

## SZEMINÁRIUMI MÓDSZEREINK ELEMZÉSE FAKTORANALÍZIS SEGÍTSÉGÉVEL

### 1. A faktoranalízis módszere

A pedagógia fejlődésének fontos mozzanata volt a *tudatos kísérletezés* térhódítása, amely a korábban szinte egyeduralgoló megfigyelést, tapasztalatgyűjtést felváltotta. A kísérletezést rövidesen a *kvantitatívításra* törekvés követte, amely a valószínűségszámítás, illetve a *matematikai statisztika* eljárásainak alkalmazásában realizálódott. Ez azt a felismerést tükrözte, hogy még a leg gondosabban szervezett pedagógiai kísérleteknél sem zárható ki számos, a kísérlet kimenetelét befolyásoló közvetlen vagy közvetett hatás, így a megfigyelt vagy mért adatok lényegében valószínűségi változóknak tekinthetők.

E változók empirikus eloszlásának paramétereivel, a hipotézis-vizsgálat módszerét alkalmazva, az elméleti eloszlás jellemzőire következtethetünk, statisztikai próbákat végezhetünk. Mindezek alapján *valószínűségi megalapozottságú* döntéseket hozhatunk például az alkalmazott módszer eredményességére vonatkozóan. Egymással összefüggő, vagy összefüggőnek feltételezett mennyiségek közötti kapcsolat jellemzésére korrelációs együttható – egyszerű, parciális, többszörös – számolható, esetleg függvényillesztések végezhetők. (9)

A pedagógiai (didaktikai) vizsgálatok matematikai elemzését azonban megnehezíti az a tény, hogy rendkívül összetett jelenségekre vonatkoznak (1), (8), hogy a szakmai, általános didaktikai, szakmódszertani, pszichikai tényezők együttes jelenléte komplex módszert igényel. Ez azonban sok esetben nem történik meg. (7)

További nehézséget jelent, hogy a sokváltozós jelenségek vizsgálatára alkalmasnak tűnő korreláció és regresszióanalízis feltételezi, hogy bár a vizsgálni kívánt (cél-) mennyiség és a többi hatótényező között legyen kapcsolat, de egymás hatását ne befolyásolják. Nyilvánvaló, hogy ez a követelmény a valóság jelentős leegyszerűsítését vonja maga után.

Igen világosan és áttekinthetően exponálja az ilyen esetben is eredményesen alkalmazható matematikai módszereket *Hunya Péterné*: Többváltozós statisztikai módszerek alkalmazási lehetőségei a pedagógiai jelenségek vizsgálatában c. cikkében. (5) A legárnyaltabb, legvalóságghűbb módszer, amely helyesen tükrözi vissza a sokszorosan összefüggő változók kapcsolatát, a *faktoranalízis*. Alkalmazásával a matematikai modellezés a pedagógiai kutatásokban létjogosultságot nyert. „A modellezés jelentősége éppen az, hogy nem csupán modellalkotást jelent, hanem magába foglalja a modell vizsgálatát is, s ezáltal – szemléletesebbé, áttekinthetőbbé téve a vizsgált struktúrát – új megvilágításba helyezi az objektumot” – olvashatjuk *Réthy Endréné*: Az oktatási folyamat faktoranalízise c. tanulmányában. (8)

A faktoranalízist korábban főként gazdasági, egészségügyi, tervezési problémák megoldására, majd a pszichológia és a szociálpszichológia területén alkalmazták (11), (4), (2), (3). Felhasználása a pedagógiai kutatásokban kb. egy évtizedre tehető, s „Úgy tűnik, a faktoranalízis alkalmazásával az oktatási folyamat alapvető struktúráinak, fő törvényszerűségeinek felkutatása válik lehetővé.” (8)

A faktoranalitikus vizsgálat gondolatmenete a következő: (3), (4), (5)

Egy jelenséggel kapcsolatban számba vesszük az összes, azt valóban jellemző mennyiséget. A kiválasztott célmennyiség, illetve a többi jellemző mind valószínűségi változó, konkrét értékeik mérési eredmények. A faktoranalitikus modell abból az alapfeltevésekből indul ki, hogy ezek az egy populációra vonatkozó változók bizonyos közös területeket is átfedve, kölcsönösen hatnak egymásra.

