

DEBRECENI EGYETEM  
AGRÁR- ÉS GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYI CENTRUMA  
GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYI ÉS VIDÉKFEJLESZTÉSI KAR

**TUDOMÁNYOS MUNKÁSSÁGOT ÁTTEKINTŐ ÖSSZEFOGLALÁS**

**AZ ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) ALKALMAZÁSA A  
LOGISZTIKÁBAN**

ÍRTA:

**DR. DULEBA SZABOLCS**

**PÁLYÁZAT HABILITÁCIÓ ELNYERÉSÉRE A GAZDÁLKODÁS- ÉS  
SZERVEZÉSTUDOMÁNYOK TUDOMÁNYÁGÁBAN**

DEBRECEN 2012

Az alábbiakban kutatásaim legmeghatározóbb publikációit mutatom be. A közölt tanulmányok döntően az Analytic Hierarchy Process (AHP) módszerére alapozott új modellek felállítását és gyakorlati alkalmazását tartalmazzák, elsősorban a logisztika területén. Az egyik AHP-modell kivétel, nem logisztikai megközelítésű, hanem makrogazdasági növekedési prognózis felállítására alkalmazható, mégis szervesen illeszkedik a témához, hiszen a logisztikai trendek meghatározása is makro-probléma. Reményeim szerint a bemutatott cikkgyűjteményből tisztán látszik majd kutatásaim fő iránya, de az is, hogy ettől az iránytól némely indokolt esetben, vonatkozó területekre el is tudok térni.

## **1. Bevezetés**

2007-ben védtem meg PhD disszertációmát „Az AHP-módszer verifikálása logisztikai trendek meghatározására, különös tekintettel a magyar FMCG szektor trendjeire” témában. A védelem utáni kutatómunkát is ebben az irányban folytattam, a módszer (és később más operációkutatási módszerek) logisztikai alkalmazásait vizsgáltam. Kutatói karrierem mérföldkövét jelentette a 2009-ben, Bonnban megrendezett EURO 2009 konferencia, melyen előadással szerepeltem. Ezen a konferencián alap- és alkalmazott operációkutatással foglalkozó szakemberek vettek részt a világ számos országából. Előadásom után Prof. Tsutomu Mishina, a japán Akita Egyetem professzora megkeresett és felajánlott egy vendégkutatói 3 hónapos foglalkoztatást az egyetemükön. A kint töltött idő alatt 2010-ben egy közlekedési rendszer kínálati színvonalának értékelésére állítottam fel egy AHP-modellt. A tesztelési fázis annyira sikeres volt, hogy a következő évben újabb meghívást kaptam a kutatás folytatására. Ekkor már nem csak az alapmodell következtetésre alkalmas eredményeit kaptuk meg, de két japán professzorral tovább is fejlesztettük, és egy másik módszerrel, a Data Envelopment Analysis (DEA)-szal kombináltuk (a kombinációt tartalmazó tanulmány még bírálati szakaszban van, így nem része a habilitációs téziseknek). Ebben az időszakban született meg a „Transport” folyóiratban megjelenő közös publikációnk (szerzőtársaim Tsutomu Mishina és Yoshiaki Shimazaki professzorok), amely viszont már nyomdában van, így szerepel is a habilitációs anyagban. Az alap AHP-modell lefuttatásával Yurihonjo város buszközlekedésének elemeit hierarchikus rendszerben és dinamikus megközelítésben vizsgálhattuk, így a fejlesztésre olyan javaslatokat adhattunk, melyek találkoztak mind a fenntartó, mind az utasok igényeivel.

Habilitációs téziseimben az AHP módszer sokszínű alkalmazási lehetőségeit kívánom bemutatni, elsősorban a logisztika területén, kivétel nélkül saját felállított modellek alapján. A tanulmányok újszerűsége nem csak abban rejlik, hogy új területeken alkalmaztam a módszert, de abban is, hogy részletesen bemutatom a modell-alkotás részleteit.

## **2. Anyag és módszer**

Az AHP-t komplex, vagyis összetett problémák megoldására fejlesztették ki. Ebből következik, hogy az alapkérdésre (például, hogy melyik árajánlatot válasszuk, melyik eszközt szerezzük be, stb.) közvetlenül nagyon nehéz válaszolni, ezért olyan részekre kell bontani, amelyek külön-külön megválaszolása már könnyebb feladat. A végső cél mindig az alternatívák közül történő választás. Mivel közvetlenül nem tudunk (vagy még nem akarunk) a lehetőségek közül dönteni, szempontokat állítunk fel, amelyek alapján közvetetten értékeljük az alternatívákat. Amennyiben még bonyolultabb a probléma, a szempontokat is még tovább bontjuk alszempontokra, és ezek alapján értékelünk. A döntésben a különböző szempontok szerint az alternatívákra vonatkozó információk alapján egy végső, kardinális alternatívásorrendet tudunk felállítani.

Sokkal könnyebb azonban az értékelés, ha egy bizonyos szempont alapján az egyik választási lehetőséget egy másikhoz viszonyítunk csak, nem pedig az összes lehetséges alternatívához. Azt a legtöbb esetben el lehet dönteni, hogy bizonyos szempontból két alternatíva közül melyik a döntéshozó számára az előnyösebb vagy egyformán előnyös (ahol nem, ott nem használható az AHP). A módszer tehát sorozatos páros összehasonlításokból áll. Ezeket az összehasonlításokat, hogy áttekinthető rendszerben legyenek, Saaty (1977) mátrixokba rendezte, és ezzel megalkotta az AHP matematikai alapját.

Négy lépésben célszerű alkalmazni a módszert:

1. A döntési probléma pontos azonosítása és a hierarchia megalkotása
2. Elvégezni a döntési elemek közötti páronkénti összehasonlítást
3. A kritériumok végső súlyának kiszámítása
4. Megalkotni a végleges kiválasztási folyamatot

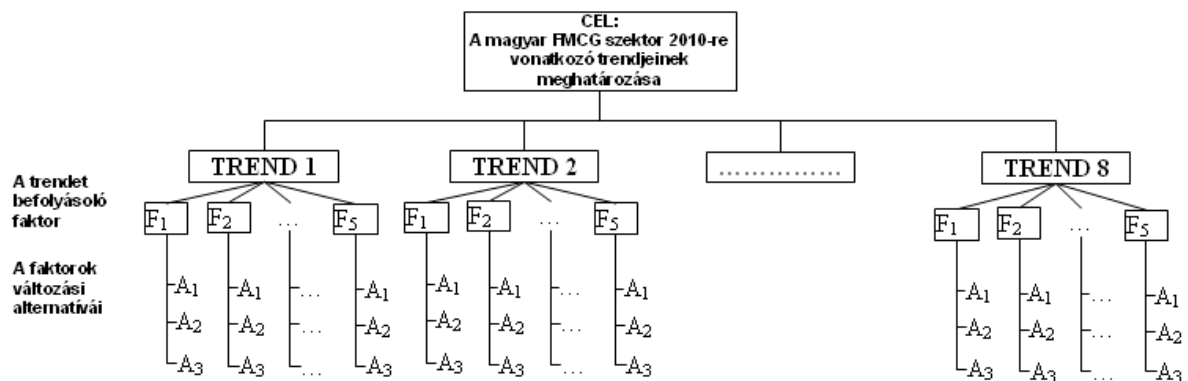
A továbbiakban a különböző problémákra kialakított modelleket mutatom be.

### 3. A kutatások eredményei, a felállított AHP modellek

#### 3.1. Logisztikai trendek meghatározása

A 2007-ben lefolytatott kutatás célja az volt, hogy a hazai napi fogyasztási cikkek (FMCG) szektorának logisztikai trendjeit határozzam meg 2010 végére, egyrészt a trendek befolyásoló faktoraira vonatkozóan, másrészt a trendek erősségét is prognosztizáljam. Az 1. lépésben meg kellett alkotnom a logisztikai trendek jelentőségének meghatározására alkalmas szempontfát:

1. ábra – A trendvizsgálatra megalkotott modell



Forrás: saját szerkesztés

A SULOGRTRA referencia kutatás alapján határoztam meg a 8 vizsgált trendet, az ezeket befolyásoló 5 faktort és a 3 növekedési alternatívát. Az egyes trendekhez természetesen különböző ösztönző tényezők, valamint növekedési lehetőségek tartoztak.

A 2. lépésben olyan összehasonlító mátrixokat konstruáltam, melyekben egyrészt a kitöltő összehasonlította az adott trend befolyásoló tényezőinek fontosságát, másrészt ezen tényezők növekedési alternatíváit. Így indirekt módon kérdezhettem rá a trend jövőbeli fontosságára/intenzitására, valamint fontos információkat szerezhettünk a szakértők által legjelentősebbnek vélt faktorokról.

A következő páros összehasonlítási mátrixokat (1. táblázat) kell megalkotni minden egyes trendre:

	$F_1$	$F_2$	.	.	.	$F_m$
$F_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	.	.	.	$a_{1m}$
$F_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	.	.	.	$a_{2m}$
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
$F_m$	$a_{m1}$	$a_{m2}$	.	.	.	$a_{mm}$

1. táblázat – Az egyes trendek faktorainak összehasonlító táblázata

Itt tehát összehasonlítjuk az egyes trendek befolyásoló tényezőinek trendet meghatározó fontosságát ( $m$  a faktorok számát jelöli). Kitöltés után tapasztalati páros összehasonlítási mátrixokat kapunk, melyekre igaz a reciprocitás kritériuma, azaz:  $(a_{ji}) = (1/a_{ij})$ ;  $a_{ij} > 0$ , de már nem igaz – döntő valószínűséggel – a konzisztencia kritériuma, azaz:  $(a_{ik}) = (a_{ij} a_{jk})$ . A konzisztenciát ezért vizsgálni kell (a később bemutatandó CR alapján). A reciprocitásból adódik, hogy a főátló minden eleme: 1.

