

Egy egyetemi kurzus tananyagfelépítésének elemzése formális foglomanalízissel

Dr. Szilágyi Győző Attila

Egyetemi adjunktus, Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar,
szilagy.gyozo@kgk.uni-obuda.hu

Absztrakt: Az egyetemi oktatás során a hallgatók az egyes tudományterületekhez tartozóan, új fogalmakkal találkoznak. Ezek a fogalmak egyrészt korábban tanult fogalmakhoz, másrészt az új fogalmak egymáshoz is kapcsolódnak és részévé válnak az egyén tudáshálójának. Mivel az egymásra épülő fogalmak hierarchikus rendszert alkotnak, a tanulási folyamat hatásosságát és hatékonyságát befolyásolja, hogy az új fogalmak milyen sorrendben, és milyen más fogalmakhoz kapcsolódóan jelennek meg egy kurzus tananyagában. A kutatás során formális foglomanalízis módszerével vizsgáltam meg egy kurzus tematikai felépítését, és Galois-gráffal modelleztem azt. A gráf elemzésével feltérképeztem a kurzus fogalmi hálózatát és a fogalmak hierarchikus struktúráját. A kapott eredmények feltárták, hogy a vizsgált kurzus tematikai felépítése a fogalmak egymásra épülése szempontjából jól strukturált, és megmutatta, hogy vannak olyan tananyagfejlesztési lehetőségek, amivel könnyebben elsajátíthatóvá tehető a hallgatók számára a kurzus.

Kulcsszavak: fogalmi hierarchia, formális foglomanalízis, tudásháló, Galois-gráfok,

1 Bevezetés

Ahhoz, hogy megértsük, mi a jelentősége a fogalmak hierarchikus rendezésének a hétköznapi munka területén, és hogy hogyan kapcsolódik ez az oktatáshoz, és azon belül a tananyag strukturáltságához, mindenképp előtte tekintsük át, hogy hogyan változott meg az idők során a munkavégzés jellege. Egy tevékenység lehet algoritmikus vagy heurisztikus. Az algoritmikus tevékenység során egy előre meghatározott algoritmust kell követni, aminek eredményeképpen egyetlen eredmény elérése a cél. A heurisztikus munkavégzés során azonban nem áll rendelkezésre algoritmus, a munkavégzőnek kell kitalálnia, hogy mi legyen az adott esetben a megoldás (Pink, 2010). Az algoritmikus munkavégzés során a munkavégzőnek csak maradéktalanul követni kell a folyamat rögzített lépéseit, és ha minden a folyamatszabályozás szerint történik, akkor a kimenet – legyen az termék vagy szolgáltatás – nagy valószínűséggel megfelel a követelményeknek. A korai minőségügyi szemlélet ezen az elven alapult, ennek hatására alakultak ki a

minőségügyi rendszerekben a folyamatszabályozások. A heurisztikus munkavégzés esetén nem áll rendelkezésre egy algoritmus a feladat megoldására, azt a munkavégzőnek kell kitalálnia. A heurisztikus munka során tehát elengedhetetlen, hogy az egyén önálló döntéseket tudjon hozni az adott tevékenységhez tartozó szakmai területen, a szakterülethez tartozó fogalmakat ne csak ismerje, hanem azokat szükség esetén új kapcsolati relációba tudja helyezni. Például egy jól működő minőségmenedzsment rendszereben a hibakeresési és a megelőzési folyamatok során elengedhetetlen, hogy a minőségügyi szakember tisztában legyenek az egyes minőségügyi fogalmak kapcsolati rendszerével. Az innovációs folyamatok esetében is szükséges, hogy a fejlesztésben résztvevők ismerjék az adott terület fogalmi hierarchiáját, sőt az innováció sikerét az is befolyásolhatja, hogy a fejlesztendő termékhez vagy szolgáltatáshoz kapcsolódó más szakterületek fogalmai milyen módon kapcsolódnak az adott szakterület fogalmaihoz.