A közöttük levő egyszerű korreláció közös keletkezési feltételek eredménye. Ezek a lényegi hatótényezők, amelyek a megfigyelt változókat is befolyásolják a *faktorok*. Számuk általában kevesebb a változókénál, de mint generáló hatótényezők a vizsgált problémát szintén kimerítően és áttekinthetően jellemzik. Az eljárás során tehát lényegében információ-tömörítés történik, mely a valószínűségi változók számának redukcióját úgy igyekszik megoldani, hogy az információtartalom ne csökkenjen. (Természetesen a faktorok is valószínűségi változók, de már függetlenek, s így további statisztikai számolás alapját képezhetik.)

A módszer egyik fő célja tehát a feltételezett közös hatótényezők megkeresése, de az értékelést végző szakember arról is tájékozódhat, hogy milyen mértékben részesednek a faktorok a célmennyiség szórásnégyzetéből, elválaszthatja a több változót is befolyásoló közös faktorokat a csak egy változónál fellépő faktoroktól, s speciális transzformációval elkészítheti (a célmennyiséget befolyásoló hatásuk alapján) a megfigyelt változók rangsorát.

A pedagógiában a faktoranalízis a kísérlet kiértékelésének módszere, melyet a lehetséges változók differenciált számbavétele s értékeinek rögzítése előz meg, s az eredmények értelmezése, következtetések levonása követ. A tárgykörben megjelent közlemények változatos képet mutatnak abból a szempontból, hogy a fenti három mozzanat közül melyikre helyezik a hangsúlyt. Elégé általános, hogy inkább az első és harmadik bemutatása dominál, a kiértékelés módszerére pedig csak utalás történik. [Kivételek pl. (5), (8)]

Úgy gondoljuk azonban, hogy a kiértékelés módszerének részletesebb bemutatása is tanulságokkal szolgálhat. Hiszen egzaktága inspiratív hatást gyakorol az adatfelvétel, a figyelembe veendő változók kiválasztási módszerei tökéletesítésére, de arra is befolyással van, hogy a kimeneten megjelenő eredmények ne tegyék feleslegessé a tartalmi elemzéseket (5) és a kvalitatív értékelést. A továbbiakban, egy kísérlet kapcsán, a kiértékelés statisztikai módszerével foglalkozunk kicsit részletesebben.

## 2. A kísérlet bemutatása

Vizsgálatunk tárgyát a III. éves matematika-fizika szakos hallgatók (2 csoport, 28 fő) feléves optika szemináriumi munkájának elemzése képezte.

Választásunk legfontosabb indoka az volt, hogy a szemináriumok alapvető célja a hallgatók értelmi erőinek, s a szaktárgyuk eredményes tanításához szükséges képességeknek (például megfigyelő, leíró, előadó, lényegkiemelő, problémamegoldó, kísérletező képességeknek stb.) a fejlesztése. Mindezek egy főiskolai tantárgy oktatásán belül leginkább a szemináriumokon, a különböző önálló hallgatói tevékenységet feltételező

munkaformákkal fejleszthetők. Indokolt tehát keresni a fenti célt szolgáló eljárásokat és elemezni hatásmechanizmusukat. A félév során tartott szemináriumok az alkalmazott domináns módszer alapján lényegében az alábbi három csoportba sorolhatók:

- a) előadástkövető szemináriumok,
  - b) „klasszikus” szemináriumok,
  - c) problémamegoldó szemináriumok.
- a) A tananyaghoz kapcsolódó kísérletek egy részét (kb. 40 db geometriai optikai kísérletet) e szemináriumokon a hallgatók végezték el. Ezeknek mintegy a fele az általános iskolai, másik része a főiskolai tananyaghoz kapcsolódott. A kísérletek elvégzését az összeállítás, illetve a tapasztalatok rögzítése, közös megbeszélése követte. Ebbe építve történt az előadási anyag vonatkozó részeinek megbeszélése – értékelés nélkül. Használtuk ezeken a szemináriumokon azt az oktatási segédanyagot is, mely az alapvető geometriai optikai fogalmak, eljárások önálló hallgatói gyakorlását van hivatva biztosítani.
- b) A félév elején, megbeszélte munkaprogram alapján, egyes anyagrészek kötelező, illetve ajánlott irodalom felhasználásával, önálló hallgatói felkészülés után kerültek közös feldolgozásra (5 alkalom). A kialakuló beszélgetésben, vitában való részvétel szakmai tájékozottságot, az irodalom értelmes áttanulmányozását, a gondolatok érthető, logikusan érvelő kifejtését feltételezte.
- c) Alapvető törekvés volt a szemináriumokon az úgynevezett problémahelyzetek teremtése. A probléma felvetése vagy tanári demonstrációs kísérlet bemutatásával, vagy – csoportosan nehezebben szemlélhető kísérlet esetén – annak diaképi kivetítésével, esetleg a szituáció szóbeli leírásával történt. A feltett kérdések megválaszolása az elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazását igényelte.

A fenti típusú szemináriumok munkájában való eredményes szereplés (amely a félév végi értékelésben tükröződött) igen sok tényező függvénye volt. Nyilván nem volt mindegy, hogy ki-ki mennyi s milyen szintű előismerettel rendelkezett, képes volt-e önálló megfigyelésekre, lényeges jegyek kiemelésére, irodalom önálló feldolgozására stb.

Mindezek alapján vizsgálándó modellünket az alábbi változókból állítottuk össze:

Változók jele	Megnevezés
$x_1$	célmennyiség: az évközi szemináriumi munka félévi minősítése
$x_2$	az előző tanulmányokból származó optikai alapismeretek
$x_3$	az intelligencia-hányados
$x_4$	mechanikus emlékezet
$x_5$	értelmes emlékezés, a megfigyelés pontossága
$x_6$	az önálló megfigyelés képességének szintje (a megismerő beállítottság jelentkezésének mértéke)
$x_7$	oktatási segédanyag önálló felhasználása

(Szeretném előrebocsátani: nem biztos, hogy ezen első próbálkozás során az adott problémakör maximális „változórendszerét” sikerült megragadni, kapcsolatuk azonban a célmennyiséggel ( $x_1$ ) nyilvánvaló, s egymás közötti függetlenségük sem tételvezhető fel.)

A modell mennyiségi vizsgálatához e hét változó értékeit használtuk. Az adatfelvétel és a számszerűsítés változónként a következő volt:

$x_1$  változó:

A félévi szeminárium munkáinak minősítésének alapjául a félév során hat alkalommal végzett, egész csoportra kiterjedő ellenőrzés szolgált. Ennél nem az ismeretek egyszerű felidézése, hanem a megfelelő következtetések levonásán alapuló gyakorlati alkalmazás volt a fő szempont. Feladatmegoldás, problémaszituáció elemzése, önállóan feldolgozott anyag rész ellenőrzése egyaránt szerepelt közöttük. Ezen túl szempont volt a vitákban való részvétel, a problémamegoldást előrevívő hozzászólás stb. figyelembevétele is. A százalékokban kifejezett teljesítményeket az elfogadott gyakorlat szerint formáltuk érdemjegyekké.

$x_2, x_7$  változó:

A félév elején és végén azonos feladatlapot töltöttek ki a hallgatók, melynek kérdései az optikai alapismeretekre vonatkoztak, s jó összhangban voltak annak az oktatási segédletnek a gyakorlataival, melyet minden hallgató megkapott és használhatott a félév során. Így önkormányzatos formaként mód nyílt az ismeretkör-bővülés nyomkövetésére. A változó egyes értékei a feladatlapok összpontszámai.

