A PÁROS ÖSSZEHASONLÍTÁS THURSTONE-FÉLE MÓDSZERÉNEK ALKALMAZÁSA A PSZICHOLÓGIÁBAN II.[1]

BALÁZS Katalin
Debreceni Egyetem Pszichológiai Intézet
E-mail: balazs.katalin@arts.unideb.hu

CSÍZIK Tímea
Debreceni Egyetem Pszichológiai Intézet
E-mail: csizik.timea@arts.unideb.hu

HŐGYE-NAGY Ágnes
Debreceni Egyetem Pszichológiai Intézet
E-mail: hogye-nagy.agnes@arts.unideb.hu

MÜNNICH Ákos
Debreceni Egyetem Pszichológiai Intézet
E-mail: munnich.akos@arts.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÓ

A páros összehasonlítás a pszichológiai kutatási gyakorlatban jó alternatívája lehet a nála általánosabban elterjedt skálázási eljárásoknak. A páros összehasonlítással megragadható pszichológiai problémák adatait elemezhetjük a Thurstone-féle egydimenziós modell, illetve a többdimenziós skálázás egydimenziós, illetve többdimenziós modelljének alkalmazásával. Jelen tanulmány négy gyakorlati példán keresztül demonstrálja, hogy a páros összehasonlításból nyert adatok esetén a Thurstone-féle skálázás és a többdimenziós skálázás egymás alternatívái, és adott adatbázison is érdemes mindkét módszert alkalmazni, majd a modellek illeszkedését a stresszmutató segítségével összevetni.

[1] A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

BEVEZETÉS

Számos olyan pszichológiai probléma létezik, ahol a vizsgálat során a vizsgált elemek viszonylagos megítélésére vagyunk kíváncsiak. Így például érdekelhet bennünket, hogy mely tulajdonságok a legfontosabbak a barátságok kialakulásánál; mely jellemzők a legmeghatározóbbak munkahelyválasztásnál; vagy egymáshoz képest hogyan értékelik az emberek a politikai pártokat. Ha adott témakörön belüli alternatívák viszonylagos megítélésre vagyunk kíváncsiak, az általában alkalmazott Likert típusú skálázáson túl (Likert, 1932) a páros összehasonlítás egy értékes, releváns módszert jelent. Megkérdezhetjük az embereket az egyes alternatívák értékeléséről például egy hétfokú skálán, azonban gyakran hasonló értékeket jelölnek meg a különböző alternatívák esetén. Sokkal differenciáltabb képet kapunk, ha az egyes elemek páros összehasonlítását kérjük a válaszadóktól, hiszen ez esetben az alternatívák viszonylagos értékéről döntenek. A páros összehasonlítás egyetlen hátránya, hogy az összehasonlítások száma exponenciálisan nő a vizsgált alternatívák számának növekedésével. Ha az alternatívák száma n, akkor a páros összehasonlítások száma $n(n-1)/2$. Kisebb elemszám (n) esetben azonban a módszer jól használható.

Az alternatívák páros összehasonlításán keresztül az alternatívák egy vagy több dimenzión elfoglalt értékére (értékeire) szeretnénk következtetni. Az eredeti Thurstone-féle skálázás (ld. pl. Mérő, 1986, 1992; Thurstone, 1927, 1929, 1959; Thurstone és Jones, 1957) alkalmazásakor a vizsgált elemek egyetlen skálán elfoglalt helyét becsülhetjük meg, de az eljárás megfelelő többdimenziós modell illesztésére is. Fontos kitétel a Thurstone modellben a vizsgálandó ingerek, alternatívák megítélésére vonatkozó adatok normális eloszlása, ami pszichológiai problémák esetén valószínű.

Egy másik módszer a páros összehasonlításból származó adatok feldolgozására a többdimenziós skálázás (TDS) alkalmazása. A módszer alapgondolata, hogy megítéléseink, akár tudattalanul is, több dimenzió mentén történnek, és a módszer lehetőséget ad arra, hogy a döntéseink alapját képező, mélyben rejlő dimenziókat feltárjuk. A módszer eredetileg a térképészetből származik, ahol először meghatározták a városok közötti távolságokat, majd a távolságok alapján megrajzolták a térképeket. Ugyanezt az elvet lehet használni a többdimenziós skálázás esetében is, amikor a vizsgált objektumokról készítünk térképeket. Az eljárás kivitelezéséhez szükségünk van egy távolságmátrixra, ami megadja, hogy az egyes alternatívák mennyire hasonlóak egymáshoz. A távolságmátrixból kiindulva, a többdimenziós skálázás meghatározza az alternatívák rendjét az egyes dimenziókon. A cél egy olyan reprezentáció kialakítása, mely az adatok legkisebb torzulásával jár. A kapott „térkép” (geometriai reprezentáció) lehet egydimenziós (amikor az adatok egy egyenesre illeszkednek), kétdimenziós (ekkor ez elemek egy síkban helyezkednek el), háromdimenziós (ekkor az adatokat térben reprezentáljuk), vagy akár magasabb dimenziószámú (ebben az esetben a közvetlen geometriai reprezentáció nem lehetséges). A többdimenziós skálázásról további információ fellelhető magyarul például a Münnich, Nagy és Abari (2006) által írott elektronikus statisztika-könyvben, illetve más összefoglaló munkákban (ld. pl.: Borg és Groenen, 1997; Cox és Cox, 1994; Everitt és Rabe-Hesketh, 1997, Kruskal és Wish, 1978; Mérő, 1992).

A továbbiakban a Thurstone-féle skálázást, illetve a többdimenziós skálázás kivitelezését mutatjuk be a páros összehasonlításokból származó nyers adatokon. Többdimenziós skálázás alkalmazása páros összehasonlításból nyert adatokon nem egy megszokott módszer, de mindenképp megfelelő eljárás. Számos gyakorlati példán keresztül világos lesz, hogy a két módszer vezethet hasonló, vagy akár nagyon különböző eredményekhez is. Fontos a modellek illeszkedésének vizsgálata, hiszen a stresszérték mutatja, hogy melyik eljárás eredményeit vegyük figyelembe, illetve azt, hogy az eredmények érdemesek-e további felhasználásra. Ha az egydimenziós modellek nem vezetnek eredményre, érdemes többdimenziós modellt illeszteni. A páros összehasonlítás Thurstone-féle módszeréről szóló cikk első része (Balázs, Csízik, Hőgye-Nagy és Münnich, 2009) a Thurstone-féle skálázás egydimenziós alkalmazásának módját részletezte, jelen tanulmány a páros összehasonlítások többdimenziós modellezésére is kitér. Adatelemzéshez az R statisztikai programot használjuk (R-Development Core Team, 2005), amit az ingyenes szoftver gyorsan növekvő népszerűsége indokol.