Ezután megvizsgáljuk minden egyes faktor adott időintervallumra vonatkozó változási alternatíváit. Az  $m$ -dik faktorra  $m=1, \dots, 5$  (2. táblázat):

$F_m$	$A_1$	$A_2$	.	.	.	$A_n$
$A_1$	$a_{11m}$	$a_{12m}$	.	.	.	$a_{1nm}$
$A_2$	$a_{21m}$	$a_{22m}$	.	.	.	$a_{2nm}$
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
$A_n$	$a_{n1m}$	$a_{n2m}$	.	.	.	$a_{nnm}$

2. táblázat – Az  $m$ -dik faktor változási alternatíváinak összehasonlítása

Ezek szintén tapasztalati páros összehasonlítási mátrixok lesznek, ugyanaz érvényes rájuk, amit fent is leírtunk ( $n$  az alternatívák számát jelöli).

$y$  számú trendet vizsgálva adott szektorban  $y^*(m+1)$  mátrixot kell a döntéshozóknak kitölteniük.

Az  $A_1, A_2, \dots, A_n$  a trend változási alternatíváit jelölik. Az alternatívákat szakmai konszenzus és a referencia-kutatás alapján 5%, 12% és 20%-os értékűnek állapítottuk meg a vizsgált intervallumra.

Az  $F_1, F_2, \dots, F_m$  a trend befolyásoló tényezőit jelölik. Szintén konszenzus alapján 5 tényezőt állapítottunk meg.

Az  $a_{ij} > 0$   $i=1, \dots, m$  és  $j=1, \dots, m$  a tapasztalati mátrixok döntéshozó(k) szerinti értékeit a trend befolyásoló faktorainak fontosságára vonatkozóan. Vagyis ezek az értékek a különböző befolyásoló faktorok fontosságait (súlyait)

összehasonlító arányszámok. Értékei a következőkben bemutatandó Saaty-féle skála elemei lehetnek.

Az  $a_{ijk} > 0$   $i=1, \dots, n$ ,  $j=1, \dots, n$  és  $k=1, \dots, m$  jelentik a tapasztalati mátrixok döntéshozó(k) szerinti értékeit adott faktor változási alternatíváira vonatkozóan. Vagyis ezek az értékek a különböző változási alternatívák bekövetkezési esélyeit összehasonlító arányszámok. Szintén a Saaty- skála elemeit vehetik fel.

A döntéshozatal során a döntéshozó a döntési feladat szempont súlyainak meghatározására és az alternatívák minden egyes alszempont (legalacsonyabb szinten lévő szempont) szerinti kiértékelésére megadja a páros összehasonlítás mátrixokat. A páros összehasonlítás intervallum-skálája (Saaty-féle skála) az AHP módszertanban a következő:

1. egyformán fontos / előnyös;
3. mérsékelten fontosabb / előnyösebb;
5. sokkal fontosabb / előnyösebb;
7. nagyon sokkal fontosabb / előnyösebb;
9. rendkívüli mértékben fontosabb / előnyösebb.

A páros összehasonlításnál felhasználhatjuk a 2, 4, 6, 8 közbenső értékeket is.

A mátrixokban csak a főátló fölötti elemeket tölti ki a válaszadó, a reciproknak a tulajdonsága miatt a többi elem megadása automatikus. Amennyiben alárendelt fontosságot tulajdonít az összevetésben adott alternatívának, az:

1/3 mérsékelten alárendelt,

1/5 nagymértékben alárendelt,

1/7 nagyon nagymértékben alárendelt,

1/9 rendkívüli mértékben alárendelt,

valamint a köztes: 1/2, 1/4, 1/6, 1/8 értékeket írhatja be a kérdőívbe. Újra hangsúlyozzuk, hogy a teljes kitöltés során tapasztalati páros összehasonlítási mátrixokat kapunk, amelyek szinte biztosan nem konzisztensek, de bizonyos határon belül (a később bemutatott CR alapján) következetesnek értékelhetők.

A 3. lépésben kiszámítottam a faktorok növekedési mátrixának sajátvektorait, majd a trend faktormátrixának sajátvektorát, és (1) alapján aggregáltam. A módszer 3 lehetséges összesítő változata (ideális, minősítő, disztributív) közül a disztributív formulát választottam, hiszen így tulajdonképpen az 1 értékét osztjuk meg az alternatívák között. Ezáltal explicit bekövetkezési esélyt tudtam megállapítani, hiszen a 0 és 1 közötti értékek a várható bekövetkezési százalékot reprezentálják.

$$(1) x_j^D = \sum_{i=1}^m \frac{w_i}{w} \frac{b_{ij}}{\sum_{k=1}^n b_{ik}} = \sum_{i=1}^m \left( \frac{w_i}{w} \frac{1}{\sum_{k=1}^n b_{ik}} \right) b_{ij}, \text{ ahol } j=1 \dots n \text{ és } w = \sum_{i=1}^m w_i$$

A  $w_i > 0$   $i=1, \dots, m$  az  $i$ -dik faktor súlyát.

Az  $x_j$   $j=1, \dots, n$  a keresett végső rangsort adó értékeket jelölik.

(1) azt mutatja, hogy úgy kapjuk meg adott trend kitöltő által preferált növekedési forgatókönyveit, hogy adott faktor növekedési alternatíváira vonatkozó sajátvektor koordinátáit ( $w_i$ ) besorozzuk a faktor trendben betöltött súlyával ( $b_{ij}$ ), majd alternatívák szerint a faktorszorzatokat összeadjuk. Így a három alternatívához hozzá tudunk rendelni egy-egy olyan számot, amely adott alternatíva jövőre vonatkozó bekövetkezési esélyét mutatja a kitöltő szerint. A három alternatívához tartozó szám összege:1, így ha az egyikhez rendelt szám, pl.0,6, ez azt jelenti, hogy a kitöltő 60%-os bekövetkezési esélyt tulajdonít ennek az intenzitásnak a trend vonatkozásában.

Ezzel azonban még csak egy szakértő prognózisát kaptuk meg, a módszernek esetünkben viszont csak akkor van értelme, ha több kitöltő választ tudjuk szintetizálni. Ezért a csoportos alkalmazását kell használni az AHP-nek. Ehhez szükséges az egyéni döntéshozók páros összehasonlítási mátrixainak az aggregálása. A kitöltők ugyanolyan indexű elemeit - Saaty (1977) alapján - a geometriai közép kiszámításával (2) vonhatjuk össze, azaz:

$$(2) f(y_1, \dots, y_l) = \prod_{k=1}^l y_k^{\frac{1}{l}}, \quad l \geq 2, \quad (y_1, \dots, y_l) \in I^l,$$

Ahol  $f$  az összegző-függvény, „ $l$ ” pedig a kitöltők száma. Az  $y_i$  az  $i$ -dik kitöltő adott indexű mátrix elemét mutatja.  $I^l$  pedig a pozitív számok halmazát jelenti.

Az így kapott aggregált mátrixnak azonban teljesítenie kell két feltételt: a reciprocitásnak és a pozitív homogenitásnak a kritériumait. A reciprocitásból következik, hogy az aggregált mátrixnak is reciproknak kell lennie. A pozitív homogenitás pedig azt jelenti, hogy ha mindegyik értékelés  $s$ -szeresére nő ( $s$  pozitív szám), akkor a végeredménynek is  $s$ -szeresnek kell lennie. A vizsgálat lefolytatása során mindkét kritérium ellenőrzésre került az aggregált mátrix véletlenszerűen kiválasztott elemeire és minden esetben igazolódott.

A 4. lépésben megalkothatjuk a végleges döntést – kutatásban a trend-prognosztizációt -, amihez még két mozzanat elengedhetetlen. Egyrészt vizsgálni kell a kitöltések konzisztenciáját, másrészt le kell folytatni az érzékenységvizsgálatot.

A konzisztencia-vizsgálat a (3) alapján történik:

$$(3) CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1},$$

ahol  $\lambda_{\max}$  a tapasztalati páros összehasonlítás mátrix legnagyobb sajátértéke és  $n$  a páros összehasonlítás mátrix sorainak a száma. A következetlenségi indexek átlagos értékeit

véletlenszerűen generált (nagy valószínűséggel inkonzisztens) páros összehasonlítás mátrixok segítségével határozzuk meg minden  $n$  esetre, és ezeket  $RI$ -vel jelöljük. A következetlenségi hányadost, amit  $CR$  jelöl, a két index hányadosaként kapjuk meg (4), azaz

$$(4) CR = \frac{CI}{RI}.$$

Bizonyítható (Rapcsák, 2007), hogy pozitív reciprok mátrixokra  $\lambda_{\max} \geq n$ , ezért a következetlenségi hányados értéke nem negatív szám. A következetlenségi hányados értékeit az AHP módszert alkalmazó Expert Choice (EC) szoftver készítői akkor tartják jónak, ha az értéke kisebb, mint 0.1. Más megközelítést is alkalmaznak a módszer kapcsán, de a 10%-os kritérium alkalmazása volt célszerű a kutatásunkban az elemzéshez használt szoftver miatt.