$x_3$  változó:

Az adott korosztály számára készült IQ-teszt alapján kapott intelligenciahányados pontértéke.

$x_4$  változó:

A 5-5 s-ra, időtartamra kivetített vonalas ábra teljes reprodukálásához, hallgatónként különböző számú próbálkozásra volt szükség. A reprodukálás emlékezetből történt, s a változóhoz rendelt adat a próbálkozások száma.

$x_5$  változó:

Optikai kísérlet ernyőképének diafelvételtől történő kivetítése háromszori ismétléssel, a látottak felidézése és lejegyzése volt a követelmény – szakaszonkénti bontásban. Az alkalmazott két felvételen Newton-gyűrűs interferenciaképet mutattunk áteső és visszavert fényben. A számszerűsített adat: valamely szempont szerinti logikus rend megragadása a látottakban, a megfigyelt pontossága az idő függvényében, amelyek a bevételek „minőségéről” is tájékoztatást nyújtottak.

$x_6$  változó:

Bemutattunk egy optikai kísérletet a hallgatók által is használt eszközökkel. A feladat a kísérlet megfigyelése, lényeges vonásainak írásbeli rögzítése, az ernyőkép grafikus reprodukálása volt. A számszerűsített adat: a súlyozott lényeges jellemvonások, valamint a figyelem terjedelmére jellemző összes megfigyelt körülmény.

### 3. A statisztikai kiértékelés lépései

A faktoranalitikus elemzés komoly számítógépes háttérrel feltételez. A felhasznált matematikai apparátus elvonsága miatt csak a gondolatmenet közlésére szorítkozhatunk:

a) Változóként kiszámítottuk az átlagot és a szórást, s ezek segítségével a változókat standardizáltuk.

b) A standardizált valószínűségi változók felhasználásával elkészítettük a korrelációs matrixot. (L. 1. melléklet.) Ez minden változónak, minden változóra vonatkoztatott egyszerű korrelációs együtthatóit tartalmazta, tehát esetünkben egy  $7 \times 7$ -es szimmetrikus, főátlójában az önkorrelációkat tartalmazó matrixot jelentett.

c) Az alkalmazott főfaktormódszer alapfeltevése szerint e változók egy 7 dimenziós teret feszítenek ki, a hozzájuk tartozó egyszerű korrelációs együtthatók pedig ebben a térben elhelyezkedő ellipszoidon fekszenek. A meghatározandó faktorok ennek az ellipszoidnak tengelyei. Szükségszerű kapcsolatban állnak tehát az általunk megfigyelt valószínűségi változókkal úgy, hogy ezek a faktorok lineáris kombinációjaként állíthatók elő. Ezeket a lineáris kombinációban szereplő együtthatókat, melyek egyúttal az általunk megfigyelt változók részesedését jellemzik az illető faktorból, nevezik *faktor-súlyoknak*.

d) A faktorok keresése többciklusú, közelítő módszerrel végezhető, melynek eredményeképpen az úgynevezett faktormatrixhoz jutunk. Ennek oszlopai a faktorok, melyek tehát (L. c.) annyi dimenziós vektorok, ahány változónk volt. Számuk maximálisan 7, de megfelelő kiválasztási küszöbértéket alkalmazva (pl. az 1-nél kisebb sajátértékeket már nem tekintve), a vizsgált probléma természetétől függően redukálhatók.