A páros összehasonlítás alkalmazása

Az alternatívák választási valószínűsége empirikusan meghatározható, és a belőlük becsült skálaértékre vagyunk kíváncsiak: arra, hogy az alternatívák a vizsgálati szempont dimenziója mentén hogyan helyezkednek el. Ilyenkor alapesetben egy dimenzióban gondolkodunk. Az alternatívák választási valószínűségeit a páros összehasonlítás módszerével kétféleképpen kaphatjuk meg. Ha a vizsgálati mintánk nagy, dolgozhatunk dichotóm választási lehetőségekkel az egyes alternatíva-párok összehasonlításakor (A-ra vagy B-re jellemzőbb). Abban az esetben azonban, amikor egyetlen személy preferenciáira vagyunk kíváncsiak, vagy a mintánk kicsi, a dichotóm választási lehetőség helyett többfokú skálát használhatunk, pl. nullától egyig terjedő kódolással, ebben az esetben rendre a skála megjelölt értéke, illetve több vizsgálati személy esetén az értékek átlaga fejezi majd ki a választás valószínűségét.

Az összehasonlíthatóság kedvéért korábbi cikkünk (Balázs, Csízik, Hőgye-Nagy és Münnich, 2009) bevezető példáját használjuk az R-ben történő alkalmazás demonstrálására. Tegyük fel, hogy öt választási alternatívánk van: A, B, C, D, E, melyeket páronként összehasonlítva a következő eredményeket, tapasztalati valószínűségeket kapjuk.

1. táblázat. Tapasztalati valószínűségek

Alternatívák	A	B	C	D	E
A	*	0,59	0,47	0,63	0,70
B	0,41	*	0,45	0,58	0,70
C	0,53	0,55	*	0,61	0,65
D	0,37	0,42	0,39	*	0,52
E	0,30	0,30	0,35	0,48	*

A táblázat egy-egy cellájában annak a valószínűsége szerepel, hogy a páros összehasonlítás során a sorokban található alternatívákra a vizsgálati szempontot jellemzőbbnek ítéljük, mint az oszlopokban szereplő alternatívákat, azaz P(sorok>oszlopok), például: P(A>B) = 0,59, míg P(B>A) = 0,41. Hogy ne legyenek hiányzó elemek a mátrixban, adatbevitelkor az átlóban 0,5-öt tüntetünk fel.

A Thurstone-féle modell alkalmazása

Az adatbevitel kivitelezése után, a valószínűségi értékekből kiszámoljuk a megfelelő z-értékeket a qnorm parancs segítségével, majd soronként a z-értékek átlagát véve megkapjuk az alternatíváknak megfelelő skálaértékeket (1. R parancs).

```
p=data.frame(A=c(0.5,0.41,0.53,0.37,0.30),B=c(0.59,0.5,0.55,0.42,0.30),C=c(0.47,0.45,0.5,0.39,0.35),
D=c(0.63,0.58,0.61,0.5,0.48),E=c(0.70,0.70,0.65,0.52,0.5))
m<-as.matrix(p)
rownames(m)=c("A","B","C","D","E")
z=qnorm(m,0,1)
skala=matrix(ncol=1, nrow=5)
for(i in 1:5) skala[i]=mean(z[i,])
rownames(skala)=c("A","B","C","D","E")
print(skala)
```

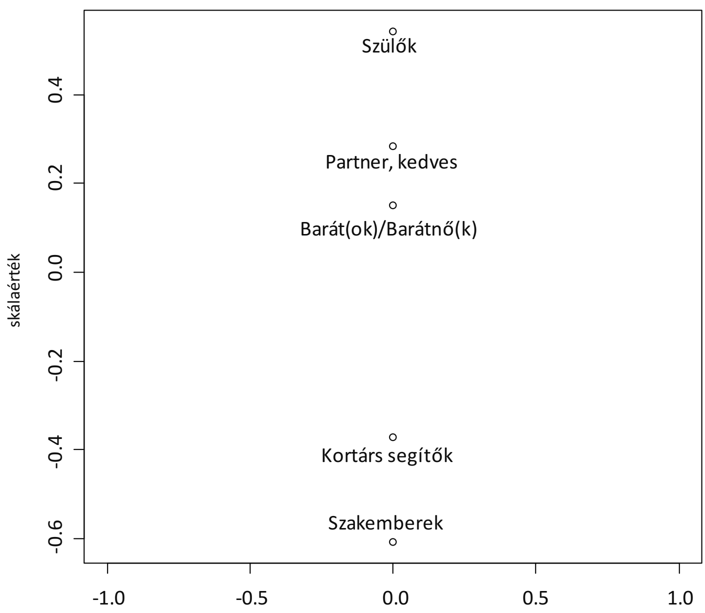
1. R parancs

```
par( cex=1.5, bg="white", pch=19:25 )
x=rep(1,5)
plot(skala, x, type="b", xlab="Skálaértékek", ylab="")
text(skala,x+0.1,labels=rownames(m),cex=0.8)
```

2. R parancs

A skálaértékeket grafikusan ábrázolhatjuk, pl. a 2. R parancs segítségével.

1. ábra. A Thurstone-féle modell segítségével kapott skálaértékek



A többdimenziós skálázás alkalmazása

A valószínűség értékeket a többdimenziós skálázás inputjaként közvetlenül nem tudjuk felhasználni, mert a nagyobb valószínűségek nem jelentenek feltétlenül nagyobb távolságot. Például, ha A alternatívát 0,2-es valószínűséggel választják, akkor a B alternatívát 0,8-as valószínűséggel fogják választani, így a két valószínűség (0,2 és 0,8) tulajdonképpen ugyanazt a távolságot jelöli.

Számos lehetőség adódik, a valószínűségmátrix transzformálására távolságmátrixszá. Alkalmazhatjuk a Bradley-Terry modellből (1952) ismert logit transzformációt, ahol *i* és *j* alternatívák távolságát (t_{ij}) a következő módon határozzuk meg:

$$t_{ij} = logit(i,j) = \log\left(\frac{p_{ij}}{1-p_{ij}}\right),$$

ahol p_{ij} annak a valószínűsége, hogy *i* alternatívát választják *j* alternatívával szemben. Másik lehetőség, hogy a valószínűségi értékeket a standard normális eloszlás megfelelő értékeinek feleltetjük meg, ebben az esetben feltételezzük, hogy a távolságok normál eloszlást követnek.

