kuba, 2012.11.05-2012.11.08., Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, 2012. Paper III/11. (ISBN:978-959-250-757-9)
- [P/10] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: Introduction of the virtual logistics laboratory at the department of materials handling and logistics of the University of Miskolc. In: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas COMEC 2012: 7. Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica. Konferencia helye, ideje: Villa Clara, Kuba, 2012.11.05-2012.11.08., Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, 2012. Paper IV/2. (ISBN:978-959-250-757-9)
- [P/11] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: Optimization of E-marketplace integrated virtual enterprises In: Michael Schenk (szerk.): 4th International Doctoral Students Workshop on Logistics. Konferencia helye, ideje: Magdeburg, Németország, 2011.06.28, Otto von Guericke University Magdeburg, 2011. pp. 39-45. (ISBN:978-3-940961-57-0)
- [P/12] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: A proposed resource allocation method for transportation electronic marketplaces In: 6th Conferencia Científica Internacional de Ingeniería Mecánica (COMEC '2010). Konferencia helye, ideje: Villa Clara, Kuba, 2010.11.02-2010.11.04. Paper III/10. 8 p. (ISBN:978-959-250-602-2)
- [P/13] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: Organizing waste collection in the food trade sector through the use of virtual companies In: Annegret Brandau, Elke Glistau (szerk.) 3. Internationaler Doktoranden-Workshop zur Logistik. Konferencia helye, ideje: Magdeburg, Németország, 2010.06.17, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2010. pp. 31-35. (ISBN:978-3-940961-43-3)
- [P/14] **Skapinyecz Róbert**, Illés Béla: Korszerű, több kritériumos kockázatkezelési módszertan alkalmazásának lehetőségei a kiterjesztett logisztikai hálózatokban In: Csibi Vencel-József (szerk.): OGÉT 2014: XXII. Nemzetközi Gépészeti Találkozó - OGÉT 2014. Konferencia helye, ideje: Nagyszeben, Románia, 2014.04.24-2014.04.27., Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), pp. 329-332.
- [P/15] **Skapinyecz Róbert**, Illés Béla: Kockázati tényezők számszerűsítése a virtuális logisztikai rendszerekben In: Csibi Vencel (szerk.): OGÉT 2012, XX. Nemzetközi Gépészeti Találkozó. Konferencia helye, ideje: Kolozsvár, Románia, 2012.04.19-2012.04.22., Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), pp. 406-409.

- [P/16] **Skapinyecz Róbert**, Illés Béla: Optimalizálási kérdések a virtuális logisztikai rendszerekben In: Bitay Enikő (szerk.): Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVII.: Nemzetközi Tudományos Konferencia. 428 p. Konferencia helye, ideje: Kolozsvár, Románia, 2012.03.22-2012.03.23. Kolozsvár: Erdélyi Múzeum-Egyesület (EME), pp. 307-310. (Műszaki Tudományos Füzetek - FMTÜ; XVII.)
- [P/17] **Skapinyecz Róbert**, Illés Béla: Az ipari melléktermékek gyűjtési rendszerének optimális kialakítása In: Bitay Enikő (szerk.): Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka: XVI. Nemzetközi Tudományos Konferencia. Konferencia helye, ideje: Kolozsvár, Románia, 2011.03.24-2011.03.25. Kolozsvár: Erdélyi Múzeum-Egyesület (EME), pp. 287-290.
- [P/18] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: Possibilities of the quantification of risk factors in cooperative logistics systems In: Bikfalvi Péter (szerk.): PhD hallgatók VIII. Nemzetközi Konferenciája/8th International Conference of PhD Students. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2012.08.06-2012.08.10. Miskolc: Miskolci Egyetem, 2012. Paper D/17. 4 p. (ISBN:978-963-661-994-7)
- [P/19] **Skapinyecz Róbert**, Illés Béla: E-piac térrrel integrált virtuális szállítási vállalat működési koncepciója In: Dr Bikfalvi Péter (szerk.) microCAD 2011, N Section: XXV. International Scientific Conference. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2011.03.31-2011.04.01. Miskolc: Miskolci Egyetem Innovációs és Technológia Transzfer Centrum, 2011. pp. 131-136. Material Flow Systems. Logistical Information Technology (ISBN:978-963-661-967-1)
- [P/20] **Skapinyecz Róbert**, Illés Béla: Minőségi paraméterek alkalmazása a virtuális logisztikai rendszerek vizsgálatában In: Miskolci Egyetem Innovációs és Technológia Transzfer Centrum (szerk.) XXVI. MicroCAD International Scientific Conference: MicroCAD 2012, Miskolc. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2012.03.29-2012.03.30. Miskolc: Miskolci Egyetem Innovációs és Technológia Transzfer Centrum, 2012. Paper J\_21. 6 p. (ISBN:978-963-661-773-8)
- [P/21] **Skapinyecz Róbert**, Illés Béla: Optimalizálási lehetőségek vizsgálata egy E-piac térrrel integrált virtuális szállítási vállalatnál In: Vadász né Bognár Gabriella (szerk.) Doktoranduszok Fóruma: Gépészmérnöki és Informatikai Kar szekciókiadványa. 149 p. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2011.11.08 Miskolc: Miskolci Egyetemi Kiadó, pp. 90-95.
- [P/22] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: A proposed logistical system for the collection of industrial byproducts (Gyártási hulladékok gyűjtési logisztikájának általános modellje) In: MANUFACTURE-HU Nemzeti Technológiai Platform "GTENTP08" Szakmai Tanácsadó Testülete