A számításokat az „Expert Choice 8.0” nevű döntéstámogató szoftver segítségével végeztem el. Az eredményeket mutatja a 3. táblázat.

Trendek	Szcenáriók	Intenzitásnövekedés			Bekövetkezési esély		
		alacsony	közepes	magas	alacsony	közepes	magas
Átrakási rendszerek		2%	7%	<b>12%</b>	0,207	0,103	0,69
Térben koncentrált termelés		2%	<b>6%</b>	10%	0,165	0,472	0,363
Térben koncentrált készletezés		5%	<b>8%</b>	10%	0,261	0,655	0,085
Napon belüli szállítások		5%	<b>10%</b>	15%	0,124	0,485	0,391
Ellátó bázis racionalizálása		2%	<b>7%</b>	12%	0,188	0,591	0,221
Közvetlen szállítások		-5%	<b>-8%</b>	-11%	0,272	0,568	0,16
Időmegtakarítási elvek		5%	<b>12%</b>	20%	0,144	0,491	0,364
Inverz logisztika		5%	10%	<b>15%</b>	0,152	0,334	0,514

3. táblázat: a trendprognózis eredményei

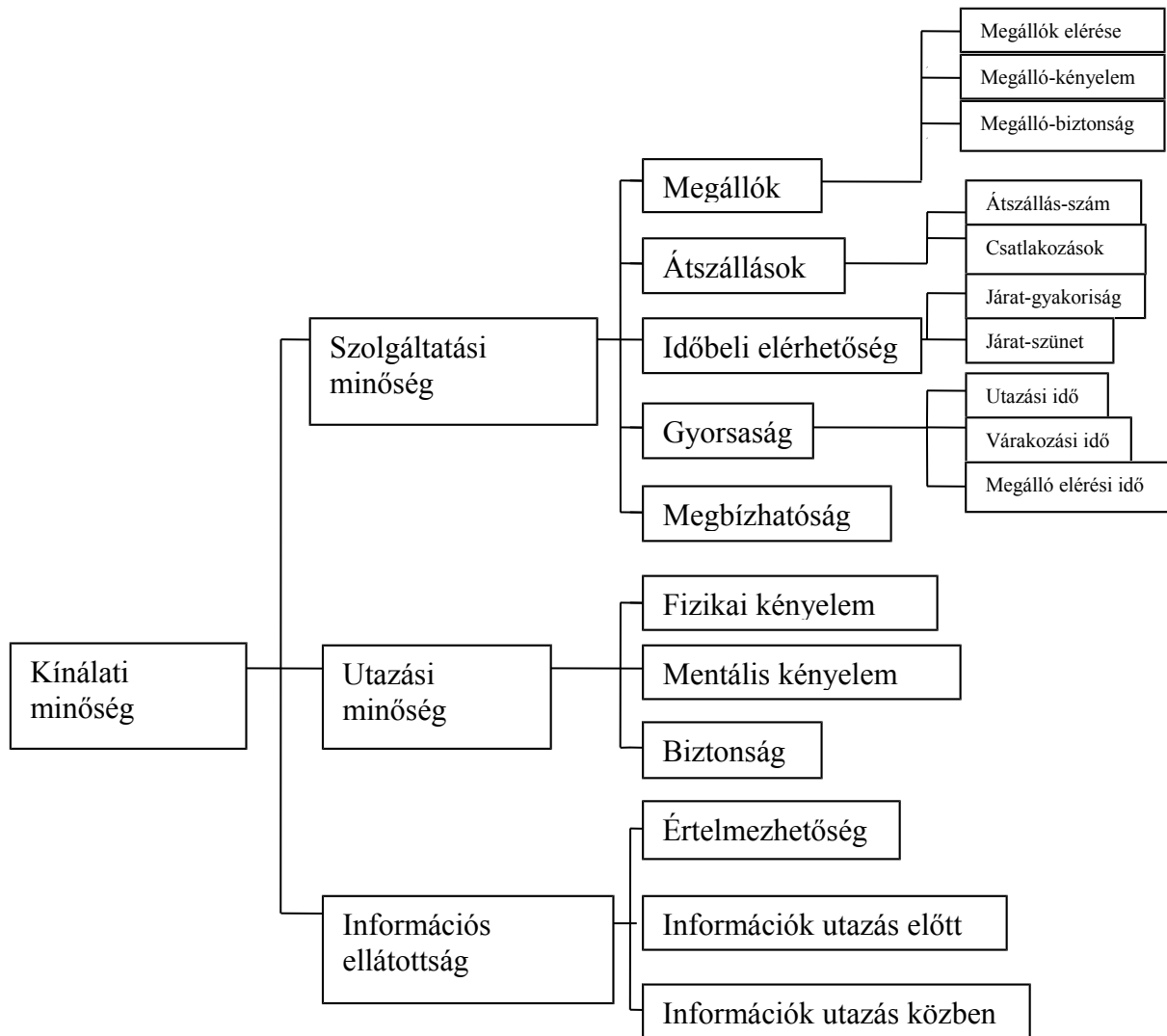
### 3.2. Egy közlekedési rendszer kínálati elemeinek értékelése AHP-val

A következő célokat fogalmaztuk meg a japán kollégáimmal folytatott, egy városi közforgalmú közlekedési rendszert vizsgáló kutatásban:

- egy világos és rendszerezett képet kell kapni a buszközlekedés kínálati minőségéről
- statikus és dinamikus megközelítésben is vizsgálni kell a színvonalat
- elemezni kell a fejlesztési lehetőségeket a gyakorlatban is (kutatásunkban lehetőségünk nyílt Yurihonjo város közforgalmú közlekedési rendszerére alkalmazni a felállított modellt)
- szintetizálni kell 3 különböző megközelítést: az állam, a közforgalmú közlekedési vállalat és az utasok véleményét
- felállítani egy olyan operációkutatási modellt, amelyet alkalmazni lehet tetszőleges város busz- (közforgalmú-) közlekedési rendszerére és a jelenlegi állapot, valamint a fejlesztési lehetőségek elemzésére egyaránt alkalmas
- a modellel a különböző fejlesztési forgatókönyvek is értékelhetővé válnak, így közvetlen tanácsadásra is alkalmas

Az első pont teljesítéséhez az alábbi hierarchikus modellt készítettük el (2. ábra):

2. ábra: A közforgalmú közlekedés kínálati minőségének hierarchikus felépítése



Forrás: saját szerkesztés

A közforgalmú közlekedés kínálatának illetően felbontása bármilyen kihasználtságú és bármilyen fejlettségű közlekedési rendszerek esetében használható. Mivel kutatásunk egy olyan japán városra vonatkozott, ahol igen kevésbé használták a buszközlekedést, az ülőhely-biztosítás szempontját kihagyhattuk a kínálat elemeiből, bár implicit módon az utazás fizikai kényelmében benne rejlik.

Fontos kiemelni, hogy láthatólag 3 hierarchia szintre bomlik a kínálat struktúrája. Az első szintet alkotja a szolgáltatási minőség, az utazási minőség, valamint az információs ellátottság. A második szinten a szolgáltatási minőséghez 5, az utazásihoz 3, az információs ellátottsághoz szintén 3 tényező kötődik. A harmadik szinten a megállók szempontjához 3, az átszállásokhoz 2, az időbeli elérhetőséghez szintén 2, a gyorsasághoz pedig 3 szempont kötődik.

A fenti modell pontozásos formában közvetlenül használható a buszközlekedés kínálatának statikus állapotban történő elemzésére. 1-10-es skálán lehet értékelni minden elemet, lehet a hierarchia szerint kumulálni a kapott eredményeket, vagy önmagukban értékelni. Mindhárom szereplő (állam, vállalat, utasok) képviselőivel reprezentatív módon ki kell tölteni az egyes



szempontokból készített kérdőívet, lehetőleg az ábra bemutatásával, a könnyebb érthetőség kedvéért.

Összesen 8 mátrixot konstruáltunk a 2. ábra hierarchikus struktúrája alapján.

Az első szintre egy 3x3-as mátrixot.

A második szintre egy 5x5-ös és két 3x3-as mátrixot.

A harmadik szintre két 3x3-as és két 2x2-es mátrixot.

Az eredmények a 4. táblázatban láthatóak. A rendszer elemei mellett azok a súlyok vannak feltüntetve, melyek reprezentálják az egyes kitöltői csoportok fejlesztési preferenciáit. Az utasok csoportja esetében például az 1. szint elemeinél leginkább a szolgáltatási minőség javítását preferálják (45,6%-ban), legkevésbé pedig az utazás minőségének javítását (21%-ban).