Esetünkben a kapott négy faktor az alábbi:

1. táblázat

Faktorok Változók	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	h <sup>2</sup>
x <sub>1</sub>	0,7712	0,1323	0,1127	0,3009	0,7154
x <sub>2</sub>	0,7766	0,1138	0,3885	0,1259	
x <sub>3</sub>	0,6687	0,4773	-0,2461	-0,0283	
x <sub>4</sub>	-0,2080	0,1318	0,9174	-0,1677	
x <sub>5</sub>	0,0327	0,7446	-0,1343	0,5317	
x <sub>6</sub>	0,4913	-0,6191	-0,0775	0,5971	
x <sub>7</sub>	-0,4231	0,4783	-0,0219	0,6669	

*A levonható következtetések:*

Eredményeink értelmezésére, következtetések levonására

- a) a korrelációs matrix vizsgálatakor,
- b) a faktormatrix eredményei alapján,
- c) a faktormatrix speciális rotációja után nyílik lehetőség.

a) Mivel a korrelációs mátrix (l. 1. sz. melléklet) két kiválasztott változó kapcsolatát jellemzi ugyan, de az ezekkel kapcsolatban levő többi hatását nem tükrözi, ezért a belőle levonható következtetések csak „első közelítésben” értékesek. Esetünkben látható, hogy a változók elég alacsonyan korreláltak. Ha az  $r = 0,4$ -et olyan határnak tekintjük (pedagógiai vizsgálatoknál ez nem indokolatlan), mely fölött van értelme + kapcsolatról beszélni, akkor látható, hogy az évvégi minősítés ( $x_1$ ) pozitív korrelációt mutat az előismeretek mennyiségével és minőségével ( $x_2$ ) és az IQ-val ( $x_3$ ). Hasonló kapcsolat van az  $x_2$  és  $x_3$  változó között is. Mivel további említésre érdemes + kapcsolatot a faktormatrix

nem jelez, az fogalmazható meg, hogy a félévi minősítést törekvéseink ellenére elsősorban az előismeretek mennyisége és minősége, valamint az IQ által mért képességek szintje határozta meg.

Érdeemes észrevenni továbbá azt a jelzést, mely az  $x_3-x_5$  és az  $x_6-x_7$  változók kapcsolatára utal. Az előbbi szerint az IQ-teszt eredményes kitöltésben nem elhanyagolható szerepet kap az emlékezés, a megfigyelések pontossága, míg az utóbbiak közötti negatív korreláció a hallgatói segédanyag feladatainak „mechanikus” elvégezhetőségére utal.

b) Első feladatunk a faktorok értelmezése, mely sok esetben *nem is olyan könnyű* (4), (5). Elvégzésénél az alábbiak lehetnek irányadók:

Egy faktor hatását a célmennyiségre, a célmennyiség helyén álló faktorsúly értéke jellemzi. Ennek alapján faktoraink „rangsora”:  $F_1$ ;  $F_4$ ;  $F_2$ ;  $F_3$ . (L. 1. sz. táblázat adatait.)

Ha egy faktor magasan korrelált a célmennyiséggel és magas faktorsúlyokat is tartalmaz, akkor az ezek mögött rejlő változók hatása is erős a célmennyiségre. (Pl. az  $F_1$  faktor jelzi, hogy az  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_6$  és  $x_7$  változó kapcsolata is jelentős a célmennyiséggel.)

Abban az esetben pedig, ha a célmennyiségre vonatkozó faktorsúly alacsony, akkor az ugyanezen faktoron belüli magas faktorsúlyok a hozzájuk tartozó változóknak a célmennyiséggel való korrelálatlanságát fejezik ki.

A negatív faktorsúlyal kezdődő faktor nehezen értelmezhető, de az is korrelációt, csak negatív korrelációt jelöl.

Mindezek alapján a legerősebb kapcsolatot a célmennyiséggel az első faktor mutatja (0,7712). Mivel a 2-es, 3-as, 6-os és 7-es változók helyén is magas faktorsúlyt mutat, *általános faktornak* tekintendő. A második legerősebb hatást a negyedik faktor jelzi ( $F_4$ ), amely mivel magas faktorsúlyokat tartalmaz az 5-ös, 6-os és 7-es változó helyén, az *önálló munka képessége* faktorának nevezhető. Az  $F_2$  faktor a 3-as és 5-ös változó helyén mutatott magas pozitív faktorsúlyai miatt *intelligencia faktornak* tekinthető, végül az  $F_3$  zárja a „szorossági” sorrendet, melyben a 2-es és 4-es változók kapcsolata erős, s az *emlékezés faktorának* nevezhető.