- (szerk.) Gyártás 2010, Manufacturing 2010: A GTE XX. nemzetközi gyártás konferenciája. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2010.10.20-2010.10.21. Budapest: Gépipari Tudományos Egyesület, 2010. Paper A/3 - 4. (ISBN:978-963-9058-31-6)
- [P/23] **Skapinyecz Róbert**, Illés Béla: Az elektronikus piacterek szerepe az együttműködésen alapuló áruszállítás támogatásában In: Bikfalvi Péter (szerk.) MicroCAD 2010, P szekció: XXIV. International Scientific Conference. 168 p. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2010.03.18-2010.03.20. Miskolc: University of Miskolc Innovation and Technology Transfer Centre, 2010. pp. 95-101. Material Flow Systems. Logistical Information Technology (ISBN:978-963-661-920-6)
- [P/24] **Skapinyecz Róbert**, Illés Béla: Élelmiszer kereskedelmi hulladékok gyűjtési logisztikájának biztonsága In: Kamondi László (szerk.) Doktoranduszok Fóruma 2009: Gépészmérnöki és Informatikai Kar szekciókiadványa. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2009.11.05. pp. 137-143.
- [P/25] **Róbert Skapinyecz**, Béla Illés: Risk assessment in recycling logistics networks using an AHP-model In: Michael Schenk, Susann Arndt, Elke Glistau, Arnhild Gerecke (szerk.) 9th International Doctoral Students Workshop on Logistics. 104 p. Konferencia helye, ideje: Magdeburg, Németország, 2016.06.22 Magdeburg: Otto von Guericke University Magdeburg, 2016. pp. 53-58. (ISBN:978-3-944722-44-3)
- [P/26] Tamás Péter, Illés Béla, Dobos Péter, **Skapinyecz Róbert**: New Challenges for Quality Assurance of Manufacturing Processes in Industry 4.0, SOLID STATE PHENOMENA 261: pp. 481-486., 2017
- [P/27] **R. Skapinyecz**, B. Illés: Risk management in logistics networks: an overview of the field and some novel perspectives, ADVANCED LOGISTIC SYSTEMS, Vol. 11(1) 2018, (elfogadott cikk, megjelenés alatt)