<i>Utasok</i>		<i>Állami szakértők:</i>		<i>Vállalat képviselői</i>	
1 Szolg. Minőség	0.456	1 Szolg. Minőség	0.724	1 Szolg. Minőség	0.714
2 Információs m.	0.335	2 Információs m.	0.193	2 Utazás minősége	0.143
3 Utazás minősége	0.21	3 Utazás minősége	0.083	2 Információs m.	0.143
Második szint:		Második szint:		Második szint:	
1 Megállók	0.147	1 Megállók	0.279	1 Idő elérh.	0.262
2 Info u.közb.	0.131	2 Átszállások	0.279	2 Gyorsaság	0.24
3 Idő elérh.	0.122	3 Info u.e.	0.122	3 Megállók	0.114
3 Értelmez.	0.122	4 Idő elérh.	0.073	4 Fiz. Kény.	0.09
5 Átszállások	0.108	4 Megbízhatóság	0.073	5 Értelmez.	0.06
6 Gyorsaság	0.094	6 Biztonság	0.059	5 Info u.közb.	0.06
7 Mentális kény.	0.093	7 Info u. közb.	0.05	7 Átszállások	0.048
8 Biztonság	0.084	8 Gyorsaság	0.023	7 Megbízhatóság	0.048
9 ,10,11: Infoue,Megb,Fiz.		9 , 10, 11: Ért,Ment,Fiz.		9 ,10,11:Ment,Infoue,Bizt	
Harmadik szint:		Harmadik szint:		Harmadik szint:	
1 J.gyakoriság	0.092	1 Átszállás	0.209	1 J.gyakoriság	0.196
2 Meg.elér.	0.071	2 Meg.elér.	0.12	2 Utazási idő	0.103
3 Átszállás	0.058	3 Comfort stops	0.12	3 Meg.elér.idő	0.103
4 Utazási idő	0.053	4 Csatlakozás	0.07	4 J.szünet	0.066
5 Csatlakozás	0.05	5 J.szünet	0.055	5 M.bizt.	0.049
6 M.kény.	0.04	6 M.bizt	0.039	5 M.kény.	0.049
7 M.bizt-	0.037	7 J.gyakoriság	0.018	7 Várakozási idő	0.034
8 J.szünet	0.03	8 Várakozási idő	0.013	8 Átszállás	0.024
9 Meg.elér.idő	0.025	9 Utazási idő	0.007	8 Csatlakozás	0.024
10 Várakozási idő	0.016	10 Meg.elér.idő	0.003	10 Meg.elér.	0.016

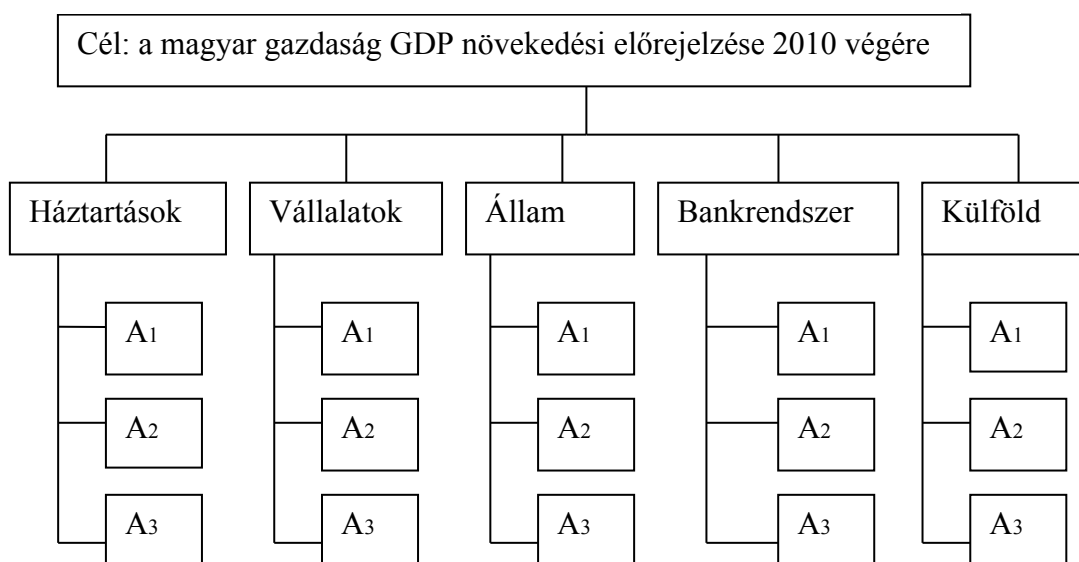
4. táblázat: A vizsgált közlekedési rendszer (Yurihonjo) elemeinek fejlesztési fontossága a kitöltő-csoportok szerint

### 3.3. Egy AHP modell makrogazdasági prognózisra

A felállított modellben a cél a magyar gazdaság 2010 év végi gazdasági növekedésének előrejelzése volt. Az AHP-ből adódóan ezt a problémát dekomponálni, részekre bontani kell. A részekre bontást a makrogazdasági szereplők szempontjából végeztem el, vagyis a klasszikus makroökonómiai felosztást alkalmaztam (Frank, Bernanke, 2009). Így 5 szereplő különíthető el: a háztartásokat, vállalatokat (versenyszférát), az állami szektort, a bankrendszert (ez szerepelhet tőkepiac néven is), valamint a külföldet. A növekedési alternatívákat nem közvetlenül értékeljük, hanem csak az egyes szereplők szintjéhez rendeljük hozzá.

Ez alapján a következő hierarchikus ábrát rajzolhatjuk meg a problémára:

3. ábra: a prognózis hierarchikus modellje



Forrás: saját szerkesztés

Az A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> növekedési alternatívákat jelölnék, melyeket nagyon gondos megfontolás után, a releváns szakirodalom, valamint (elsősorban forecasting típusú) előrejelzések alapján kell megadni. A kitöltők csak ezek közül a forgatókönyvek közül választhatnak, ezért az összes valószínű lehetőséget szerepeltetni kell az alternatívák között. A kitöltések után célszerű megkérdezni a szakértőket, hogy hiányoltak-e más forgatókönyvet, melyet valószínűnek tartanak. Ha igen, érdemes újragondolni a felkínált lehetőségeket.

Vegyük észre, hogy az alternatívák a 2010-es év végi GDP növekedésre vonatkoznak, mégsem közvetlenül ahhoz vannak rendelve, hanem az egy szinttel lejjebb található makroszereplőkhöz! Ennek alapján a szakértőknek nem közvetlenül kell értékelni a megadott forgatókönyveket, hanem a nagy szereplőkön keresztül lesz meghatározható a nemzetgazdaság várható növekedése.

A fenti hierarchikus ábra szolgál alapul a teljes előrejelzési folyamatnak, ez alapján végezhető el az AHP következő lépése.

A 2. lépésben olyan összehasonlító mátrixokat konstruáltunk, melyekben egyrészt a kitöltő összehasonlította gazdasági növekedést generáló makro-szereplők növekedésben betöltött fontosságát, másrészt ezen szereplők növekedési alternatíváit. Így indirekt módon kérdezhettünk rá a GDP növekedés várható intenzitására, valamint fontos információkat szerezhettünk a szakértők által legjelentősebbnek vélt növekedési okokról. Vegyük észre, hogy az egyes szereplőkhöz az ismert makro-modellek tényezői kapcsolhatók, például a háztartásokhoz a fogyasztás (C), a vállalatokhoz az ipari/mezőgazdasági kibocsátás (Q), az államhoz a kormányzati kiadás (G), a bankszektorhoz a hitelezések/beruházások (I), a külföldhöz elsősorban az exportteljesítmény (X)!

A következő páros összehasonlítási mátrixot (5. táblázat) alkothatjuk meg a makro-szereplők növekedésben betöltött szerepének értékelésére:

	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>
M <sub>1</sub>	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	...	...	a <sub>15</sub>
M <sub>2</sub>	a <sub>21</sub>	...	...	...	...
M <sub>3</sub>	...	...	...	...	...
M <sub>4</sub>	...	...	...	...	...
M <sub>5</sub>	...	...	...	...	a <sub>55</sub>

5. táblázat: A makro-szereplők növekedésben betöltött szerepének értékelése

Itt tehát összehasonlítjuk az egyes makro-szereplők GDP növekedésben várhatóan betöltött fontosságát. Kitöltés után tapasztalati páros összehasonlítási mátrixokat kapunk, melyekre igaz a reciprocitás kritériuma, azaz:  $(a_{ji}) = (1/a_{ij})$ ;  $a_{ij} > 0$ , de már nem igaz – döntő valószínűséggel – a konzisztencia kritériuma, azaz:  $(a_{ik}) = (a_{ij} \cdot a_{jk})$ . A konzisztenciát ezért vizsgálni kell (a később bemutatandó CR alapján). A reciprocitásból adódik, hogy a főátló minden eleme: 1.

Ezután megvizsgáljuk minden egyes makro-szereplő adott időintervallumra vonatkozó változási alternatíváit. Az m–dik szereplőre,  $m=1, \dots, 5$  (6. táblázat):

M <sub>m</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
A <sub>1</sub>	a <sub>11m</sub>	a <sub>12m</sub>	...
A <sub>2</sub>	a <sub>21m</sub>	...	...
A <sub>3</sub>	...	...	a <sub>33m</sub>

6. táblázat: A makro-szereplők forgatókönyvek szerinti értékelése

Ezek szintén tapasztalati páros összehasonlítási mátrixok lesznek, ugyanaz érvényes rájuk, amit fent is leírtunk.

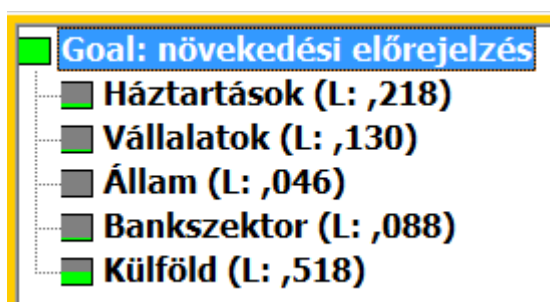
Összesen 5 makro-szereplőt vizsgálva 5+1, azaz 6 mátrixot kell a döntéshozóknak kitölteniük.