A 20. században a munkák jelentős része algoritmikus volt, de például az Egyesült Államokban ma már az új munkalehetőségek csupán 30%-a algoritmikus, 70%-a pedig heurisztikus (Johnson, Manyika, & Yee, 2005). A munkavégzés során tehát egyre nagyobb hangsúlyt kap az önálló gondolkodás az automatikus munkavégzéssel szemben. Úgy is mondhatjuk, hogy várhatóan a 21. században a munkaerőpiacon az egyik legfontosabb kompetencia a gondolkodás lesz. A gondolkodás folyamatához elengedhetetlen a fogalomalkotás, és az egyén által ismert fogalmak strukturált rendezése. Az emberi fogalomalkotás nehezen vizsgálható, komplex folyamat, mert az egyes fogalmak nem elkülönülten, hanem más fogalmakkal kontextusban nyernek értelmet, továbbá az egyes fogalmak szubjektív belső reprezentációjához nem lehet közvetlenül hozzáférni. Ebből adódóan a fogalomalkotás folyamatát csak modellezéssel tudjuk vizsgálni (Fatalin, 2008).

2 Szakirodalmi áttekintés

A fogalomalkotás és a gondolkodás folyamatának matematikai modellezését a pedagógia és pszichológia területén már korábban is vizsgálták. Inhelder és Piaget Boole-algebrai módszerekkel írták le a folyamatot (Inhelder & Piaget, 1984). A formális foglomanalízis módszerének elméleti alapjait és gyakorlati alkalmazhatóságát Wille dolgozta ki (Wille, 1996). A 2000-es években Takács a Galois-gráfok pedagógiai alkalmazhatóságát vizsgálta, és kutatásai során Galois-gráfokkal modellezte a fogalmi struktúrákat. A formális foglomanalízis alkalmazásával kidolgozta a tanulók egyéni és csoportos tudásmérési módszerét, mellyel hatékonyabbá lehet tenni a tananyagfejlesztést. Takács a Galois-gráfok alkalmazhatóságát nem csak a pedagógia területén vizsgálta, kutatásaiban a Mérei-

féle szociometriai vizsgálatokra (Méri, 1996) is kiterjesztette a módszert. Ezzel lehetőséget teremtett az emberi kapcsolatok újszerű vizsgálatára, mely nem csupán az egyedi entitások, hanem a csoport azonos tulajdonságai alapján rendeződött részcsoportok közti kapcsolati viszonyokat is képes feltárni és elemezni. A fogalmi hierarchiák tananyagfejlesztési lehetőségeit Gyarakai vizsgálta (Gyarakai, 1983), a tudásszerkezet és tudásszerveződés területén pedig Tóth eredményei irányadóak (Tóth, 2005). Érdekes, hogy bár a formális fogalomanalízis matematikai módszert alkalmaz, a matematika oktatásának területén kevés kutatás született. Ezen a területen Fatalin PhD értekezése mérvadó, melyben a matematika oktatás didaktikai módszereinek formális fogalomanalízissel és gráfokkal történő vizsgálatát és fejlesztési lehetőségeit tárgyalja (Fatalin, 2008).

3 Módszer és adatok

A kutatás célja az volt, hogy egy matematikai modell segítségével, egy konkrét egyetemi kurzus tematikájában feltérképezzem a különböző fogalmak hierarchikus kapcsolódási hálózatát. A formális fogalomanalízis egy adott területhez tartozó fogalmak hierarchikus struktúrájának matematikai modellezése zárt részhalmazpárok és Galois-gráf segítségével. Az elkészült Galois-gráf a vizsgált szakterület fogalmainak egy részbenrendezése, ami feltárja az adott terület hierarchikus fogalmi struktúráját.

3.1 A zárt részhalmazpárok meghatározása

A módszer alkalmazása során egy adott szakmai területhez tartozó fogalmakat két csoportra bontunk, objektumokra és tulajdonságokra. Ezután az egyes objektumokhoz hozzá kell rendelni a rá jellemző tulajdonságokat, majd a kapott relációkból, az objektumok egy részhalmazai és a tulajdonságok részhalmazai között és az objektumok és a tulajdonságok között kölcsönösen egy-egyértelmű megfeleltetéssel zárt részhalmazokat hozunk létre. A zárt részhalmazokra az jellemző, hogy sem az objektumok, sem a tulajdonságok száma nem bővíthető a részhalmazban a nélkül, hogy a közös tulajdonságok száma ne csökkenne. Hasonlóan, a közös tulajdonságok száma nem bővíthető a nélkül, hogy az azokkal rendelkező objektumok száma ne csökkenne. A zárt részhalmazpárok megértése érdekében tekintsük át a Wille cikkében szereplő példát, amit egy biológia órához tartozó „Élőlények és víz” című oktatófilmben szereplő élőlények és azok vízhez való kapcsolata alapján vázolt fel. A filmben szereplő élőlények az alábbiak: *pióca, keszeg, béka, kutya, hínár, nád, bab, kukorica*. A filmben érintett tulajdonságok pedig: *víz kell az életéhez, vízben él, szárazföldön él, klorofilt termel, kétszikű, egyszikű, helyváltoztatásra képes, végtagjai vannak, szoptat*. Az

Vállalkozásfejlesztés a XXI. században 2023/2. kötet
A jelen kor gazdasági kihívásainak és társadalmi változásainak
interdiszciplináris megközelítései

egy-egy élőlényekhez tartozó tulajdonságokat egy relációtáblában foglalható össze (1. táblázat).