## 9. Felhasznált és áttekintett irodalom

- [1] Abramov, D.: Multiple-criteria choice of transportation alternatives in freight transport system for different types of cargo, Proceedings of the 6th International Doctoral Students Workshop on Logistics, Univ. Magdeburg, 2013, pp.81-87, ISBN 978-3-940961-94-5
- [2] Alem, Douglas; Clark, Alistair; Moreno, Alfredo: Stochastic network models for logistics planning in disaster relief. *European Journal of Operational Research*, 2016, 255.1: 187-206.
- [3] Badea, A., Prostean, G., Goncalves, G., Allaoui, H.: Assessing risk factors in collaborative supply chain with the analytic hierarchy process (AHP). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2014, 124, 114-123.
- [4] Bányai Tamás: Recycling and networking, *ACTA POLYTECHNICA* 44:(2) pp. 90-96. (2004)
- [5] Bányai, T. (2017): Supply chain optimization of outsourced blending technologies. *Journal of Applied Economic Sciences*, 12 (4), pp. 960-976.
- [6] Bányai, T., Bányai, A. (2017): Modelling of just-in-sequence supply of manufacturing processes. *MATEC Web of Conferences*, 112, art. no. 06025, . DOI: 10.1051/mateconf/201711206025
- [7] Bányai, Tamás; Veres, Péter; Illés, Béla: Heuristic supply chain optimization of networked maintenance companies. *Procedia Engineering*, 2015, 100: 46-55.
- [8] Beamon, Benita M.: Supply chain design and analysis:: Models and methods. *International journal of production economics*, 1998, 55.3: 281-294.
- [9] Bhatnagar, Rohit; S. Viswanathan: "Re-engineering global supply chains: alliances between manufacturing firms and global logistics services providers." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 30.1 (2000): 13-34.
- [10] Bozsik József, Krebsz Anna: Numerikus Módszerek Példatár, Elektronikus Egyetemi Jegyzet, Készült az ELTE IK 2010-es Jegyzettámogatási pályázatára., Példatár és részletes megoldásgyűjtemény (2010), Elérhető: [https://www.inf.elte.hu/dstore/document/290/Numerikus\\_modszerek\\_peldatar.pdf](https://www.inf.elte.hu/dstore/document/290/Numerikus_modszerek_peldatar.pdf), Belépés: 2018.01.20
- [11] Bruckner, Livia Kacsukné: Modellek és megoldási algoritmusok logisztikával integrált elektronikus piacterekhez, PhD disszertáció, 2005, Miskolci Egyetem
- [12] Chai, Da-sheng; Shen, Jin-sheng; Li, Gen-zhu: Study on Risk of Virtual Logistics Organizations Based on WBS-RBS and AHP Method [J]. *Journal of Beijing Jiaotong University (Social Sciences Edition)*, 2006, 3: 006.

- [13] Chan, F. T., Chan, H. K., Lau, H. C., & Ip, R. W. (2006). An AHP approach in benchmarking logistics performance of the postal industry. *Benchmarking: An International Journal*, 13(6), 636-661.
- [14] Chan, F. T., Kumar, N., Tiwari, M. K., Lau, H. C. W., & Choy, K. L. (2008). Global supplier selection: a fuzzy-AHP approach. *International Journal of Production Research*, 46(14), 3825-3857.
- [15] Choi, Tsan-Ming; Chiu, Chun-Hung; Chan, Hing-Kai: Risk management of logistics systems. 2016.
- [16] Christopher, Martin; Rutherford, Christine: Creating supply chain resilience through agile six sigma. *Critical eye*, 2004, 24: 28.
- [17] Cselényi, J.: A virtuális vállalatok logisztikájának alapjai, microCAD '98, Miskolci Egyetem, 1998.
- [18] Cselényi József, Illés Béla, Bányainé Tóth Ágota, Bányai Tamás, Kovács László, Mang Béla, Németh János: Logisztikai rendszerek I., Miskolc, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2004.
- [19] Cohen, Morris A.; Lee, Hau L.: Strategic analysis of integrated production-distribution systems: Models and methods. *Operations research*, 1988, 36.2: 216-228.
- [20] Dasgupta, Tirthankar: Using the six-sigma metric to measure and improve the performance of a supply chain. *Total Quality Management and Business Excellence*, 2003, 14.3: 355-366.
- [21] Deckmyn, D. (1999), "Transport company dives into fish market", *Computerworld*, Vol. 33 No. 29, pp. 20-1.
- [22] De Rosa, V., Gebhard, M., Hartmann, E., & Wollenweber, J.: Robust sustainable bi-directional logistics network design under uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 2013, 145(1), 184-198.
- [23] El-sayed, M.; Afia, N.; El-kharbotly, A.: A stochastic model for forward–reverse logistics network design under risk. *Computers & Industrial Engineering*, 2010, 58.3: 423-431.
- [24] Európai Virtuális Matematikai Laboratórium (Miskolci Egyetem), Alkalmazott lineáris algebra témakör, Hatványmódszer (Von Mises eljárás) segédlete, Elérhető: <http://www.unimiskolc.hu/~matevml/database/downloads/linalg/segedletek/num24.pdf>, Belépés: 2018.01.20
- [25] Faisal, Mohd Nishat: Prioritization of risks in supply chains. In: *Managing Supply Chain Risk and Vulnerability*. Springer London, 2009. p. 41-66.
- [26] Fleischmann, Moritz, et al.: The impact of product recovery on logistics network design. *Production and operations management*, 2001, 10.2: 156-173.