- Az  $A_1, A_2, A_3$  növekedési forgatókönyveket jelölnék, melyek a 2010-es év végére a legvalószínűbbek. Az alternatívákat szakmai konszenzus és releváns előrejelzések alapján a magyar GDP 0-0,5% (mérsékelt), 0,5-1% (közepes vagy mainstream) és 1-1,5%-os (viszonylag nagy) értékűnek állapítottuk meg a vizsgált intervallumra.
- Az  $M_1, M_2, \dots, M_5$  azokat a makroszereplőket jelölik, melyek lefedik egy nemzetgazdaság teljes gazdasági teljesítményét. A háztartások, vállalatok, állam, bankrendszer (tőkepiac) és a külföld a legtöbb makro-modell alapegységei.
- Az  $a_{ij} > 0$   $i=1, \dots, m$  és  $j=1, \dots, m$  a tapasztalati mátrixok döntéshozó(k) szerinti értékeit jelölik az egyes makro-szereplők gazdasági növekedésben betöltött várható fontosságára vonatkozóan. Vagyis ezek az értékek a különböző makro-szereplők fontosságait (súlyait) összehasonlító arányszámok. Értékei a következőkben bemutatandó módosított Saaty-féle skála elemei lehetnek.
- Az  $a_{ijk} > 0$   $i=1, \dots, n$ ,  $j=1, \dots, n$  és  $k=1, \dots, m$  jelentik a tapasztalati mátrixok döntéshozó(k) szerinti értékeit jelölik adott makro-szereplő szempontjából a változási forgatókönyvekre vonatkozóan. Vagyis ezek az értékek a különböző változási alternatívák bekövetkezési esélyeit összehasonlító arányszámok. Szintén a módosított Saaty- skála elemeit vehetik fel.

Több mint 20 szakértőnek (gazdasági kutatóintézetben dolgozóknak, egyetemi oktatóknak) küldtük ki a kérdőíveket, de mindössze 6-an töltötték ki. Az AHP alkalmazásoknál sajnos gyakorlat, hogy alacsony a válaszadási arány elsősorban a kérdőívek komplexitása miatt. Ezért érdemes lehet egy reprezentatívabb kutatás esetében személyes megkereséssel próbálkozni, instruktorközreműködésével érthetőbbé lehet tenni a kérdéseket, bár a szakértői minta garancia lehetett volna az értelmezési problémák kiküszöbölésére.

A beérkezett válaszok 0,07-es konzisztencia értéket mutattak a fent bemutatott CR számítás alapján, ami az Expert Choice 10%-os (0,1) kritériumát magabiztosan teljesíti. Az alábbi eredményeket tudtuk kimutatni a válaszok alapján.

4. ábra: a modell-teszt súly-eredményei



Forrás: saját szerkesztés EC 11.5. alapján

A 4. ábrán látható, hogy a megkérdezett 6 szakértő véleménye alapján a 2010-es GDP növekedésben 51,8%-ban a külföldnek lesz szerepe, azaz igen jelentősen az export húzza majd a magyar gazdaságot. Ez az export valószínűleg döntően legfontosabb külkereskedelmi partnerünkhöz, Németországba áramlik, azonban nem feltétlenül fogyasztási céllal. Nagyobb részt talán magának a német exportnak képezi/képezte a magyar export részét 2010-ben,

például félkész-termékek formájában, vagy továbbértékesítési céllal vásárolt termékek formájában.

Viszonylag jelentős súlyt tulajdonítottak még a háztartásoknak, valamint a versenyszférának. Fel kell arra hívni a figyelmet, hogy a fenti ábra a növekedés irányát még nem mutatja, azaz csak a makro-szereplők betöltött súlyát tudjuk belőle megállapítani, azt hogy ez ösztönzi, vagy éppen hátráltatja a növekedést még nem. Érdekes még, hogy az állami szférának és a bankszektornak 10%-nál kisebb súlyt tulajdonítottak a szakértők. Ezt láthatjuk az alábbi (3. ábra) EC ábrán is.

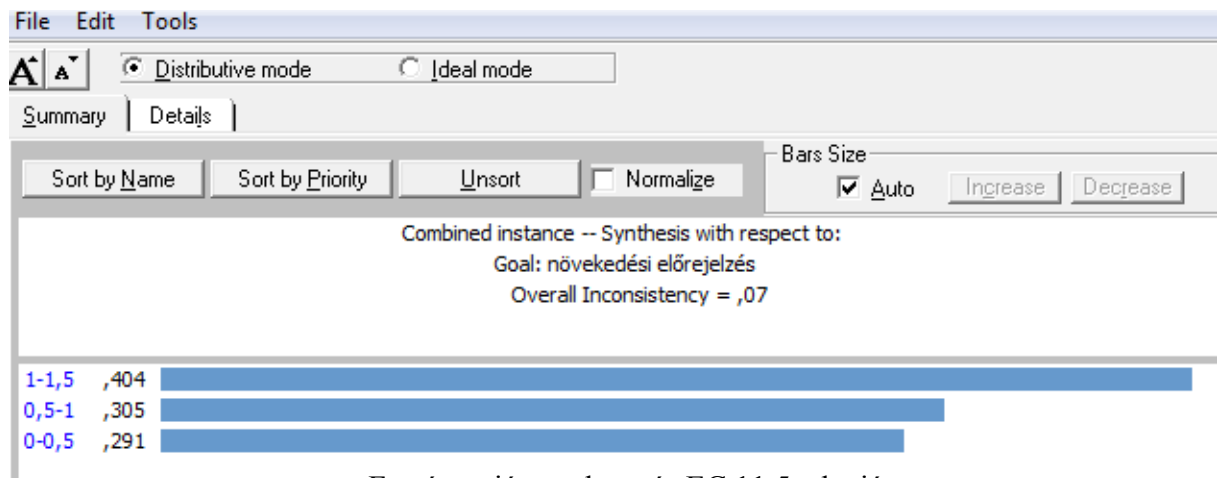
5. ábra: a makro-szereplők várható fontossága a GDP növekedésben



Forrás: saját szerkesztés EC 11.5. alapján

A növekedési forgatókönyvek vizsgálatában (az alacsony növekedési alternatíva 0-0,5% volt, a közepes 0,5-1%, a magas növekedési ütem 1-1,5%) a következő bekövetkezési esélyeket jelölték meg indirekt módon a szakértők (6. ábra):

6 ábra: a növekedési forgatókönyvek bekövetkezési esélyei



Forrás: saját szerkesztés EC 11.5. alapján

Az ábrán látható, hogy a legnagyobb valószínűségűnek az 1-1,5%-os növekedést ítélték, bár a másik két alternatíva is 30% körüli kalkulált arányszámot kapott. A 3 eredményt összesítve azt mondhatjuk, hogy a legvalószínűbb az 1% körüli GDP növekedés, és inkább felfelé várható az ettől való eltérés, bár nagyon enyhe mértékben. Ez az eredmény összhangban áll a más módszerek által számított elemzői konszenzussal (ez a cikk írásakor 0,8%), bár némileg meghaladja azt.

### 3.4. Az AHP alkalmazási modellje beszállítók kiválasztására

Ennél a kutatásnál az elsődleges célom az volt, hogy kialakítsak egy általánosan használható, beszállítókat különböző szempontok alapján, integráltan értékelő AHP modellt. A modell tesztelése további kutatások tárgya.

#### 1. Lépés:

A problémánál két szintet különböztethetünk meg. A hierarchiában felül elhelyezkedő szint javaslatom szerint 5 kritériumból célszerű, hogy álljon. Lehetséges más csoportosítás, valamint más értékelési szempont figyelembevétele is, ezt a döntéshozók korrigálhatják. A javasolt elsődleges tényezők: szállítás, raktározás és készletezés, szolgáltatási szint és minőség, költségek szintje, valamint az alkalmazott technológia. Az első két kritérium magába foglalja a logisztikai alaptevékenységek (**Rakodás, Szállítás, Tárolás**) mindegyikét, a harmadik ezek minőségi követelményeit tartalmazza, a negyedik a gazdasági, vagyis a költségvonzatukat, az ötödik pedig az alkalmazott műszaki, technológiai jellemzőket tömöríti. A második szinten ezeknek a kritériumoknak az alszempontjai helyezkednek el, vagyis azok a tényezők, amelyek leginkább befolyásolják az öt kritérium megfelelését a döntéshozó számára. A szállításnál: időre szállítás(SZ1), könyvelési és számlázási pontosság(SZ2), illetve a járművek állapota(SZ3), valamint a fel-lerakodás(SZ4). A raktározás és készletezésnél: rendelés-feldolgozás folyamatának jellemzői(R1), rendelések teljesítésének pontossága(R2), időben történő betárolás(R3), időben történő kitárolás(R4), a készletezés helyes menedzselése(R5). Szolgáltatási szint és minőség: eszközök elérhetősége(M1), problémamegoldó képesség(M2), a szállítási és raktározási szolgáltatás minősége(M3), a szolgáltató pénzügyi stabilitása(M4), hírnév(M5), valamint a globális működésre való alkalmasság(M6). A költségek: a szállítási egységre jutó (fajlagos) költség(K1), tárolási egységre jutó raktárköltség(K2), szolgáltatási költség(K3), valamint az alkalmazással járó költségsökkenés(K4). Az alkalmazott technológia: nyomkövető rendszerek alkalmazása (tracking and tracing)(T1), elektronikus adatcsere (EDI)(T2), Internet és e-kereskedelem(T3), folyamatfejlesztés(T4), illetve technológiafejlesztés(T5).