		A	B	C	D	E	F	G	H	I
		életéhez víz kell	vízben él	szárazföldön él	klorofilt termel	kétszikű	egyszikű	helyváltoztatásra képes	végtagja van	szoptat
1	PIÓCA	X	X					X		
2	KESZEG	X	X					X	X	
3	BÉKA	X	X	X				X	X	
4	KUTYA	X		X				X	X	X
5	HÍNÁR	X	X		X		X			
6	NÁD	X	X	X	X		X			
7	BAB	X		X	X	X				
8	KUKORICA	X		X	X		X			

1. táblázat: Az „Élőlények és víz” című oktatófilmben szereplő élőlény-tulajdonság kapcsolatok

Forrás: Saját táblázat Wille alapján

A kapott relációtábla egy bináris tábla, ami jelen esetben azt jelenti, hogy a relációtáblában egy objektumhoz vagy hozzátartozik egy tulajdonság, vagy nem. Figyeljük meg, hogy például a *nád*, *bab*, *kukorica* élőlények mindegyikéhez hozzá van rendelve a tulajdonságok közül az *életéhez víz kell*, *szárazföldön él*, *klorofilt termel*. A két részhalmaz egy zárt részhalmaz-párt alkot, mert ha az objektumok (élőlények) részhalmazát bővítjük, akkor a tulajdonságok részhalmaza csökken, ha pedig a tulajdonságok részhalmazát bővítjük, akkor az objektumok száma csökken. A relációtáblában több ilyen részhalmaz-párt is találunk, ezeket a 2. táblázat mutatja.

tulajdonságok	objektumok
A	1,2,3,4,5,6,7,8
A,B	1,2,3,5,6
A,C	3,4,6,7,8
A,D	5,6,7,8
A,G	1,2,3,4
A,B,C	3,6
A,C,D	6,7,8
A,B,G	1,2,3
A,D,F	5,6,8
A,G,H	2,3,4
A,B,D,F	5,6
A,C,D,E	7
A,C,D,F	6,8
A.B.G.H	2,3
A,C,G,H	3,4
A,B,C,D,F	6
A,B,C,G,H	3
A,C,G,H,I	4

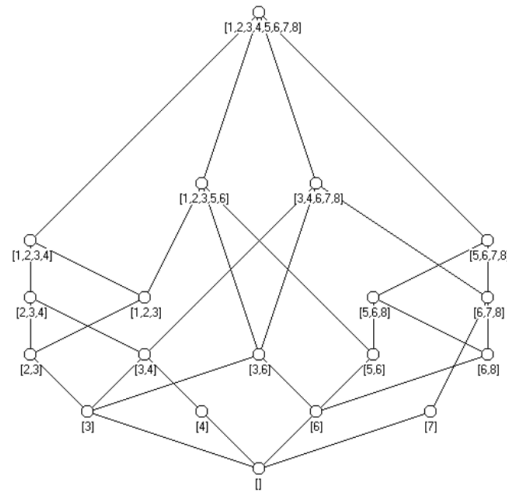
2. táblázat: A zárt részhalmaz-párok

Forrás: Saját táblázat Wille alapján

A zárt részhalmaz-párok azonosításához a lehetséges összes részhalmaz pár nagy száma miatt számítógép alkalmazása a célszerű. Kutatásomban a Galícia szoftvert használtam a zárt részhalmaz-párok azonosításához és a Galois-gráf elkészítéséhez.