Az általános faktor jelentkezése a főfaktor-módszer természetéből következik, s további elemzés alapját képezi. (L. c. pont.) A további sorrend alapján megállapítható, hogy a szemináriumi eredményekre jelentős hatást gyakorol a hallgatók ama tulajdonsága, hogy milyen szinten tudják az ismeretszerzés útját önállóan bejárni, mennyire pontosak, lényegretörőek megfigyeléseik, s mennyire fejlett az analízáló-szintetizáló tevékenységük ( $F_4$  faktor). A további két faktor ( $F_2$  és  $F_3$ ) meglehetősen laza kapcsolatot mutat a célmennyiséggel. Említésük a faktorszám lehetséges bővítése szempontjából érdekes, illetve annak illusztrálására, hogy míg az  $F_2$  láthatóan nem tiszta faktor, addig az  $F_3$  elég jó közelítéssel annak tekinthető, hisz a mechanikus emlékezetet jellemző  $x_4$  változóval igen erős a kapcsolata (innen eredhet elnevezése is).

c) A részletesebb minőségi elemzés és a vizsgált változók rangsorának meghatározása céljából előbb a varimax-módszer szerinti, majd az első faktorra vonatkoztatott speciális rotáció hajtható végre. E számolási műveleteket is elvégezve, az  $F_1$  faktor faktorsúlyai a következők:

2. táblázat

Változók	F <sub>i</sub>	Rangsor
x <sub>1</sub>	0,99997	
x <sub>2</sub>	0,53477	1
x <sub>3</sub>	0,39915	2
x <sub>4</sub>	0,09307	5
x <sub>5</sub>	0,00867	6
x <sub>6</sub>	0,20175	3
x <sub>7</sub>	0,12989	4

A táblázat harmadik oszlopában az egyes, általunk vizsgált változónak a célmennyiségre gyakorolt hatása alapján készített rangsora látható. A nyert sorrend megegyezik a félévi minősítés sorrendjével:

x<sub>2</sub>: az előző tanulmányaikból származó optikai alapismeretek,

x<sub>3</sub>: az intelligencia-hányados,

x<sub>6</sub>: az önálló megfigyelés képességének szintje,

x<sub>7</sub>: az oktatási segédanyag önálló felhasználása.

A korrelációs matrix vizsgálatából nyert képet tehát kiegészíthetjük azzal, hogy a félévi eredményekben valóban tükröződik az önálló hallgatói munkavégzés színvonala.

Eredményeink alapján azonban nem állíthatjuk, hogy a célmennyiséget a fenti változók egyértelműen meghatározzák, csak az „együttváltozást” írják le (5). Az oksági kapcsolatokat megerősítik szemináriumi módszereink. A minősítés során mindig az ismeretek alkalmazása, nem pedig a tanultak pusztá felidézése volt a szempont, a kérdések megválaszolása tényanyagot s az értelmi képességek bizonyos szintjét feltételezte. A 4. és 5. változó elhanyagolható hatása viszont részben meglepő, mert a hallgatók tudatos tanulásra való beállítottságának hiányára, esetleg mérésbeli hiányosságokra utal (pl. újszerű kérdésfelvetés, a korábban megszokottól eltérő ellenőrzési eljárás stb.). Az első feltevés a folyamatos évközi ellenőrzés szükségességére figyelmeztet (ami ilyen életkorban talán meglepő), míg az utóbbi mérőeszközök elemzésére, mérési módszereink tökéletesítésének szükségességére hívja fel a figyelmet.