- [27] Foster, T: "Dot-com retailers give 3PLs their big chance", Logistics Management & Distribution Report, 1999, October, p. 38.
- [28] Galántai Aurél, Jeney András: Numerikus módszerek, Miskolc: Miskolci Egyetem, 2017., ISBN: 978 615 5626 21 0
- [29] Ganguly, Kunal.: Integration of analytic hierarchy process and Dempster-Shafer theory for supplier performance measurement considering risk. International Journal of Productivity and Performance Management, 2014, 63.1: 85-102.
- [30] Ganguly, Kunal K.; Guin, Kalyan K.: A fuzzy AHP approach for inbound supply risk assessment. Benchmarking: An International Journal, 2013, 20.1: 129-146.
- [31] Garg, Dinesh; Narahari, Yadati; Viswanadham, Nukala: Design of six sigma supply chains. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2004, 1.1: 38-57.
- [32] Gaudenzi, B., Borghesi, A.: Managing risks in the supply chain using the AHP method. The International Journal of Logistics Management, 17(1), 114-136., 2006.
- [33] GHADGE, A., DANI, S. and KALAWSKY, R., 2012. Supply chain risk management: present and future scope. The International Journal of Logistics Management, 23 (3), pp.313 - 339.
- [34] Ghodsypour, S. H., O'Brien, C.: A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. International journal of production economics, 56, 199-212., 1998.
- [35] Gisbert, Stoyan; Takó, Galina. Numerikus módszerek 1. Vol. 1. Typotex Kft, 2002.
- [36] Golub, Gene H., Charles F. Van Loan: "matrix computations, 3rd." (1996).
- [37] Goh, Mark; Lim, Joseph Ys; Meng, Fanwen: A stochastic model for risk management in global supply chain networks. European Journal of Operational Research, 2007, 182.1: 164-173.
- [38] Govindan, Kannan; Chaudhuri, Atanu: Interrelationships of risks faced by third party logistics service providers: A DEMATEL based approach. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2016, 90: 177-195.
- [39] Gubán Ákos (szerk.): Logisztika: felvetések, példák, válaszok, Budapest: Saldo Pénzügyi Tanácsadó és Informatikai Zrt., 2013. 352 p. (Bologna-könyvsorozat (BSc)) (ISBN:978-963-638-452-4)
- [40] Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R., Melnyk, S. A.: Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, 2002, 141(1), 70-87.