3.2 A Galois-gráf elkészítése

A zárt részhalmaz-párok kapcsolódási rendszerét Galois-gráfon tudjuk ábrázolni. A Galois-gráf egy részbenrendezést hoz létre a zárt részhalmaz párok halmazán. A részbenrendezés esetén nem követelmény, hogy a halmaz bármely két eleme hierarchikusan megkülönböztethető legyen. Ezért a Galois-gráf egyes elemei (a részhalmaz-párok) azonos hierarchikus szinten lehetnek. A gráf elkészítése során első lépésben rögzíteni kell, hogy objektumok vagy tulajdonságok szerint rajzoljuk fel a gráfot. Bár a két rendezés szerint készített gráf izomorf, a hierarchia szintek máshol húzódnak a két rendezésben. A Galois-gráf egyes csomópontjai a zárt részhalmaz-párok lesznek, amiket az egyes hierarchia szinteken jelenítünk meg. A legfelső szinten az egyelemű tulajdonság részhalmazokat vesszük fel, a második szinten a kételeműeket, és így tovább. A legalsó szint alá felveszünk még egy csomópontot, ami nulla objektumot tartalmaz, a legfelső szint felett pedig egy olyat, ami minden objektumot tartalmaz. Az egyes csomópontokat az alábbi szabály szerint kötjük össze: egy csomópontot akkor kötünk össze az alatta lévő hierarchia szinten levő csomóponttal, ha az a felette lévő csomópontnak legnagyobb részhalmaza. A tulajdonság alapú Galois-gráf elkészítésének azonosak a szabályai, csak ez esetben a gráf csomópontjai a tulajdonságok lesznek.



1. ábra: Az élőlények és tulajdonságaik Galois-gráfja, objektum szerinti rendezésben
Forrás: (Takács, 2000)

Az 1. ábrán a Wille cikkében szereplő élőlények és tulajdonságaik hierarchikus rendezését látjuk Galois-gráf formában (Takács,2000).

4 Elemzés és eredmények

A kutatásban az Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, statisztika I. kurzusát elmezttem formális fogalomanalízis módszerével. A kurzuus tematikája a tankönyv fejezetit követi (Nagy, 2017). A tématerület objektumainak a kurzus során érintett statisztikai elemzéseket rendeltem hozzá, a tulajdonságokhoz pedig az adott statisztikai elemzés elvégzéséhez szükséges matematikai módszereket. A tulajdonság halmazt az oktatói tapasztalatok alapján olyan elemekkel is kiegészítettem, amik valójában középiskolás matematikai tananyaghoz tartoznak. Ilyen az *abszolútérték*, a *műveleti sorrend*, a *relációk*, és a *% számítás*. Ezeket azért vettem fel a tulajdonság halmazba, mert az oktatók tapasztalata az, hogy ezek a fogalmak nagyon gyakran hiányosak a hallgatók tudásában, ugyanakkor a kurzushoz tartozó statisztikai módszerek elsajátításához nélkülözhetetlenek. Ezért a kurzus keretein belül ezeket újra fel kell eleveníteni a hallgatókkal. Az így kialakított objektum és tulajdonság relációtábla a 3. táblázatban látható.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	abszolútérték	egész- és törtérték	max; min	szumma	összszorzat	műveleti sorrend	relációk	kumulálás	% számítás	bázis és láncviszony	gyakoriság
1	MÉRÉS	X									
2	VISZONYSZÁMOK			X	X	X				X	
3	OSZTÁLYKÖZÖK					X					
4	SZÁMÍTOTT KÖZÉPÉRTÉKEK			X	X	X					X
5	GYAKORISÁGI SOROK					X		X	X		X
6	HELYZETI KÖZÉPÉRTÉKEK					X	X	X			X
7	KVANTILISEK		X			X	X	X			X
8	SZÓRÓDÁSI MUTATÓK	X		X	X	X					X
9	ALAKMUTATÓK					X					X
10	KONCENTRÁCIÓ			X	X	X		X			X
11	ASSZOCIÁCIÓ			X	X	X	X		X		X
12	VEGYES K./KORRELÁCIÓ			X	X	X					X
13	STANDARDIZÁLÁS			X	X	X					X
15	INDEXSZÁMÍTÁS			X	X	X					X
16	IDŐSORELEMZÉS			X	X	X			X	X	

3. táblázat: A Statisztika I. kurzus relációtáblája

Forrás: Saját táblázat

A táblázatban szerepelnek a Galois-gráf csomópontjainak sorszámai is a könnyebb azonosíthatóság érdekében. Jól látható, hogy a műveleti sorrend szinte minden objektumhoz hozzátartozó tulajdonság. Ez ugyan középiskolai tananyag, de ennek hiányában a hallgató szinte biztosan gyengén fog teljesíteni a számolást igénylő feladatok során. Az oktatói tapasztalat pedig az, hogy a *műveleti sorrend* elhibázása gyakori. A másik tulajdonság, ami sok objektumhoz tartozik, a *gyakoriság* fogalma, aminek helyes értelmezése szintén kulcsfontosságú a feladatok megoldása szempontjából.