A matematikai elemzés alkalmazott matematikai modellünk „jószágáról” is tájékozott, arról mintegy visszacsatolást biztosít. Ha ugyanis az eredeti faktormatrix (1. táblázat) első sorát tekintjük, s itt képezzük a célmennyiségre vonatkozó faktorsúlyok négyzetösszegeit (esetünkben 0,7154), akkor az ennek négyzeteként nyerhető determinációs együttható ( $0,7154^2 = 0,5117$ ) megmutatja, hogy a célmennyiség mennyiben tükröződik a változókon keresztül. A félévi minősítés szórása ilyen mértékben (51,17%-ban) magyarázható a megfigyelt változók szórásával, mely információ a modell további finomítására, újabb változók figyelembevételére inspirál.

Bár a fentiekben vázolt módszer munkaigényes, s egyéb alkalmazási nehézségekkel is együttjár (pl. a megfelelő változók szaktudományi megalapozottságú megválasztása, az egyes faktorok értelmezése), de rendkívül eredményes is, mivel egy összetett struktúra

sokszor rejtett összefüggéseinek feltárására nyújt módot, nem igényel túlságosan magas elemszámot, s lehetőséget ad az egy mintán belüli vizsgálatokra.

Hatékony alkalmazása feltételezi a különböző tudományterületeken dolgozók együttműködését. Ezt a közreműködést köszönöm meg *Tarnóczy Tibor* egyetemi tanársegédnek (DATE), aki a program számítógépes „lefuttatásával” segítette munkámat.

## IRODALOM

1. *Ágoston György*: Nevelélmélet. Tankönyvkiadó, Bp. 1973.
2. *Deák Ágnes–Kozéki Béla*: Az iskolai eredményességet meghatározó egyes motivációs és kreativitástényezők vizsgálata. Pedagógiai Szemle, 1981/2.
3. *Eysenck, S. B. G.-G. Kálmánchy Márta–Kozéki Béla*: Magyar és angol iskoláskorú gyermekek összehasonlító vizsgálata. Pszichológia, 1981/2.
4. *Forray R. Katalin–Hegedüs T. András*: A magyar általános iskolai hálózat néhány jellemzőjének faktoranalízise. Magyar Pedagógia, 1979/3.
5. *Hunya Péterné*: Többváltozós statisztikai módszerek alkalmazási lehetőségei a pedagógiai jelenségek vizsgálatában. Pedagógiai Szemle, 1982/1.
6. *Lénárd Ferenc*: Képességek fejlesztése a tanítási órán. Tankönyvkiadó. Bp. 1982.
7. *Papp Ottó*: Operációkutatási modellek. BME Továbbképző Intézete, Bp. 1978.
8. *Réthy Endréné*: Az oktatási folyamat faktoranalízise. Magyar Pedagógia, 1978/3–4.
9. *Varga Lajos*: Kvantitatív módszerek pedagógiai alkalmazásának néhány kérdése. Magyar Pedagógia 1981/2.
10. *Vincze István*: A statisztikai következtetés és korlátai. Magyar Tudomány 1981/11–12.
11. *Walter Jahn–Hans Vahle*: A faktoranalízis és alkalmazása. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Bp. 1974.

### I. melléklet Korrelációs mátrix

Változók	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
$x_1$	1,0000	0,5348	0,3992	0,0931	0,0087	0,2018	-0,1299
$x_2$	0,5348	1,0000	0,4145	0,0990	0,0018	0,2298	-0,1891
$x_3$	0,3992	0,4145	1,0000	-0,2036	0,2832	0,0643	-0,0693
$x_4$	-0,0931	0,0990	-0,2036	1,0000	0,0432	-0,1549	0,0594
$x_5$	0,0087	0,0018	0,2832	0,0432	1,0000	-0,2343	0,0877
$x_6$	0,2018	0,2298	0,0643	-0,1549	-0,2343	1,0000	-0,3394
$x_7$	-0,1299	-0,1891	-0,0693	0,0594	0,0877	-0,3394	1,0000