- [41] Harland, Christine; Brenchley, Richard; Walker, Helen: Risk in supply networks. *Journal of Purchasing and Supply management*, 2003, 9.2: 51-62.
- [42] Harrington, L.H. (2000), "Supply chain execution in the internet era", *Transportation & Distribution*, January, pp. 36-40.
- [43] Hatefi, S. M.; Jolai, F.: Robust and reliable forward–reverse logistics network design under demand uncertainty and facility disruptions. *Applied Mathematical Modelling*, 2014, 38.9: 2630-2647.
- [44] Hearnshaw, Edward JS; Wilson, Mark MJ.: A complex network approach to supply chain network theory. *International Journal of Operations & Production Management*, 2013, 33.4: 442-469.
- [45] Hill, S.: "E-tailing: the internet meets SCM", *Apparel Industry Magazine*, 1999, October, pp. 66-9.
- [46] Ho, William: Integrated analytic hierarchy process and its applications—A literature review. *European Journal of operational research*, 2008, 186.1: 211-228.
- [47] Ho, William; Xu, Xiaowei; Dey, Prasanta K.: Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 2010, 202.1: 16-24.
- [48] Hui, Yer V., et al.: Designing a fourth-party e-commerce logistics centre: a benefit, cost and risk analysis using AHP and ANP models. *International Journal of Internet and Enterprise Management*, 2003, 1.1: 53-74.
- [49] Huppertz, P.: "Market changes require new supply chain thinking", *Transportation & Distribution*, 1999, March, pp. 70-4.
- [50] Illés Béla: Logisztikai hálózatok fejlesztési kérdései adott régióra vonatkoztatva I., *ANYAGMOZGATÁS-CSOMAGOLÁS* 53:(1) pp. 2-4. (2008)
- [51] Illés Béla: Logisztikai hálózatok fejlesztési kérdései adott régióra vonatkoztatva II., *ANYAGMOZGATÁS-CSOMAGOLÁS* 53:(2) pp. 2-4. (2008)
- [52] Illés B: Virtuális vállalatok és hálózatok alkalmazása a szolgáltatási logisztikai feladatok megoldásában, *MLBKT 15. kongresszus: Rohan az idő... Az idő, mint piaci sikertényező az ellátási láncban*. Konferencia helye, ideje: Balatonalmádi, Magyarország, 2007.11.14-2007.11.16.pp. 88-94.
- [53] Illés B.; Glistau, E.; Machado, N. I. C.: *Logistik und Qualitätsmanagement*, Miskolc: Budai Nyomdaipari Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., 2007. 195 p. (ISBN:978-963-87738-1-4)
- [54] Jayant, A., Gupta, P., Garg, S. K., Khan, M.: TOPSIS-AHP based approach for selection of reverse logistics service provider: a case study of mobile phone industry. *Procedia Engineering*, 2014, 97, 2147-2156.

- [55] Joong-kun Cho, Jay; Ozment, John; Sink, Harry: Logistics capability, logistics outsourcing and firm performance in an e-commerce market. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2008, 38.5: 336-359.
- [56] Kahraman, Cengiz; Cebeci, Ufuk; Ulukan, Ziya: Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics information management*, 2003, 16.6: 382-394.
- [57] Kang, Keebom; Apte, Uday: Lean Six Sigma implementation for military logistics to improve readiness. *NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL MONTEREY CA GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS AND PUBLIC POLICY*, 2007.
- [58] Kengpol, Athakorn; Tuammee, Sopida: The development of a decision support framework for a quantitative risk assessment in multimodal green logistics: an empirical study. *International Journal of Production Research*, 2016, 54.4: 1020-1038.
- [59] Khoury, S., Jenab, K., Staub, S., Mode, M.: Logistics managers' views of Six Sigma integration within logistics operations. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 2013, 6(1), 35-49.
- [60] Kiss, F.: Analitikus hierarchia eljárás, Módszertani alapok, algoritmus és szám példa, 2009., Elérés: [http://www.mangaland.gportal.hu/portal/mangaland/upload/298536\\_1297360272\\_01230.pdf](http://www.mangaland.gportal.hu/portal/mangaland/upload/298536_1297360272_01230.pdf), Belépés: 2018.01.20
- [61] Knowles, G., Whicker, L., Femat, J. H., & Canales, F. D. C. (2005). A conceptual model for the application of Six Sigma methodologies to supply chain improvement. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 8(1), 51-65.
- [62] Ko, Hyun Jeung; Evans, Gerald W.: A genetic algorithm-based heuristic for the dynamic integrated forward/reverse logistics network for 3PLs. *Computers & Operations Research*, 2007, 34.2: 346-366.
- [63] Kopytov, E., & Abramov, D.: Multiple-criteria analysis and choice of transportation alternatives in multimodal freight transport system. *Transport and Telecommunication*, 2012, 13(2), 148-158.
- [64] Kota, L: Hozzárendelési feladatok logisztikai ráfordítás alapján történő optimalizálása hálózatszerűen működő, műszaki felügyeletet és karbantartást ellátó rendszerekben, PhD disszertáció, 2012, Miskolci Egyetem
- [65] Kovács György, Illés Béla, Tamás Péter, Bálint Richárd: Conception for establishment of a regional virtual logistics network, COMEC 2010 VI. Conferencia Científica Internacional de Ingeniera Mecánica, Villa Clara, Kuba, 2010.11.02-2010.11.04., Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, 2010. pp. 1-6., ISBN:978-959-250-602-2
- [66] KPMG TANÁCSADÓ KFT.: Logisztikai outsourcing Magyarországon, Tanulmány 2009.