Vállalkozásfejlesztés a XXI. században 2023/2. kötet
A jelen kor gazdasági kihívásainak és társadalmi változásainak
interdiszciplináris megközelítései

csomópont	tulajdonságok	objektumok
0	-	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16
1	F	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16
2	A	1,8
3	F,K	9,11,5,6,10,7,13,4,8,12
4	F,I	11,5,16
5	D,F	11,16,15,10,13,4,8,12,2,
6	A,K,C,F,D	8
7	I,K,F	11,5
8	K,F,G	11,6,7,4
9	K,F,D	11,10,13,4,8,12
10	K,H,F	5,6,10,7
11	I,F,D	11,16
12	J,F,D	16,15,2
13	F,D,E	4,2
14	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K	-
15	I,K,C,F,G,D	11
16	I,K,H,F	5
17	K,F,G,D	11,4
18	K,H,F,G	6,7
19	K,C,F,D	11,8
20	K,H,F,D	10
21	I,J,F,D	16
22	J,F,D,E	2
23	K,F,G,D,E	4
24	B,K,H,F,G	7

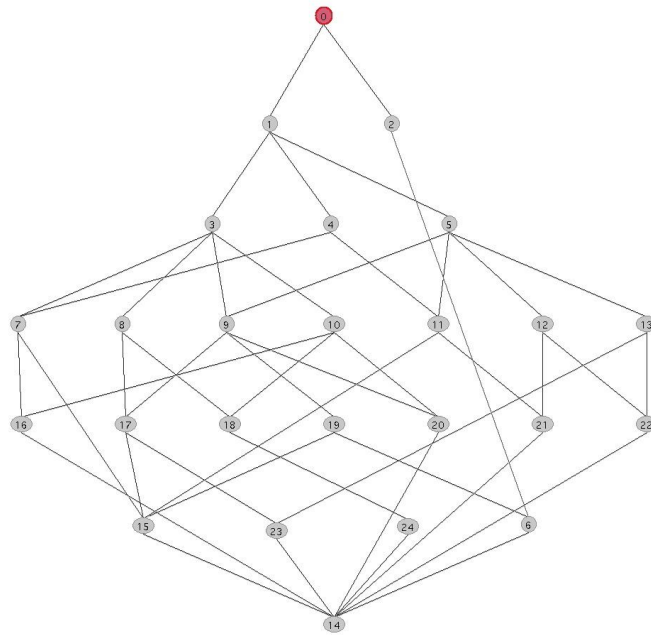
4. táblázat: A Statisztika I. kurzus zárt részhalmaz-párjai

Forrás: Saját táblázat

Látható, hogy bár a relációtáblázat 16 objektumból és 11 tulajdonságból áll, a két kiegészítő csomóponttal együtt a zárt részhalmaz-párok száma csak 24. Általában is igaz, hogy az objektumok és a tulajdonságok számának növekedése nem lineárisan növeli a zárt részhalmaz-párok számát, ami elősegíti bonyolultabb területek fogalmi rendezését is.

A kurzus Galois-gráfját a Galícia szoftverrel készítettem el (2. ábra). A gráf egyes csomópontjai azt mutatják, hogy melyik statisztikai módszerekhez, melyik matematikai fogalom ismerete és készség szintű tudása szükséges. A 13-as csomópont például azt jelenti, hogy a számított középértékek és a viszonyszámok esetében a *szumma*, az *összszorzat* és a *műveleti sorrend* fogalmak ismerete szükséges. A gráf a zárt részhalmaz-párokat 7 szintű hierarchiába sorolja. Egy adott szinten lévő statisztikai módszerhez szükséges a felette lévő szinten található módszerek (tulajdonságok) közül legalább egy, de akár több is. Azt, hogy melyik szükséges, azt a csomópontok közötti élek mutatják meg. A korábbi példával élve, a 13-as csomópont tulajdonságai a *műveleti sorrend*, a *szumma*, és az *összszorzat*. A 13-as csomópont a 4. hierarchia szinten jobb oldalon található a gráfban, és a 3. szinten lévő 5-ös csomóponttal áll kapcsolatban. Az 5-ös csomópontoz tartozó tulajdonságok a *műveleti sorrend* és a *szumma*. Ez azt jelenti, hogy a 13-as

csomópontokhoz tartozó objektumok oktatását meg kell előznie az 5-ös csomópontokhoz tartozó tulajdonságok oktatása.