#### 2. Lépés:

A döntési tényezők páronkénti összehasonlításának elvégzése a lehetséges szolgáltatókra vonatkoztatva. A hierarchia felállítása után a döntési komponensek egymáshoz viszonyított fontosságának a megállapításához olyan kérdőívet kell készíteni, amely a döntéshozó(k) preferenciáira kérdez rá. Egy jellemző kérdés: Ön mennyivel értékeli jobbnak a szállítási teljesítmény tekintetében a B1-es szolgáltatót a B2-esnél az összes szállításra vonatkozó kritériumot figyelembe véve? A döntéshozó Saaty táblázata alapján numerikusan válaszol, amennyiben a B2-es szolgáltató számára jobb megítélés alá esik, mint a B1-es, a skála számainak reciprokával válaszol. Vagyis, ha a fenti kérdésre a válasz  $1/7$ , ez azt jelenti, hogy a megkérdezett személy sokkal jobbnak értékeli a B2-vel jelölt szolgáltatót a B1-esnél a szállítás szempontjából.

Ezeket a kérdéseket minden alszempont összes szolgáltató párjára fel kell tenni.

#### 3. Lépés:

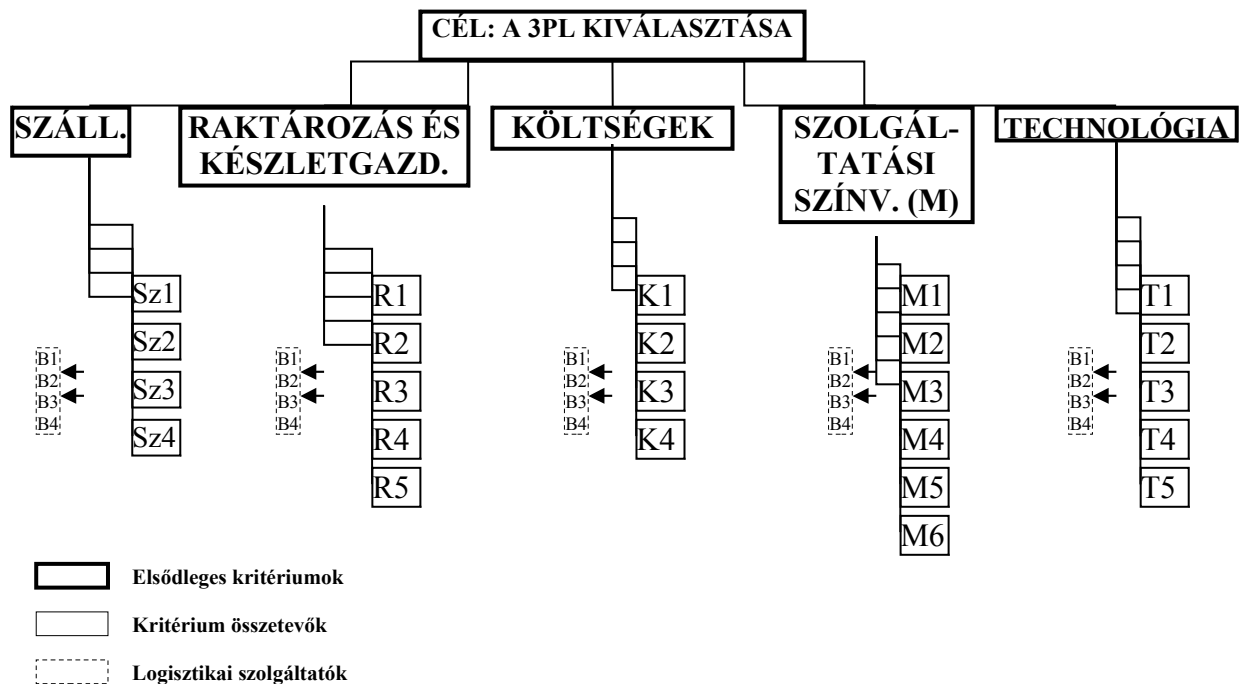
Miután elvégeztük az összehasonlításokat, az adatokat mátrixokba tömörítjük, melyeknek sorai és oszlopai az egyes logisztikai szolgáltatók, a beírt számok pedig az egymáshoz viszonyított értékelésük adott logisztikai teljesítmény szempontjából. A mátrixok sajátértékeinek és sajátvektorainak kiszámítása alapján végezhetjük el az elsődleges

kritériumok szerinti külön-külön értékelést. Mivel 5 elsődleges tényezőt azonosítottunk, ezért 5 mátrixot kell készítenünk, minden egyes tényezőre egyet-egyet.

#### 4. Lépés:

Az egyes kritériumok végső súlya alapján elvégezhetjük a 3PL vállalatok kiválasztási folyamatának utolsó fázisát. Ehhez szükség van még az elsődleges tényezők végső döntést befolyásoló súlyának kiszámítására, amelyet szintén páronkénti összehasonlítással kaphatunk meg. Ekkor a mátrixban a kritériumok egymáshoz képesti fontosságára kérdezzük rá. Például: a döntéshozó mennyivel tartja fontosabbnak a költségek tényezőjét a szállítási teljesítmény tényezőjénél? A válaszok a már fent ismertetett numerikus skála alapján lehetségesek itt is. Az így megkapott sajátvektor egyes értékei mutatják azt meg, hogy az egyes kritériumok százalékosan milyen fontossággal bírnak a döntéshozók számára. Ezeket az értékeket be kell szorozni az egyes kritériumok alapján összehasonlított szolgáltatói számokkal, így kijön az egyes szolgáltatók végső értékelése. Így elvégezhetjük a leginkább megfelelő logisztikai szolgáltató azonosítását. A 7. ábra a komplex értékelést mutatja be.

7. ábra: A logisztikai szolgáltatók komplex értékelése AHP módszerrel



Forrás: saját szerkesztés

#### 4. Következtetések, az eredmények összefoglalása

1. Az AHP-módszer alkalmazható logisztikai trendek meghatározására. Ez a megállapítás a nemzetközi szakirodalomban sem bírt eddig precedenssel, bár az Európai Unió SULOLOGTRA kutatási programja utalt a módszer ilyen célú alkalmazására. A részletes modellt, valamint az eljárást azonban nem közölték, így saját modellt kellett felállítanom, valamint ez alapján egy felmérést is készíteni. PHD értekezésem is ennek a modell-alkotási, valamint tesztelési lépéseinek bemutatásából állt. Az azóta eltelt időben a modellt tökéletesítettem, egy új indexálással pontosabbá tettem és a hazai FMCG-szektor logisztikai trendjeire vonatkozó következtetéseit publikáltam. A felmérést szakértői kérdőíves megkérdezéssel folytattam le. A kapott adatokat az Expert Choice 11.0 szoftverrel értékeltem ki. Az előrejelzés – szakértők utólagos megkérdezése alapján – főbb megállapításaiban helytálló volt, ami a modell alkalmazhatóságát bizonyítja. Legnagyobb előnye az AHP-nak ebben a felhasználásban az, hogy segítségével az egyes változási alternatívákhoz valószínűségeket is tudunk rendelni, a kitöltő szakemberek indirekt válaszadásával. Az eredmények hasznosíthatóak bármely piaci szereplő számára, egyrészt a logisztikai folyamatok pontosabb ismeretét segítik, másrészt ezen folyamatok valamely időhorizontra vonatkozó változásait is előrejelzik. Mivel a válaszadások konzisztenciáját is vizsgálja a módszer, az önellentmondást tartalmazó válaszok kiszekeltdálódnak. A kapott eredmények tehát logikus, hierarchikus rendszerben értelmezhetők. A modell régió- és szektorfüggetlen, azaz tetszőlegesen alkalmazható bármely földrajzi területen és ágazatban. A kérdőívek viszonylagos bonyolultsága miatt ajánlatos szakértői mintát használni, fogyasztói megkérdezésekre ez az eljárás nem alkalmazható megfelelő hatékonysággal. A vizsgálat legfontosabb megállapítása a magyar FMCG-szektorral kapcsolatban az, hogy különösen két erős logisztikai trend dominál 2010-ben: az átrakó-transzformációs rendszerek fokozott felhasználása, valamint a készletezés térbeli koncentrációjának fokozódása.
2. A közösségi közlekedési rendszerek kínálati elemeit is eredményesen lehet értékelni az AHP által. Erre a problémára is saját modellt kellett alkotni, amely azonban általánosan alkalmazható tetszőleges közlekedési rendszerre, bárhol a világon. A felállított hierarchia a közösségi buszközlekedésre vonatkozik (ezt a Japán Yurihonjo város buszhálózatán a gyakorlatban is alkalmaztam volt tesztelni), azonban kötött-pályás alkalmazása is elképzelhető, néhány elem cseréjével. Ebben az alkalmazásban már kezelhető a nagy, felhasználói minta is, hiszen a keresleti oldalon az utasok állnak a közösségi közlekedésben, ezért meg kellett oldani a nagy mintához kapcsolódó problémákat. Módosított kitöltői skálát alkalmaztam (két japán kollégával együttműködésben) emiatt, valamint lineáris programozással megoldottuk a hiányosan kitöltött kérdőívek értelmezésének problémáját. A kutatás során Yurihonjo japán város buszközlekedésének fejlesztési alternatíváit értékeltük. Vélemény-szintézist alakítottunk ki (a Saaty-féle geometriai közép módszerével) a közlekedés három nagy szereplője között: az utasok, a közlekedési vállalat és a fenntartó, azaz az önkormányzat döntéshozói között. A válaszok értékelésekor a keresleti oldal jellemzően a szolgáltatási minőség emelését (pl. a megállók könnyebb elérhetősége, stb.) preferálta, míg tipikusan a közlekedési vállalat menedzserei az utazási minőség (új buszok beszerzése, stb.) emelését hitték az utasszám-növelés kulcsának. A modell tehát nagy segítséget nyújtott a döntéshozóknak abban, hogy a fejlesztésre szánt pénzeket a rendszer olyan elemeinek javítására fordítsák, amelyek találkoznak az



utasok igényeivel. Elsősorban a megállók áthelyezését javasoltuk a közlekedési vállalatnak, erre részletes tervet is kidolgoztunk.