- [67] KPMG CONSULTING KFT.: Logisztikai Outsourcing Magyarországon, Tanulmány 2003.
- [68] Kroll, K. (1999), “Delivering an e-Christmas: from infrastructure to trucks, e-commerce support companies get wall street’s attention”, The Investment Dealers’ Digest, December, pp. 1-6.
- [69] Larson, Ron; Falvo, David C.: Elementary Linear Algebra. 2009.
- [70] Lee, Amy HI.: A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks. Expert systems with applications, 2009, 36.2: 2879-2893.
- [71] Lee, Hau L.; Billington, Corey.: Material management in decentralized supply chains. Operations research, 1993, 41.5: 835-847.
- [72] Lee, Ming-Chang; Chang, To.: Developing a lean design for Six Sigma through supply chain methodology. International Journal of Productivity and Quality Management, 2010, 6.4: 407-434.
- [73] Levary, Reuven R.: Using the analytic hierarchy process to rank foreign suppliers based on supply risks. Computers & Industrial Engineering, 2008, 55.2: 535-542.
- [74] Mangla, Sachin Kumar; Kumar, Pradeep; Barua, Mukesh Kumar: Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: a case study. Resources, Conservation and Recycling, 2015, 104: 375-390.
- [75] Mari, S. I., Lee, Y. H., Memon, M. S., Park, Y. S., Kim, M.: ADAPTIVITY OF COMPLEX NETWORK TOPOLOGIES FOR DESIGNING RESILIENT SUPPLY CHAIN NETWORKS. International Journal of Industrial Engineering, 2015, 22(1).
- [76] Melo, M. Teresa; Nickel, Stefan; Saldanha-da-gama, Francisco: Facility location and supply chain management—A review. European journal of operational research, 2009, 196.2: 401-412.
- [77] Menon., M. K., McGinnis. M. A., Ackerman K., B., Selection criteria for providers of 3PL services: A exploratory study, Journal of business logistics, Vol. 19, No.1, pp. 121-137,1998.
- [78] Nandiraju, Srinivas; Regan, Amelia: Freight transportation electronic marketplaces: A survey of the industry and exploration of important research issues. University of California Transportation Center, 2008.
- [79] Narahari, Y.; Viswanadham, Nukala; Bhattacharya, R.: Design of synchronized supply chains: A six sigma tolerancing approach. In: Robotics and Automation, 2000. Proceedings. ICRA'00. IEEE International Conference on. IEEE, 2000. p. 1151-1156.
- [80] Ng, Edith, et al.: Six Sigma approach to reducing fall hazards among cargo handlers working on top of cargo containers: a case study. International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage, 2005, 1.2: 188-209.

- [81] Osorio, Juan C.; Manotas, D. F.; García, J. L.: Multicriteria 3PL Selection with Risk Considerations. *Research in Computing Science*, 2016, 109: 51-57.
- [82] Paksoy, Turan; Pehlivan, Nimet Yapici; Özceylan, Eren: Fuzzy multi-objective optimization of a green supply chain network with risk management that includes environmental hazards. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 2012, 18.5: 1120-1151.
- [83] Peng, P., Snyder, L. V., Lim, A., Liu, Z.: Reliable logistics networks design with facility disruptions. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2011, 45(8), 1190-1211.
- [84] Politis, Sotiris; Klumpp, Matthias; Celebi, Dilay: Analytical hierarchy process in supplier evaluation. In: *Proceedings of the 16th International Working Seminar on Production Economics*. 2010. p. 411-424.
- [85] Prasanna Venkatesan, S.; Kumanan, S.: Supply chain risk prioritisation using a hybrid AHP and PROMETHEE approach. *International Journal of Services and Operations Management*, 2012, 13.1: 19-41.
- [86] Prezenszki József (szerk.): *Logisztika I.* BME Mérnöktovábbképző Intézet, Budapest, 2001.
- [87] Radivojević, Gordana; Gajović, Vladimir: Supply chain risk modeling by AHP and Fuzzy AHP methods. *Journal of Risk Research*, 2014, 17.3: 337-352.
- [88] Rapcsák, T.: *Többszemontú döntési problémák, Egyetemi oktatási segédanyag.* Budapesti Corvinus Egyetem Gazdasági Döntések Tanszék, Budapest, 2007., Elérés: [http://www.oplab.sztaki.hu/tanszek/download/I\\_Tobbsz\\_dont\\_modsz.pdf](http://www.oplab.sztaki.hu/tanszek/download/I_Tobbsz_dont_modsz.pdf), Belépés: 2018.01.20
- [89] Razmi, Jafar; Arvan, Meysam; Omidvar, Aschkan: A hybrid AHP-FCM model for backup supplier selection in presence of disruption risk. *International Journal of Decision Sciences, Risk and Management*, 2014, 5.3: 213-233.
- [90] Saaty, T.L.: *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*. 2nd ed. Pittsburgh, PA: RWS Publications. 2000.
- [91] Saaty, T. L.: *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process (Vol. 6)*. Rws Publications., 2000.
- [92] Saaty, T. L.: *How to make a decision: the analytic hierarchy process.* *European journal of operational research*, 48(1), 9-26., 1990.
- [93] Saaty, T.L., *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*, 1988; Revised and published by the author; Original version published by McGraw-Hill, New York, 1980.
- [94] Saeed Nooramin, Amir; Reza Ahouei, Vahid; Sayareh, Jafar: A Six Sigma framework for marine container terminals. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2011, 2.3: 241-253.