2. ábra: A Statisztika I. kurzus Galois-gráfja

Forrás: Saját ábra

A Galois-gráfból minden csomópont esetén kiolvashatók ezek a kapcsolatok, így a gráf segítségével ellenőrizhető, hogy a kurzus tematikai felépítése összhangban van-e a kurzus során használt fogalmakkal, és azok hierarchikus sorrendje megfelelő-e. A kutatás során összehasonlítottam a Statisztika I. jegyzet tartalomjegyzékét, annak sorrendiségét és a kurzus tematikáját a kutatás eredményeképpen kapott fogalmi hierarchiával. Ezek teljes egyezést mutattak. Ezen kívül még egy másik, ismert és gyakran alkalmazott statisztika könyv (Korpás, 1996) tartalomjegyzékével és annak sorrendiségével. Ez esetben is teljes volt az egyezés. Ezek alapján kijelenthető, hogy a formális foglomanalízis igazolta, hogy az Óbudai Egyetem, Statisztika I. kurzusának, és az ahhoz tartozó jegyzetnek a tematikai felépítése, és fogalmi strukturáltsága didaktikai szempontból teljesen megfelelő, valamint a kurzus tematikájában ajánlott irodalomként szereplő Korpás-féle statisztika könyv és a hozzá tartozó feladatgyűjtemény is tökéletesen illeszkedik fogalmi struktúrájában a kurzushoz.

Összefoglalás

A kutatás megmutatta, hogy a formális fogalomanalízis és a Galois-gráfokkal történő modellezés alkalmas módszer az egyetemi kurzusok tematikai felépítésének vizsgálatára. Ezen felül az ajánlott irodalmak fogalmi hierarchiája is megvizsgálható és a kurzus fogalmi rendszerével való kompatibilitása megítélhető. A formális fogalomanalízis módszere területfüggetlen, hiszen bármely területen meghatározhatók az objektumok és a tulajdonságok, és ezek alapján elkészíthető a relációtábla és a Galois-gráf. Ezek ismeretében célzottan és nagy biztonsággal végezhető el egy tananyagfejlesztés. A módszer a hallgatók tudásának mérésére is alkalmazható, mert egy tesztben az egyes feladatok hozzárendelhetők a kurzushoz tartozó Galois-gráf csomópontjaihoz, és így azonosítható, hogy a hallgatók mely fogalmakat sajátították el, és melyek esetén van szükségük további segítségre, esetleg hol van szükség tananyagfejlesztésre vagy oktatásmódszertani változtatásra.

Hivatkozások

- [1] Fatalin, L. (2008). Hierarchikus fogalmi struktúrák vizsgálata gráfokkal. Debrecen: Debreceni Egyetem.
- [2] Gyaraki, F. (1983). A tananyagfejlesztés, -kiválasztás,-elrendezés, -építés, a tantárgyi program és a tantervkészítés elvi kérdései, különös tekintettel az egzakt módszerekre. Budapest: Agroinform.
- [3] Inhelder, B., & Piaget, J. (1984). A gyermek logikájától az ifjú logikájáig. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- [4] Johnson, B., Manyika, J., & Yee, L. (2005). The Next Revolution in Interaction. McKinsey Quarterly 4.
- [5] Korpás, A. (1996). Általános statisztika I. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- [6] Mérei, F. (1996). Közösségek rejtett hálózata. Budapest: Osiris Kiadó.
- [7] Nagy, V. (2017). Statisztika I. Budapest: Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar.
- [8] Pink, D. (2010). Motiváció 3.0. Budapest: HVG.
- [9] Tóth, Z. (2005). A tudásszerkezet és a tudás szerveződésének vizsgálata a tudástér-elmélet alapján. Magyar Pedagógia 105(1), pp. 59-82.
- [10] Takács, V. (2000). A Galois-gráfok pedagógiai alkalmazása. Pécs: Molnár Nyomda és Kiadó Kft.
- [11] Wille, R. (1996). Introduction to Formal Concept Analysis. Fachbereich Mathematik. Darmstadt: Technische Universität Darmstadt.