3. Az AHP alkalmazhatóságát makroökonómiai területen is vizsgáltam. A felállított modell csak egy tesztelési fázison van túl, inkább a modell alkalmassága igazolható a kutatással, semmint a felállított gazdasági növekedési prognózis helytállósága. A szakértői megkérdések nem is irányultak arra, hogy reprezentatív szakértői mintán történjenek, ennek ellenére a kapott prognózis megfelelősége is tolerálható határon belül volt. Fontosabb eredmény viszont, hogy egy nemzetgazdaság jövőbeli várható GDP-növekedését olyan előrejelzési eljárás is vizsgálhatja, amely eltér az eddigi mainstream modellektől. Lényeges vonása az AHP-előrejelzésnek, hogy nem múltbeli adatokat extrapolál, hanem egy jövőről alkotott szakértői vélemény-szintézist alkot meg úgy, hogy közben hierarchikus logikát követ, amely orientálja a prognózis felállítóit. Azzal, hogy a kitöltések logikai konzisztenciáit is vizsgálni lehet a módszerrel, csak azon előrejelzések kerülnek be a végső szintézisbe, melyek következetesek. A felállított modell alapstruktúrája bármely nemzetgazdaság esetében alkalmazható, a növekedési alternatívákat természetesen adott országra és időszakra kell kalibrálni. A kitöltések történhetnek szakértők individuális megkérdésével, de például kutatóintézetek csoportosan is kialakíthatnak egy egységes álláspontot a kérdőív kérdéseivel kapcsolatban.
4. A logisztika egy más fontos területére is adaptálható az AHP. A beszállítók kiválasztásának problémája egy ismert beszerzési döntés a vállalati gyakorlatban. A döntésben kvalitatív és kvantitatív (vagy kvantifikálható) elemek együttes figyelembevételére van szükség, ezért a hagyományos döntéstámogató módszerek csak korlátozottan alkalmazhatóak. Az AHP legnagyobb előnye ebben az esetben az, hogy képes együttesen kezelni a kvalitatív és kvantitatív elemeit a döntésnek. Az eljárás lefuttatásával kardinális sorrend állítható fel a beszállítók között a beszerzési menedzserek értékelései alapján. A kutatásom újdonsága a felállított modell, valamint az eljárás lépéseinek részletes bemutatása, melyet a gyakorlati vállalati döntéshozatal is követhet. A hierarchia szempontjai általánosan alkalmazhatóak bármely piaci szereplő által, bár bővíthetők is, illetve a lényegtelen szempontok elhagyhatóak indokolt esetekben.

#### **Az összefoglalóban felhasznált források:**

1. Frank, R.H., Bernanke, B. (2009): Principles of Makroeconomics. Megjelent: McGraw-Hill, New York. 5-12 pp.
2. Rapcsák, T. (2007): Többszemponú döntési problémák. Egyetemi jegyzet, Budapesti Corvinus Egyetem MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézetébe kihelyezett Gazdasági Döntések Tanszék, Budapest, 21-37 pp.
3. Saaty, T.L. (1977): A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. In: Journal of Mathematical Psychology, 15, 234-281 pp.

## A szerző tudományos tevékenységét bizonyító bibliográfiai adatok

### Nem impaktfaktoros lapokban megjelent tudományos közlemények

*Ebből nemzetközi folyóiratban megjelent*

1. **Sz. Duleba**, T. Mishina, Y. Shimazaki (2012): A Dynamic Analysis on Public Bus Transport's Supply Quality by Using AHP. *Transport*. XXVII. Évf. 3.sz. Taylor and Francis ISSN (print) 1648-4142 ISSN (online) 1648-3480 268-275 p. (SCI-ben referált folyóiratcikk)
2. **Sz. Duleba**, T. Mishina, Y. Shimazaki (2012): An Analysis on the Connections of Factors in a Public Transport System by AHP-ISM. (Befogadó nyilatkozat) *Transport*. Taylor and Francis. ISSN (print) 1648-4142 ISSN (online) 1648-3480 (SCI-ben referált folyóiratcikk)
3. **Sz. Duleba** (2006): Logistics Trends of the Supply Chains in the Food Industry. *Economics and Organization of Enterprise*. 2006. LVII. évf. okt.sz. Poland. ISSN 0860-6846 98-107 p.
4. L. Hegedűs-**Sz. Duleba** (2007): Central Stockpiling at TESCO Global Stores Company Limited. *Acta Beregsasiensis*. VI. évf. Különszám. Beregovo, Ukraine. ISBN 966-7966-49-6 44-47 p.
5. **Sz. Duleba** (2008): Hungarian Characteristics of Logistics Trends in the FMCG Sector. *Economics and Organization of Enterprise*. LIX. évf. máj.sz. Poland. ISSN 0860-6846 43-51 p.

*Ebből hazai idegen nyelvű folyóiratban megjelent*

6. **Sz. Duleba** (2006): An Applicable Method for Elaborating Agricultural Logistics Trends. *Journal of Agricultural Sciences, Acta Agraria Debreceniensis*. 2006. évf. 24. sz. Debrecen. ISSN 1588-8363 66-70 p.
7. **Sz. Duleba** (2010): A Hierarchical Model to Evaluate Public Transport's Supply Quality. *Acta Technika Jaurinensis Series Logistica*. III. évf. 3. sz. Győr. ISSN 1789-6932 377-382 p.

*Ebből hazai magyar nyelvű folyóiratban megjelent*

8. **Duleba Sz.** (2005): A termékfeldolgozottság logisztikai költségekre gyakorolt hatásának bizonyítása. *Gazdálkodás*. XLIX. évf. 6.sz. ISSN 0046-5518 33-39 p.
9. **Duleba Sz.** (2006): A közép- és felsővezetői döntéseket támogató AHP módszer, és alkalmazása logisztikai szolgáltatók kiválasztására. *Vezetéstudomány*. XXXVII. évf. 9. sz. ISSN 0133-0179 56-60 p.
10. Bokor Z., Gerda Zs., **Duleba Sz.** (2006): Logisztikai-szállítási trendek az üzemanyagiparban. *Energiagazdálkodás* XLVII. évf. 2.sz. ISSN 0021-0757 6-9 p.
11. **Duleba Sz.** (2007): Az AHP módszer adaptációja logisztikai trendek meghatározására. XXVIII. OTDK Közgazdaságtudományi Szekció Doktorandusz Konferencia Kiemelt Minősítést elnyert dolgozatok 2007. ISBN 978-963-661-774-5 295-306 p.
12. **Duleba Sz.** (2009): Az AHP módszer egy lehetséges alkalmazása trendek előrejelzésére. *Sigma*. XL. évf. 3-4 sz. ISSN 0039-8128 157-170 p.
13. **Duleba Sz.** (2010): Egy AHP-modell a városi buszközlekedés szolgáltatási színvonalának elemzésére. *Városi Közlekedés*. L. évf. 6. Sz. ISSN 0133-0314 371-375 p.

14. **Duleba Sz.** (2011): A gazdasági növekedés előrejelzése egy AHP-moddal. Gazdasági és Társadalomtudományi Közlemények. III. évf. 1.sz. ISSN 2061-3156 49-65 p.

15. **Duleba Sz.** (2012): Az Interpretive Structural Modeling (ISM) módszerének, és egy lehetséges alkalmazásának bemutatása. Vezetéstudomány. (Befogadó nyilatkozat) ISSN 0133-0179

16. **Duleba Sz.** (2012): Analytic Hierarchy Process (AHP) alkalmazások a menedzsment tudományok területén. Gazdasági és Társadalomtudományi Közlemények. (Befogadó nyilatkozat) ISSN 2061-3156

### **Idegen nyelven megjelent tudományos könyvrészletek**

17. **Duleba Sz.** (2011): An AHP Application for Logistics Trend Determination. Logisztikai Évkönyv 2012. (Szerk. Dr. Bokor Zoltán) Felelős Kiadó: Magyar Logisztikai Egyesület. Budapest. ISSN 1218-3849 165-173 p.

### **Magyar nyelven megjelent tudományos könyvrészlet**

18. **Duleba Sz.** (2006): Szabolcs-Szatmár-Bereg megye és Kárpátalja együttműködésének vizsgálata logisztikai trendek alapján. Logisztikai Évkönyv 2006. (Szerk. Dr. Szegedi Zoltán) Felelős Kiadó: Magyar Logisztikai Egyesület. Budapest. ISSN 1218-3849 168-174 p.