Akár a logit transzformációt (3. R parancs), akár a z eloszlásfüggvényt használjuk (4. R parancs), a távolságok abszolút értékét kell vennünk, mivel a TDS input R-ben csak pozitív számokat tartalmazhat. A távolságmátrixra lefuttathatjuk a többdimenziós skálázást oly módon, hogy egydimenziós megoldást kérünk.

```
d1=abs(log(m/(1-m)))
dist1<-as.dist(d1)
tds1<-cmdscale(dist1, k=1)
print(tds1,digits=3)
```

3. R parancs

```
d2=abs(qnorm(m,0,1))
dist2<-as.dist(d2)
tds2<-cmdscale(dist2, k=1)
print(tds2,digits=3)
```

4. R parancs

A különböző inputokkal (logit vagy z-traszformáció) használt TDS eredményei nem különböznek jelentősen egymástól (lásd a *2. táblázat*ot). Azonban a Thurstone-modell eredményeként kapott skálaértékek nem egyszerűen fordított sorrendet mutatnak (ami egyszerűen a skála fordított reprezentációját jelentené), hanem az A, B és C alternatívák sorrendje másként alakul a Thurstone-modell és a TDS esetén. Ezek preferenciájáról csak a modellek illeszkedésének ellenőrzése után dönthetünk.

2. táblázat. Skálaértékek

Alternatívák	Logit	z-transzform.	Thurstone
A	-0,32	-0,20	0,20
B	-0,27	-0,17	0,07
C	-0,15	-0,10	0,17
D	0,21	0,13	-0,15
E	0,53	0,33	-0,29

A modellek illeszkedésének ellenőrzése

Az illeszkedés vizsgálatához a skálaértékek alapján becsülhetjük a valószínűségeket és a becslést az empirikus értékekkel összehasonlíthatjuk. A stresszmutató szolgál a modell illeszkedésének vizsgálatára, az empirikus (p_{ij}) és a becsült valószínűségek ($\hat{p}_{ij}$) összehasonlítása által.

$$stressz = \sqrt{\frac{\sum_{i,j}\left(p_{ij} - \hat{p}_{ij}\right)^2}{\sum_{i,j} p_{ij}^2}} \qquad (1)$$

Útmutató az értelmezéshez:
0: az illeszkedés tökéletes
0 – 0,05: az illeszkedés kiváló
0,05 – 0,10: az illeszkedés jó
0,10 – 0,20: az illeszkedés elfogadható
0,20 felett: a modell nem illeszkedik az adatokra

Ha a stresszmutató értéke magasabb, mint 0,20, akkor a modell nem illeszkedik, nincs értelme a skálaértékeket felhasználnunk, az eredmények értelmezéséhez más módszert, vagy több dimenziós modell alkalmazását érdemes kipróbálnunk. 0,20-os stresszérték alatt azonban a modell megalapozott következtetések levonásához használható, az eredmények értelmezhetők.

A stresszértékek kiszámításával az alkalmazott modellek illeszkedése összehasonlíthatóvá válik. A Thurstone-modell illeszkedése a 5. R parancs segítségével számolható és az eredményül kapott 0,053-es érték jónak mondható. Ez az érték kissé eltér a korábbi cikkünk (Balázs, Csízik, Hőgye-Nagy és Münnich, 2009) 0,06-os értékétől. A kismértékű eltérés a kerekítési pontatlanságból fakad, minthogy a fenti R parancs több tizedes jegyet figyelembe vesz, mint az általunk korábban használt Excel program.

A TDS alapján kapott skálaértékek segítségével is kiszámolhatjuk a stresszmutatót. Fontos, hogy ne egyszerűen az inputban szereplő távolságokat vessük össze a modell alapján becsült távolságokkal, hanem a tapasztalati és a becsült valószínűségeket hasonlítsuk össze. Ehhez először a skálaértékekből ki kell számítanunk a távolságokat, majd a távolságokból a becsült valószínűségeket.

Ha a logit transzformációt használtuk az input távolságok kiszámításához, akkor a becsült távolságok esetén a

$$p_{ij} = \frac{\exp(t_{ij})}{1+\exp(t_{ij})}$$

transzformációt kell alkalmaznunk a valószínűség-számításhoz. A z-transzformáció esetén a becsült távolságokból a z-eloszlás segítségével kiszámítjuk a valószínűségeket. Mindezek kivitelezése R-ben az 5. R parancsnak megfelelően történik.

Figyelembe kell vennünk, hogy a TDS végeredményeképpen kapott skála megfordulhat, mint ahogyan ez jelen példánál is történt. Ekkor a becsült valószínűségek transzponált mátrixa (a főátlóra tükrözött mátrix) vethető össze a tapasztalati valószínűségekkel. Mivel nem minden esetben egyértelmű, hogy a skála megfordult, érdemes a stresszértéket kiszámítani a becsült valószínűségek mátrixára és annak transzponáltjára is. A stresszérték meg fogja mutatni, hogy melyik modell illeszkedik jobban az eredeti adatokra.

A logit transzformáció, illetve a z-transzformáció segítségével kapott távolságértékeken végzett TDS-sal kapott skálaértékek illeszkedése jó, közöttük elhanyagolható különbség van, a stresszértékek rendre 0,084, és 0,083. Ezek a transzponált becsült valószínűségi mátrix segítségével kapott stresszértékek, transzponálás nélkül a stresszértékek mindkét esetben 0,419. A továbbiakban minden esetben csak a kisebb stresszértéket tüntetjük fel. A Thurstone-modell segítségével kapott skálaértékek illeszkedése ennél valamivel jobb, a stresszérték 0,053, tehát ezt a modellt érdemes használnunk a továbbiakban.

```
(Thurstone-modell)
a=skala
b=cbind(a,a,a,a,a)
c=matrix(rbind(a,a,a,a,a), ncol=5, byrow=T)
d=b-c
e=pnorm(d)
szam=sum((p-e)^2)
nev=sum(p^2)
stressz=sqrt(szam/nev)
print(stressz)
```

```
(TDS logit)
a=tds1
b=cbind(a,a,a,a,a)
c=matrix(rbind(a,a,a,a,a), ncol=5, byrow=T)
d=b-c
e=exp(d)/(1+exp(d))
e=t(e)   /transzponálás, ha szükséges
szam=sum((p-e)^2)
nev=sum(p^2)
stressz=sqrt(szam/nev)
print(stressz)
```

```
(TDS z-transzformáció)
a=tds2
b=cbind(a,a,a,a,a)
c=matrix(rbind(a,a,a,a,a), ncol=5, byrow=T)
d=b-c
e=pnorm(d)
e=t(e) / transzponálás, ha szükséges
szam=sum((p-e)^2)
nev=sum(p^2)
stressz=sqrt(szam/nev)
print(stressz)
```

5. R parancs

A THURSTONE-FÉLE MODELL ÉS A TÖBBDIMENZIÓS SKÁLÁZÁS GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

A továbbiakban a két módszer működését az alkalmazott pszichológia különböző területeihez kapcsolódva, néhány konkrét problémahelyzetben mutatjuk be. A következőkben négy gyakorlati probléma demonstrálja, hogy a Thurstone-módszer és a többdimenziós skálázás egymás alternatívái, és az adatok sajátosságaitól függően az általuk kínált modell illeszkedése különbözhet. Ennélfogva, egy adott adatbázis elemzésekor mindkét módszert érdemes kipróbálni.