- [95] Sahu, Nitin Kumar; Sahu, Atul Kumar; Sahu, Anoop Kumar: Appraisal and benchmarking of third-party logistic service provider by exploration of risk-based approach. *Cogent Business & Management*, 2015, 2.1: 1121637.
- [96] Scheraga, D. (1999), "Taking stock", *Chain Store Age Executive*, Vol. 75 No. 10, pp. 172-4.
- [97] Sharma, Mithun J.; Moon, Ilkyeong; Bae, Hyerim: Analytic hierarchy process to assess and optimize distribution network. *Applied Mathematics and Computation*, 2008, 202.1: 256-265.
- [98] Sharma, Satyendra Kumar; Bhat, Anil: Identification and assessment of supply chain risk: development of AHP model for supply chain risk prioritisation. *International Journal of Agile Systems and Management*, 2012, 5.4: 350-369.
- [99] Singh, A. R., Mishra, P. K., Jain, R., Khurana, M. K.: Robust strategies for mitigating operational and disruption risks: a fuzzy AHP approach. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, 2012, 2(1), 1-28.
- [100] Sipahi, Seyhan; Timor, Mehpare: The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications. *Management Decision*, 2010, 48.5: 775-808.
- [101] Siraj, Sajid, Leonelli, Renzo C. B., Keane, John A. & Mikhailov, Ludmil (2013). Priest: A Tool to Estimate Priorities from Inconsistent Judgments. In *Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, 2013 IEEE International Conference on (pp. 44–49). doi:10.1109/SMC.2013.15
- [102] Siraj, S., Mikhailov, L. and Keane, J. A. (2015), "PriEsT: an interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments". *International Transactions in Operational Research*. 22: 217–235. doi:10.1111/itor.12054
- [103] Sodhi, ManMohan S.; Son, Byung-Gak; Tang, Christopher S.: Researchers' perspectives on supply chain risk management. *Production and Operations Management*, 2012, 21.1: 1-13.
- [104] Sofyalioglu, Çiğdem; Kartal, Burak.: The selection of global supply chain risk management strategies by using fuzzy analytical hierarchy process—a case from Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2012, 58: 1448-1457.
- [105] Soh, SoonHu.: A decision model for evaluating third-party logistics providers using fuzzy analytic hierarchy process. *African Journal of Business Management*, 2010, 4.3: 339.
- [106] Song, Dong-Wook; Yeo, Ki-Tae.: A competitive analysis of Chinese container ports using the analytic hierarchy process. *Maritime Economics & Logistics*, 2004, 6.1: 34-52.