19. **Duleba Sz.** (2007): A magyar FMCG szektor logisztikai trendjei. Logisztikai Évkönyv 2007-2008. (Szerk. Dr. Szegedi Zoltán) Felelős Kiadó: Magyar Logisztikai Egyesület. Budapest. ISSN 1218-3849 41-47 p.

20. **Duleba Sz.** (2008): Az inverz logisztika várható hazai trendjei. Logisztikai Évkönyv 2009. (Szerk. Dr. Szegedi Zoltán) Felelős Kiadó: Magyar Logisztikai Egyesület. Budapest. ISSN 1218-3849 23-29 p.

21. **Duleba Sz.** (2009): A termelés térbeli koncentrációjának logisztikai motiváló tényezői az FMCG szektorban. Logisztikai Évkönyv 2010. (Szerk. Dr. Szegedi Zoltán) Felelős Kiadó: Magyar Logisztikai Egyesület. Budapest. ISSN 1218-3849 33-37 p.

### **Tudományos konferenciákon elhangzott előadások konferencia kiadványban megjelentetve**

Ebből idegen nyelvű

22. **Sz. Duleba, G. Silye, Cs. Róka** (2005): Intermodality in the Eastern gate of the European Union. First International Conference on Business, Management & Economics. Cesme, Turkey. Conference CD Full paper Session 47, Logistics Management pdf.

23. **Sz. Duleba** (2005): Examining the Present and Future of a Special Logistic Region in Eastern Hungary. Mendelnet 2005. Brno, Czech Republic. Sborník abstraktu z evropské vědecké konference doktorandu (abstract) pp.67. ISBN 80-7302-107-2 Sborník příspěvků z konference studentu doktorského studia pdf. (full paper) ISBN 80-7302-107-2

24. **Sz. Duleba** (2006): Logistic Trends of the Supply Chains in the Food and Beverage Sector. 7th. International Conference on Management in Agrifood Chains and Networks. Ede, The Netherlands. E-Conference Proceedings pdf., Conference Bulletin 93 p.
25. **Sz. Duleba** (2009): A new approach of the AHP method: application for trend determination. 23rd. European Conference on Operational Research. Bonn, Germany. Book of abstracts 11 p.
26. **Sz. Duleba**, T. Mishina, Y. Shimazaki (2010): An Analysis of the Public Transport's Supply Quality by Using Analytic Hierarchy Process. JOMSA Conference Papers, Oszaka, Japan. 20 p.
27. H. Myano, K. Ogiwara, **Sz. Duleba**, T. Mishina (2011): Evaluation on Committee Activities by AHP-DEA. (In Japanese) Conference of Japan Society of Business Mathematics. Tokyo, Japan. 2011.06.11-12. Conference Proceedings 35-43 p.
28. **Sz. Duleba**, H. Myano, K. Ogiwara, T. Mishina (2011): Synthesizing Different Aspects on Public Transportation by Using a Combined AHP-DEA Method. JOMSA-ISOMS The International Symposium on Operations Management and Strategy. Craftmanship and Technological Capabilities for Operations in the 2010's. Yokohama, Japan. 2011.06.17-19. Conference CD full paper: A1 Session, Supply Chain Modelling, A 1-3 pdf.
29. S. Sotome, H. Kosawa, K. Ogiwara, **Sz. Duleba**, Y. Shimazaki, T. Mishina (2012): Optimizing the Combination of Different Agricultural Technologies. (In Japanese) Conference of the Japan Society of Business Mathematics. Yamaguchi, Japan. 2012.06.2-3. Conference Proceedings 26-31 p.
30. **Sz. Duleba**, K. Ogiwara, T. Mishina (2012): Modeling Group Decision Making of Public Transport System. JOMSA, Japanese Symposium on Global Supply Chain Management. Tokyo, Japan. 2012.06.4-5. Conference CD full paper: B2-3 Session, pdf.
31. **Sz. Duleba**, K. Ogiwara, M. Hoshino, T. Mishina (2012): Considering Non-Hierarchical Connections in an AHP Model. ISOMS 2012. Global Operations and Strategy in the 2010's. Tokyo, Japan. 2012.11.10-11.11. A2 Session: Logistics and lead time management. Pdf.

Ebből magyar nyelvű

32. **Duleba Sz** (2004): A magyarországi FMCG-szektor logisztikai költségeinek multivariáns elemzése. IX. Nemzetközi Agrárökonómiai Tudományos Napok. Gyöngyös. A konferencia előadásai és poszterei CD/Agrárökonómia. Duleba Szabolcs pdf ISBN 963 214 313 2 , Előadások összefoglalói
33. **Duleba Sz.** (2004): A kelet-magyarországi FMCG vállalatok ellátási láncai. Within the European Union Nemzetközi konferencia 2004. Mosonmagyaróvár. Konferencia CD/Agrármarketing/Duleba pdf. ISBN 963 9364 40 1. Előadások és poszterek összefoglalói Duleba: The supply chains of the East-Hungarian FMCG companies ISBN 963 9364 39 8

## Egyéb nyomtatásban vagy elektronikus formában megjelent publikáció

### Magyar nyelvű

34. **Duleba Sz.** (2004): Az SRM szemlélet a mezőgazdaságban. A Magyar Tudományos Akadémia SZSZB megyei XIII. évi tudományos ülésének előadásai. Nyíregyháza. 69-73 p.
35. **Duleba Sz.** (2004): A magyarországi FMCG szektor logisztikai költségeinek Cluster-analízise. A Magyar Tudomány Napja 2003 alkalmából rendezett MTA SZ-SZ-B megyei tudományos konferenciája. Nyíregyháza. Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei Tudományos Konferencia anyagának bemutatása, Közgazdaságtudományi szekció II.p.422-426. ISSN 1215-7686 ISBN 963 214 213 6
36. **Duleba Sz.** (2005): Az uniós csatlakozás kis- és középvállalkozásokra gyakorolt hatásai az uniós versenypolitika főbb - KKV-kat érintő - jellegzetességei. Nyíregyháza 2005. konferencia A Magyar Tudományos Akadémia SZSZB megyei XIV. évi tudományos ülésének előadásai. Konferencia CD. ISBN: 978-963-8048-32-5 138-143 p.
37. Egri I., Hegedűs L., **Duleba Sz.** (2005): Modern pénzügyi rendszer fejezet. Gazdasági ismeretek (Szerk. Száraz Zoltán.). Krúdy Kiadó. Nyíregyháza. VI; ISBN 963 86702 1 5 46-69 p.
38. **Duleba Sz.** (2005): Hasznosíthatóak-e az ipari logisztika új megoldásai a mezőgazdaságban? Tranzit. VII. évf. jan-feb. sz. ISSN 1419-8983 42-44 p.
39. **Duleba Sz.** (2005): A csomagküldő szektor logisztikai trendjei. Supply Chain Monitor. Szeptemberi szám. ISSN 1786-6634 54-55 p.
40. **Duleba Sz.** (2005): Élelmiszeripari trendek. Supply Chain Monitor. 2005. novemberi szám. ISSN 1786-6634 48-49 p.
41. **Duleba Sz.** (2008): A hazai FMCG szektor várható logisztikai trendjei 2010-re. Logisztikai Híradó. XVIII. évf. 1. sz. 14-18 p.
42. **Duleba Sz.** (2008): Időmegtakarítási elvek alkalmazása a hazai FMCG-szektorban. Supply Chain Monitor 2008. októberi szám. ISSN 1786-6634 44-45 p.
43. **Duleba Sz.** (2008): Hogyan alakulhat a készletezés térbeli koncentrációja Magyarországon? Loginfo. 5-6 sz. ISSN 1217-9485 27-28 p.
44. **Duleba Sz.** (2008): Az agrárlogisztika aktuális jellemzői Európában és Magyarországon. Inventárium Nyíregyházi Főiskola. ISSN 1787-7113 ISBN 978-963-9909-06-9 283-289 p.
45. **Duleba Sz.** (2009): Az AHP módszer verifikálása logisztikai trendek meghatározására, különös tekintettel a magyar FMCG szektor logisztikai trendjeire. A téziseken túl. Kiadványkötet a Nyíregyházi Főiskola Inventárium, 2009. ISBN 978-963-9909-18-2 43-63 p.
46. **Duleba Sz.** (2010): Árubeszerzés, áruismeret. Tankönyv. Felelős Kiadó: Dr. Jánosi Zoltán, rektor, Nyíregyházi Főiskola. Nyíregyháza 2010. ISBN 978-615-5096-32-7 77. p.
47. **Duleba Sz.** (2010): Logisztikai alapismeretek. Tankönyv. Felelős Kiadó: Dr. Jánosi Zoltán, rektor, Nyíregyházi Főiskola. Nyíregyháza 2010. ISBN 978-615-5096-08-2 99 p.
48. **Duleba Sz.** (2010): Vállalati logisztika. Tankönyv. Felelős Kiadó: Dr. Jánosi Zoltán, rektor, Nyíregyházi Főiskola. Nyíregyháza 2010. ISBN 978-615-5096-14-3 77 p.

49. **Duleba Sz.** (2012): Az operációkutatás és más matematikai területek felhasználási lehetősége a hazai logisztikai gyakorlatban. Logisztikai Híradó. XXII. Évf. 2. szám. ISSN 2006-6333 36-38 p.