Gyakorlati alkalmazás (1): a társas támasz keresésének vizsgálatára

Egy korábbi, Thurstone-féle modellel foglalkozó cikkben (Balázs, Csízik, Hőgye-Nagy és Münnich, 2009) is bemutatott vizsgálat célja annak feltárása volt, hogy a fiatalok problémáikkal kikhez fordulnak leginkább. A vizsgált alternatívák a következők voltak: kortárssegítők; szakemberek (orvos, pszichológus, ügyvéd); partner/kedves; barát(ok)/barátnő(k); szülők. A páros összehasonlításokat 151 fiatal végezte el, aminek eredményeképpen az alternatívák választási valószínűsége a *3. táblázat*ban látható.

A cellákban szereplő valószínűségek azt fejezik ki, hogy empirikus adatok alapján milyen valószínűséggel ítélik a sorban feltüntetett alternatívát preferáltabbnak. A táblázatban 10 adat származik a páros összehasonlításokból, a fennmaradó 10 cella tartalma a $P(-x) = 1 - P(x)$ számításból ered.

3. táblázat. Tapasztalati valószínűségek

Alternatívák	Kortárs segítők	Szak-emberek	Partner, kedves	Barát(ok)/ Barátnő(k)	Szülők
Kortárs segítők	*	0,58	0,24	0,27	0,23
Szakemberek	0,42	*	0,20	0,18	0,14
Partner, kedves	0,76	0,80	*	0,55	0,40
Barát(ok)/Barátnő(k)	0,73	0,82	0,45	*	0,26
Szülők	0,77	0,86	0,60	0,74	*

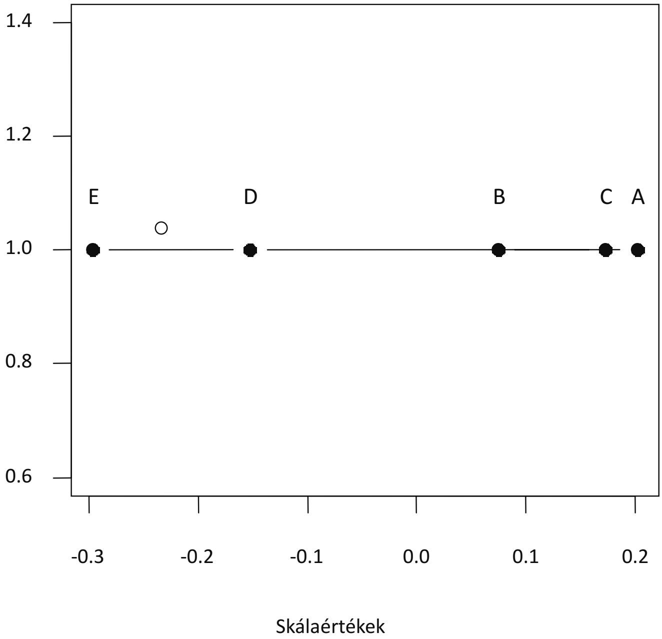
A Thurstone-modell alkalmazása

A fentebb bemutatott módon a skálaértékek a Thurstone-modell segítségével kiszámíthatók (ld. a *4. táblázat*ot), az ehhez tartozó stresszérték 0,061, ami kiváló illeszkedést jelez. A skálaértékeket megjeleníthetjük grafikus formában a 6. R parancs segítségével.

```
b<-c(0,0,0,0,0)
plot(b, skala, xlab=”“, ylab=”skálaérték”, main=”Thurstone modell”)
text(b, skala, rownames(skala), cex=1.2)
```

6. R-paracs

2.ábra.



A többdimenziós skálázás alkalmazása

A korábbiakhoz hasonló módon alkalmazzuk a TDS-t, a kapott eredmények a *4. táblázat*ban láthatóak. A végeredmény nem igazán függ a transzformációtól, hiszen a skálaértékek nagyjából egymásba alakíthatók (a bal oldali skálaértékek kb. 1,6-szeresei a jobb oldali skálaértékeknek), a sorrend nem változik. Ha a Thurstone-modell skálaértékeit összevethetjük a TDS skálaértékeivel *(4. táblázat),* azt tapasztaljuk, hogy az alternatívák pozícióinak sorrendje megegyezik, a távolságokban azonban arányosan van különbség.

4. táblázat. Skálaértékek

Alternatívák	**logit**	**z-transzform.**	**Thurstone**
Kortárs segítők	-0,54	-0,33	-0,37
Szakemberek	-1,02	-0,61	-0,61
Partner, kedves	0,47	0,29	0,28
Barát(ok)/Barátnő(k)	0,36	0,22	0,15
Szülők	0,73	0,43	0,54

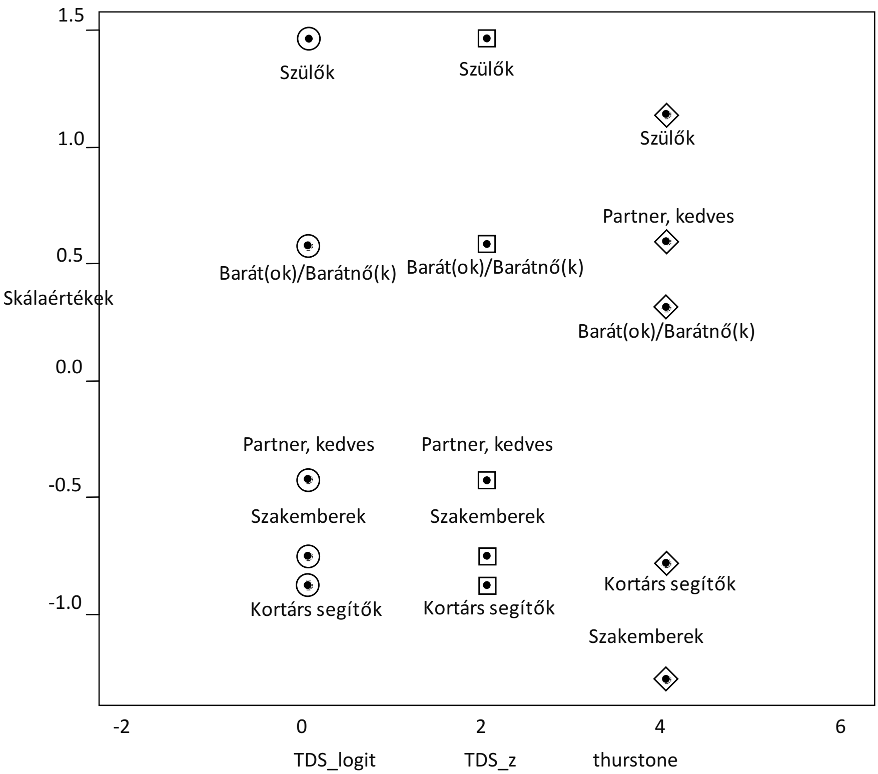
A kapott skálaértékeket megjeleníthetjük egyetlen ábrán *(3. ábra),* a 7. R-paranccsal. Az ábrán az egyes skálaértékeket sztenderdizálva jelenítettük meg, hogy a látható értékek összemérhetőek legyenek.

```
b<-c(0,0,0,0,0)
c<-c(2,2,2,2,2)
e<-c(4,4,4,4,4)
adatok<-cbind(cmd1,cmd2,skala)
matrix<-cbind(b,c,e)
matplot(matrix, scale(adatok),pch=19,xlim=c(-2,6),
ylab=”Skálaértékek”,xlab=expression(paste(“TDS_logit      “,”TDS_z      “,”thurstone”)))
text(matrix,scale(adatok),rownames(skala),cex=0.9)
```

7. R parancs

Mivel a többdimenziós skálázás eredményeként kapott skála pozitív és negatív végpontjai véletlenszerűen alakulnak, fontos a tapasztalati valószínűségeket megvizsgálni ahhoz, hogy a helyes sorrendet felállítsuk. Jelen esetben a *3. táblázat* alapján látjuk, hogy annak a valószínűsége, hogy a szülőhöz fordulnak inkább, minden összehasonlításban nagyobb, mint 0,5, így ez az alternatíva a leginkább preferált, nem pedig az a lehetőség, hogy szakemberekhez fordulnak.

3. ábra.



A logit és a z-transzformációt használva a TDS stresszértéke rendre 0,086 és 0,091, ami jó illeszkedést jelez. A Thurstone-féle módszer alapján kiszámított stressz-érték 0,061, ami szintén jó illeszkedést mutat, minimálisan jobbat, mint a TDS. Azaz, ebben az esetben a két eljárás gyakorlatilag egyformán jól alkalmazható.

Gyakorlati alkalmazás (2): a vásárlói döntés tényezői

A páros összehasonlítás módszerét jól alkalmazhatjuk a fogyasztói magatartás vizsgálata esetében is, például, ha arra vagyunk kíváncsiak, hogy a vásárlói döntésnél mely tényezők és mekkora jelentőséggel játszanak szerepet. Természetesen ebben az esetben is szükség van elővizsgálatra, az alternatívák felmérése és kiválasztása miatt. Jól használhatóak erre a célra is a leggyakrabban alkalmazott feltáró jellegű eljárások, mint például az interjú, a fókusz csoport, a kérdőív stb.

Ha például a mosószerekre vonatkozó vásárlói döntésről kívánunk általános következtetéseket levonni, fontos, hogy olyan termékjellemzőkkel dolgozzunk, melyek valóban fontosak a fogyasztók számára döntési helyzetben. Érdekes módon, annak megítélése például, hogy egy mosópor a vevő szerint mennyire jól viszi ki a foltokat, gyakran indirekt módon játszik szerepet a döntésben: az ismertebb márkákban jobban bíznak a vásárlók. Korábbi kutatások (pl. Lakner, 2002) eredményeit felhasználva, a középosztály számára az alábbi termékjellemzők tűnnek a leglényegesebbnek: márkanév, ár, csomagolás (ne legyen papír), halmazállapot (legyen folyékony), illat. Ezekből a tényezőkből 10 párt tudunk képezni.

Tegyük fel, hogy 200 válaszadóval kitöltetjük a páros összehasonlításokat tartalmazó kérdőívet, és az *5. táblázat*ban feltüntetett tapasztalati valószínűségeket kapjuk eredményül.

5. táblázat. Tapasztalati valószínűségek

Alternatívák	**Ár**	**Márkanév**	**Csomagolás**	**Halmazállapot**	**Illat**
Ár	*	0,31	0,96	0,99	0,99
Márkanév	0,76	*	0,93	0,95	0,94
Csomagolás	0,14	0,05	*	0,82	0,66
Halmazállapot	0,02	0,01	0,18	*	0,31
Illat	0,08	0,02	0,31	0,69	*

A Thurstone-modell alkalmazása

A Thurstone-féle modell segítségével kapott skálaértékek a *6. táblázat*ban vannak feltüntetve, ezek alapján a válaszadók számára a legfontosabb szempont az ár, és a legkevésbé fontos a mosószer halmazállapota. A modellhez tartozó stressz-érték: 0,131, azaz a modell illeszkedése elfogadható.

A többdimenziós skálázás alkalmazása

A többdimenziós skálázás egy dimenziós modelljének alkalmazásakor a *6. táblázat*ban található skálaértékeket kapjuk.

6. táblázat. Skálaértékek

Alternatívák	logit	z-transzform.	Thurstone
Ár	1,51	-0,83	1,18
Márkanév	-2,46	-1,26	1,10
Csomagolás	0,48	0,29	-0,30
Halmazállapot	2,12	1,10	-1,16
Illat	1,28	0,70	-0,69

Ha a TDS-t a logit transzformáció által nyert távolságokra alkalmazzuk, a modell illeszkedése kiváló, a stresszérték 0,047. Ha a TDS-t a z-transzformáció eredményeképpen kapott távolságokra alkalmazzuk, a modell jól illeszkedik, a stresszérték 0,056. Azaz, a vásárlói döntésekre vonatkozó adatbázis esetében a logit transzformáción keresztül nyert távolságokra alkalmazott TDS eredményeit érdemes felhasználnunk. Ennél az adatbázisnál tehát a többdimenziós skálázás vezetett jobban illeszkedő egydimenziós modellhez.

Az eredmények értelmezésénél figyelembe kell venni az eredeti valószínűségi értékeket *(5. táblázat):* negatív értékekkel a vevők számára fontos tényezők rendelkeznek. Valós adatok esetén azt a következtetést vonnánk le, hogy a mosószerek kiválasztásánál az elvárások sorrendje a következő: ismert márkanév, műanyag csomagolás, kellemes illat, és kedvező ár, valamint folyékony halmazállapot.

Gyakorlati alkalmazás (3): Közlekedési szabálysértések megítélésének vizsgálata

Napjaink közlekedés-pszichológiájában egyre inkább előtérbe kerül a közlekedési szabályok megsértésének – főként a szabályok tudatos megsértésének – vizsgálata. A szabálysértések egyik oka, hogy a gépjárművezetők úgy vélik, ha megszegnek szabályokat, annak nem lesz következménye.

Egy vizsgálatban a résztvevőknek szabálysértéseket kellett megítélniük páronként összehasonlítva, hogy melyiket büntetnék szigorúbban. Az elrendezésben a következő alternatívák szerepeltek: követési távolság be nem tartása (követés), piros lámpa jelzés figyelmen kívül hagyása (piros), vezetés alkoholfogyasztást követően (alkohol), előzés szembejövő forgalomnál (előzés), STOP jelzésnél a megállás elmulasztása (stop), megengedett sebesség túllépése (sebesség).

A tapasztalati valószínűségeket a *7. táblázat* tartalmazza. A táblázatból kiolvasható, hogy például annak a valószínűsége, hogy a helytelen követési távolságot szigorúbban büntetnék, mint az ittas vezetést, 0,21.

7. táblázat. Tapasztalati valószínűségek

Alternatívák	**Követés**	**Piros**	**Alkohol**	**Előzés**	**Stop**	**Sebesség**
Követés	*	0,18	0,21	0,38	0,39	0,41
Piros	0,82	*	0,39	0,58	0,59	0,61
Alkohol	0,79	0,61	*	0,69	0,69	0,72
Előzés	0,62	0,42	0,31	*	0,51	0,53
Stop	0,61	0,41	0,31	0,49	*	0,52
Sebesség	0,59	0,39	0,28	0,47	0,48	*

A Thurstone-modell alkalmazása

A Thurstone-modell segítségével kapott skálaértékek a *8. táblázat*ban találhatók. Legszigorúbban az alkoholfogyasztást követő vezetést, legkevésbé szigorúan pedig a helytelen követési távolságot büntetnék a megkérdezettek. A kapott stresszérték 0,048, vagyis a modell illeszkedése kiváló.

A többdimenziós skálázás alkalmazása

A problémának az egydimenziós reprezentációját többdimenziós skálázás segítségével is kiszámíthatjuk, az eredmények a *8. táblázat*ban láthatóak.

8. táblázat. Skálaértékek

Alternatívák	**logit**	**z-transzform.**	**Thurstone**
Követés	0,83	0,50	-0,42
Piros	-0,64	-0,38	0,22
Alkohol	-0,55	-0,34	0,44
Előzés	0,08	0,05	-0,05
Stop	0,10	0,06	-0,07
Sebesség	0,18	0,11	-0,13

A többdimenziós skálázással kapott modell csak elfogadhatóan illeszkedik az adatokra, vagyis rosszabbul, mint a Thurstone-modell, a stresszérték rendre 0,108 és 0,103.

Ebből következően a Thurstone-modell segítségével kapott eredmények elemzése vezet érvényes következetésekre.

Gyakorlati alkalmazás (4): képzési igényfelmérés

A páros összehasonlítás módszere jól használható a humán erőforrás menedzsment egyik kiemelkedő területén, a munkahelyi készség- és képességfejlesztésben is. A munkahelyi képzéseket rendszerint alapos képzési igényfelmérés előzi meg, mely eredményeként egy-egy érintett dolgozói csoport esetében számos fejlesztendő terület merülhet fel. Az igényfelmérés során – a szervezeti elvárások, és a munkatevékenységből adódó területek feltárása mellett – a képzésben érintett dolgozókat is érdemes megkérdezni arról, hogy szerintük mely területeken lenne fontos fejlődniük.

Egy vizsgálatban egy termelő cég tizenegy fős középvezetői csoportjának fejlesztéséhez kérdőíves módszerrel történt az egyéni igények feltárása. A felmerült fejlesztendő területek szakmai szempontok szerinti csoportosítása, összevonása és csökkentése után a csoportos, társas, tapasztalati tanulás segítségével fejleszthető területek kerültek a vizsgálat középpontjába. A következő készségek bizonyultak fontosnak: csapatépítés készsége; csapatmunka, együttműködés másokkal; emberismeret; empátia; kommunikáció; konfliktuskezelés; munkatársak motiválása; tudatos önismeret; visszajelzés adása a munkatársaknak. Ez a kilenc terület azonban még mindig túl szerteágazó ahhoz, hogy egy csoportos tréning egységes tartalmául szolgáljon, és az sem biztos, hogy ezek minden leendő résztvevő számára ugyanolyan fontossággal bírnak. Ezért a középvezetők a kilenc kiválasztott fejlesztendő területet páronként hasonlították össze (36 összehasonlítás), abból a szempontból, hogy melyik területen érzik gyengébbnek saját képességeiket.

9. táblázat. Tapasztalati valószínűségek

Területek	**Motiválás**	**Ember-ismeret**	**Ön-fegyelem**	**Empátia**	**Vissza-jelzés**	**Kommu-nikáció**	**Konflik-tuskezelés**	**Együtt-működés**	**Csapat-építés**
Motiválás	*	0,64	0,45	0,64	0,36	0,45	0,55	0,45	0,73
Emberismeret	0,36	*	0,64	0,55	0,45	0,73	0,45	0,45	0,45
Önfegyelem	0,55	0,36	*	0,73	0,45	0,64	0,36	0,55	0,64
Empátia	0,36	0,45	0,27	*	0,18	0,27	0,55	0,45	0,55
Visszajelzés	0,64	0,55	0,55	0,82	*	0,91	0,55	0,64	0,55
Kommunikáció	0,55	0,27	0,36	0,73	0,09	*	0,55	0,64	0,55
Konfliktuskezelés	0,45	0,55	0,64	0,45	0,45	0,45	*	0,55	0,55
Együttműködés	0,55	0,55	0,45	0,55	0,36	0,36	0,45	*	0,82
Csapatépítés	0,27	0,55	0,36	0,45	0,45	0,45	0,45	0,18	*

A kérdőív eredményei alapján kiszámítható annak a valószínűssége, hogy az érintett csoport tagjai egy adott területen gyengébb képességűnek ítélik meg magukat, mint egy másikon *(9. táblázat).* Annak a valószínűsége például, hogy a megkérdezett vezetők gyengébbnek ítélik magukat a másoknak adott visszajelzés területén, mint a kommunikáció területén, 0,91.

A Thurstone-modell alkalmazása

A korábban bemutatott módon kiszámíthatóak az egyes fejlesztendő területek skálaértékei (ld. a *10. táblázat*ot). Jelen esetben minél nagyobb az érték, annál inkább gyengébbnek gondolják magukat az adott területen a megkérdezett vezetők, azaz annál inkább szükséges a terület fejlesztése.

Ahhoz, hogy ez az eredmény a képzési program kiindulási pontját jelenthesse, ellenőriznünk kell az alkalmazott modell illeszkedését. A stresszmutató értéke 0,204, azaz a modell nem használható az adatainkra. Így a páros összehasonlítás eredményeképpen nyert adatokat nem érdemes felhasználnunk a további lépések tervezésekor.

A többdimenziós skálázás egydimenziós alkalmazása

Ugyanennek a gyakorlati problémának az egydimenziós reprezentációját többdimenziós skálázás segítségével is kiszámíthatjuk a *9. táblázat* tapasztalati valószínűségeit felhasználva. Ha az előzőekben tárgyalt módon járunk el, akkor eredményként a *10. táblázat*ban feltüntetett skálaértékeket kapjuk.

10. táblázat. Skálaértékek

Alternatívák	**logit**	**z-transzform.**	**Thurstone**
Motiválás	-0,06	-0,04	0,08
Emberismeret	0,19	0,12	0,03
Önfegyelem	0,10	0,07	0,08
Empátia	-0,31	-0,19	-0,28
Visszajelzés	1,19	0,70	0,39
Kommunikáció	-1,12	-0,64	-0,11
Konfliktuskezelés	-0,004	-0,01	0,03
Együttműködés	-0,01	-0,01	0,04
Csapatépítés	0,01	0,01	-0,25

Azonban a logit-, illetve a z-transzformáció utáni inputokkal kapott skálaértékek segítségével számolt stresszmutató rendre 0,329-es és 0,319-es értékét is figyelembe véve, láthatjuk, hogy a TDS egydimenziós modelljei sem illeszkednek az adatokra, azaz egyik eljárás eredményét sincs értelme a továbbiakban felhasználni. Ilyen esetben érdemes többdimenziós modellt illeszteni.

A többdimenziós skálázás többdimenziós alkalmazása

A többdimenziós skálázás természetesen lehetőséget biztosít az adatok több dimenzióban történő reprezentációjára is. Az R program segítségével ez a korábbiakhoz hasonló módon kivitelezhető, a 3. és 4. R parancs segítségével a k paraméter módosításával a kívánt dimenziószámra. A különböző dimenziószámú modellek illeszkedésének összehasonlítása azonban egyszerűbben történhet, ha a klasszikus többdimenziós skálázást a 8. R parancs segítségével végezzük. Ehhez a parancshoz kapcsolódóan a 9. R parancs számít egy stresszértéket, amely stresszérték a 2. egyenlet alapján kerül kiszámításra és az információveszteség mértékét nézi, azaz a kisebb szám jobb illeszkedést jelez. 0,05 alatti stresszérték esetén nagyon jó az illeszkedés (Münnich, Nagy és Abari, 2006).

```
mds<-isoMDS(dist1, k=2, maxit=0)
print(mds$points, digits=3)
```

8. R parancs

```
print(mds$stress,digits=3)
```

9. R parancs

$$stressz = \sqrt{\frac{\sum_{i,j}\left(d_{ij} - \widehat{d}_{ij}\right)^2}{\sum_{i,j}\widehat{d}_{ij}^2}} \qquad (2)$$

11. táblázat. Stresszértékek

Dimenziószám	**logit**	**z-transzform.**
1	55,3	54,8
2	33,8	32,6
3	23,9	22,1
4	21,8	20,1
5	21,8	20,1

A *11. táblázat* alapján a valószínűségi értékek t-transzformációja által kapott távolságadatok négy-dimenziós reprezentációja illeszkedik a legjobban, valamivel jobban, mint a háromdimenziós megoldás, ehhez képest az ötdimenziós modell már nem eredményez javulást. Azonban bármely modell messze áll attól, hogy kiváló illeszkedést eredményezzen. Ilyen esetekben érdemes lehet a TDS nem-metrikus modelljét illeszteni. A nem-metrikus TDS, ahogyan neve is mutatja, az inputokat, nem távolságokként, hanem távolság-szerű értékekként kezeli. Konkrétabban, a távolságok rangsorát próbálja a lehető legjobban modellezni. R-ben a nem-metrikus TDS a 8. R parancs segítségével kivitelezhető, az iterációs szám fixálása nélkül, azaz a „ , maxit=0” nélkül. Stresszértéket, továbbra is a 9. R parancs segítségével számíthatunk. A nem-metrikus TDS eredményei a *12. táblázat*ban találhatóak.

12. táblázat. Stresszértékek

Dimenziószám	logit	z-transzform.
1	40,0	44,6
2	16,4	16,3
3	7,1	6,8
4	0,1	0,4
5	0,1	0,4

Az iteráció-számot az automatikus 50-es értékről tovább emelve („ ‚maxit=100" a 8. R parancsba első sorába illesztve) az illeszkedés tovább javítható. Az iteráció-szám emelésével a z-transzformációval kapott távolságokat használva a nem-metrikus TDS négy-dimenziós modelljéhez tartozó stresszérték a 0,0846-os (0,1 kerekítve a *12. táblázat*ban) értékről 0,008-as értékre csökken, azaz kiváló illeszkedést eredményez. A modell által eredményezett skálaértékeket a *13. táblázat* tartalmazza.

13. táblázat. Skálaértékek

Alternatívák	1. dim	2.dim	3.dim.	4.dim
Motiválás	-1.03	0.19	-0.04	1.36
Emberismeret	0.33	-0.01	1.57	-0.62
Önfegyelem	0.34	-1.19	-1.08	-0.52
Empátia	0.33	-0.01	1.57	-0.62
Visszajelzés	1.85	-0.08	0.10	1.36
Kommunikáció	-1.73	0.42	-0.25	-1.44
Konfliktuskezelés	-1.03	0.19	-0.04	1.36
Együttműködés	0.34	-1.19	-1.08	-0.52
Csapatépítés	0.60	1.68	-0.76	-0.37

Az eredmények alapján a négy dimenziót sorban elnevezhetnénk visszajelzés, csapatépítés, mentalizáció (mások szándékainak érzelmeinek értése) és vezetés dimenzióknak. A kommunikáció nevű alternatíva kisé kilóg a sorból, mert azt várhatnánk, hogy a visszajelzés, vezetés dimenziókban nagy szerepe lesz, de az adatok alapján nincs. Lehet, hogy annak van ebben szerepe, hogy a válaszadók azt tartották szem előtt, hogy mely készségeik fejlesztendőek, így lehet például, hogy a kommunikáció alternatíva számukra a kommunikáció azon területeit jelenti, amelyek problémát jelentenek számukra. Az eredmények mélyebb megértéséhez szükség lenne arra, hogy a válaszadók definiálják a használt alternatívákat, azon a módon, ahogy a kitöltéskor értelmezték őket.

ÖSSZEGZÉS

Jelen cikkben bemutatott, az alkalmazott pszichológia területéről merített példák demonstrálták, hogy a páros összehasonlítás módszere jól alkalmazható lehetőség a Likert-féle skálázással szemben. Előnye, hogy választásra ösztönöz, ezáltal differenciált képet nyújt a nézetekről, alternatívák rendjéről, sorrendjéről. Hátránya, hogy kevés számú alternatíva esetén alkalmazható, így a vizsgálat előzetes felmérést, alternatíva szelekciót kíván meg.

A fenti példák ismeretében elmondható továbbá, hogy alternatívák egy skálán való elhelyezkedéséről képet kapunk mind a Thurstone-féle skálázás, mind a többdimenziós skálázás egydimenziós modellje segítségével, a cikkben ismertetett módon az adatok logit vagy a z-transzformációja után. A páros összehasonlítások modelljei jól alkalmazhatóak, a kapott eredmények könnyen értelmezhetőek. Azonban az adatok sajátosságaitól függően a modellek illeszkedése eltérő lehet, ezért érdemes minden esetben mindkét eljárást alkalmazni és a stresszértékeket összevetni. A képzési igényfelméréshez kapcsolódó példa elemzése pedig demonstrálta, hogy a páros összehasonlításokból kiindulva többdimenziós reprezentáció is képezhető a TDS segítségével.

Sok esetben fontos lehet, a jelen cikkben tárgyalt példákon túlmutat a többdimenziós páros összehasonlítások modellezése (ld. pl. Chernyshenko, Stark, Prewett, Gray, Stilson és Tuttle, 2009, Scher, 2010).

SUMMARY

THURSTONE'S METHOD OF PAIRED COMPARISONS APPLIED IN PSYCHOLOGY II.

The method of paired comparisons provides a valuable alternative to popular scaling methods. Psychological research data obtained by paired comparisons can be analyzed with Thurstone's one dimensional model, and also with multidimensional scaling choosing for one or more dimensional solution. Present study demonstrates through four practical examples that Thurstone's model and multidimensional scaling are comparable alternatives; and there is utility of following both approaches for the same data set, finishing with model fit comparison by the stress index.

Irodalom

Balázs K., Csízik T., Hőgye-Nagy Á., Münnich Á. (2009): A páros összehasonlítás Thurstone-féle módszerének alkalmazása a pszichológiában I. *Alkalmazott pszichológia, 11*. 127–146.

Borg, I., & Groenen, P. (1997): *Modern multidimensional scaling*. Theory and applications. Springer, New York.

Bradley, R.A., Terry, M.A., (1952): Rank analysis of incomplete block designs. *Biometrika, 39*. 324–345.

Chernyshenko, O. S., Stark, S., Prewett, M. S., Gray, A. A., Stilson, F. R., Tuttle, M. D. (2009): Normative scoring of multidimensional pairwise preference personality scales using IRT: empirical comparisons with other formats. *Human Performance, 2*. 105–127.

Cox, T. F., Cox, M. A. A. (1994): *Multidimensional scaling*. Chapman & Hall, London.

Everitt, B. S., Rabe-Hesketh, S. (1997): *The analysis of proximity data*. London: Arnold.

Green, P. E., Tull, D.S. (1978): *Research for Marketing Decisions*, Prentice Hall, New Jersey.

Kruskal, J. B., & Wish, M. (1978): *Multidimensional Scaling*, Sage University Paper series on Quantitative Application in the Social Sciences. Sage Publications, London, 07–11.

Lakner Z. (2002): Adalékok a kozmetikai termékek piaci viszonyainak megismeréséhez A kozmetikai és háztartás-vegyipari termékek vásárlását befolyásoló tényezők vizsgálatára. *Olaj, szappan, kozmetika, 3*. 116–122.

Likert, R. (1932): A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology, 140*. 55.

Mérő L. (1986): A többdimenziós skálázás alapelvei. *Pszichológia, 3*. 399–433.

Mérő L. (1992): *A pszichológiai skálázás matematikai alapjai*. Tankönyvkiadó, Budapest.

Münnich Á., Nagy Á., Abari K. (2006): *Többváltozós statisztika pszichológus hallgatók számára*. Debrecen: Bölcsész Konzorcium. (letölthető: http://psycho.unideb.hu/statisztika). *(Letöltés ideje: 2012.07.03.)*

R-Development Core Team (2005): *R: A language and environment for statistical computing. R-Foundation for Statistical Computing,* Vienna, Austria.
(letölthető: http://www.R-project.org) *(Letöltés ideje: 2012.07.03.)*

Scher, J. M. (2010): A generalized thurstonian paired comparison multicriteria heuristic model for peer evaluation of individual performance on IS team projects. *Information Systems Education Journal, 23.* 3–9.

Thurstone, L. L. (1927): A law of comparative judgement. *Psychological Review, 34*. 278 –286.

Thurstone, L. L. (1929): The Measurement of Psychological Value. In Smith, T. V., Wright, W. K. (eds): *Essays in Philosophy by Seventeen Doctors of Philosophy of the University of Chicago*. Open Court, Chicago.

Thurstone, L.L. (1959): *The Measurement of Values*. Chicago: The University of Chicago Press.

Thurstone, L.L., & Jones, L.V. (1957): The rational origin for measuring subjective values, *Journal of the American Statistical Association, 52*. 458–471.