- [107] Swaminathan, Jayashankar M.; Smith, Stephen F.; Sadeh, Norman M.: Modeling supply chain dynamics: A multiagent approach. *Decision sciences*, 1998, 29.3: 607-632.
- [108] Schweichhart Karsten: Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0), An Introduction, Platform Industrie 4.0, Elérés: [https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/a2-schweichhart-reference\\_architectural\\_model\\_industrie\\_4.0\\_rami\\_4.0.pdf](https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/a2-schweichhart-reference_architectural_model_industrie_4.0_rami_4.0.pdf), Belépés: 2018.01.20
- [109] Tamás, P: Vizsgálati módszer elméleti megalapozása és kidolgozása a késztermék raktározási tevékenység kiszervezésére, PhD disszertáció, 2012, Miskolci Egyetem
- [110] Tamás Péter, Illés Béla: The concept of a virtual logistics center for a Hungarian Region, *JOURNAL OF PRODUCTION ENGINEERING* 18:(2) pp. 107-110. (2015)
- [111] Tamás Péter, Illés Béla: Gyártórendszerek folyamatfejlesztési lehetőségei a negyedik ipari forradalomban *MŰSZAKI SZEMLE (EMT)* 67: pp. 41-48. (2016)
- [112] Tamás Péter, Illés Béla, Dobos Péter: Waste reduction possibilities for manufacturing systems in the industry 4.0 *IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING* 161: pp. 1-8. (2016)
- [113] Thomas, Douglas J.; Griffin, Paul M.: Coordinated supply chain management. *European journal of operational research*, 1996, 94.1: 1-15.
- [114] Trappey, C. V., Trappey, A. J. C., Lin, G. Y. P., Liu, C. S., Lee, W. T.: Business and logistics hub integration to facilitate global supply chain linkage. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 2007, 221(7), 1221-1233.
- [115] Tsiakis, Panagiotis; Shah, Nilay; Pantelides, Constantinos C.: Design of multi-echelon supply chain networks under demand uncertainty. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2001, 40.16: 3585-3604.
- [116] Tuncel, Gonca; Alpan, Gülgün: Risk assessment and management for supply chain networks: A case study. *Computers in industry*, 2010, 61.3: 250-259.
- [117] Vaidya, Omkarprasad S.; Kumar, Sushil: Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of operational research*, 2006, 169.1: 1-29.
- [118] Vidal, Carlos J.; Goetschalckx, Marc: A global supply chain model with transfer pricing and transportation cost allocation. *European Journal of Operational Research*, 2001, 129.1: 134-158.
- [119] Vijayvargiya, Ankit; Dey, A. K.: An analytical approach for selection of a logistics provider. *Management Decision*, 2010, 48.3: 403-418.
- [120] VDMA: Industrie 4.0 Communication Guideline, Elérés: [https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/20743172/Leitfaden\\_OPC\\_UA\\_E](https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/20743172/Leitfaden_OPC_UA_E)

[nglisch\\_1506415735965.pdf/a2181ec7-a325-44c0-99d2-7332480de281](#), Belépés: 2018.01.20

[121] Wang et al. (2014) The Measurement Model of Supply Chain Uncertainty and Risk in the Australian Courier Industry [in:] Operations and Supply Chain Management, Vol. 7 (3) pp. 89-96.

[122] Wang, Lei; Huang, Meng-Xing: Research on trust evaluation of supplier based on gray AHP in cloud computing [J]. Application Research of Computers, 2013, 3: 027.

[123] Wang, S. F., Zhang, Y., Mao, H. J., Li, X. H.: Study on Partner Selection of 3PL Suppliers Considering Risk Factors [J]. Logistics Technology, 2008, 2, 016.

[124] Wieland, A., Marcus Wallenburg, C.: Dealing with Supply Chain Risks Linking Risk Management Practices and Strategies to Performance [in:] International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 42(10), 2012, pp. 887-905.

[125] Wu, Teresa; Blackhurst, Jennifer; Chidambaram, Vellayappan: A model for inbound supply risk analysis. Computers in industry, 2006, 57.4: 350-365.

[126] Ziółkowska, Bogusława; Gorzeń-Mitka, Iwona; Sipa, Monika; Skibiński, Andrzej: Some remarks about challenges in supply chain management – value creation, risk management, innovativeness and demography, ADVANCED LOGISTIC SYSTEMS: THEORY AND PRACTICE, Vol. 10, No. 2 (2016) pp. 27-38.

[127] <http://www.six-sigma-material.com/Tables.html>, Belépés: 2018.01.20

"A tanulmányban ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg"