

PED-QCA innováció a hazai neveléstudományi vizsgálatok számára

Sántha Kálmán* és Nádler Balázs**

A tanulmány egy hazai szoftver-innovációt (PED-QCA) kínál a Qualitative Comparative Analysis (QCA) módszertanához. Kiemeli, hogy a QCA által nyújtott vizsgálati struktúra lehetőséget ad a szelekciómentes optimalizálásra, ami a neveléstudományi empirikus vizsgálatok számára új lehetőségeket nyithat a pedagógiai valóság értelmezésében. Ezt a folyamatot segítheti a PED-QCA, amely a crisp-set QCA (csQCA) működési elvei alapján utat nyithat az adekvátabb fuzzy-set QCA (fsQCA) módszertan neveléstudományi interpretációja felé.

Kulcsszavak: PED-QCA, Qualitative Comparative Analysis, szoftver-fejlesztés

Bevezetés

A tanári tevékenység professzionalizálódási folyamatának vizsgálatában kiemelt figyelem illeti a kutatótanárrá válás lépéseit. Ennek megalapozása már a tanárképzésben elkezdődik, hiszen a tanár szakos hallgatók kötelező kutatás-módszertani kurzuson vesznek részt, ahol információkat szereznek a pedagógiai kutatások tervezhetőségéről és kivitelezhetőségéről. A szakma képviselői között egyetértés van abban, hogy az ilyen jellegű ismeretekre szükség van a tanárképzésben és továbbképzésben, hiszen mindez segítheti a pedagógiai munka hatékonyságának növelését.

A tanulmány célja a Pannon Egyetem tanárképzésében folytatott kutatás-módszertani kurzus támogatásával létrejött szoftver illusztrálása. A PED-QCA nevet viselő program a hazai neveléstudományban eddig kevésbé használt Qualitative Comparative Analysis crisp-set verziójának (csQCA) algoritmusaira épül, alapvető feladatait ellátja, további tesztelés és fejlesztés alatt áll, hiszen távolabbi célként a QCA-típológiák teljes vertikumának lefedése szerepel.

A Qualitative Comparative Analysis (QCA) módszertanáról röviden

A QCA ma már számos tudományterületen alkalmazott, többek között felkeltette az informatikában, a közgazdaságtudományban, az orvostudományban, a politikatudományban, a szociológiában, valamint a jog és a nemzetközi kapcsolatok terén is a kutatók figyelmét (Schneider & Wagemann, 2007; Wendler, Bukvova & Leupold, 2013). A nemzetközi neveléstudományi diskurzus is felfigyelt a QCA által nyújtott lehetőségekre, kiemelve a fuzzy set QCA (fsQCA) módszertanának neveléstudományi vizsgálatokban betölthető szerepét. A fuzzy rendszerek oktatás területén történő alkalmazását mutatja Feng (1990) felsőoktatás minőségével kapcsolatos, valamint Biswas (1995) hallgatói értékelésekre irányuló tanulmánya is. Az elmúlt néhány évben a QCA a hazai neveléstudományban is feltűnt. Fogalmi apparátusát, algoritmusainak teoretikus és gyakorlati hátterét már ismerjük (Sántha, 2014), továbbá két empirikus munkában is olvashattunk a crisp-set QCA (csQCA) neveléstudományi kutatásokban történő felhasználhatóságáról, hiszen Sántha (2015) a pedagógiai terek elemzésénél, míg Galántai (2016) szakkollégiumok tevékenységének elemzésénél használta a módszert. Mivel a QCA fogalmi háttere és a működését prezentáló algoritmusok már ismertek a hazai neveléstudomány számára

* Pannon Egyetem Neveléstudományi Intézet, egyetemi docens. santhak@almos.uni-pannon.hu

** Veszprémi Szakképzési Centrum Ipari Szakgimnáziuma, magyar nyelv és irodalom szakos tanár. balazsnad@gmail.com

is, ezért ebben a tanulmányban nem térünk ki a módszer részletes ismertetésére, csupán azon általános elemeket prezentáljuk, amelyek szükségesek az újonnan kifejlesztett szoftver működésének megértéséhez.

A Qualitative Comparative Analysis az amerikai szociológus Charles Ragin nevéhez köthető, aki matematikai algoritmust hozott létre az alacsony mintaszámú esetek elemzésére. 1987-ben publikált nagy sikerű művében az összehasonlító elemzés módszertanának alapelveit fogalmazta meg (Ragin, 1987). Ragin a mérnöki tudományokban is alkalmazott módszertani eljárásokat (pl. Quine-McCluskey algoritmus) úgy adaptálta a társadalomtudományokba, hogy közben figyelt a humán valóság összetettségére, annak több változó általi meghatározottságára. A neveléstudományban hangsúlyozottan igaz az, hogy a hétköznapi pedagógiai világot meghatározó jelenségek, események gyakran egyszeriek és megismételhetetlenek, rendkívül összetettek. Ilyen összetett esetek elemzésére és értékelésére alkalmas a QCA, amely figyel a kismintás kvalitatív vizsgálatok és a kvantitatív elemzések közötti „módszertani szakadék” áthidalására (Ragin, 1987). A QCA nem csupán eszköz, hanem olyan értékelési logika, amely a vizsgált esetek összetettségére fókuszálva segíti az elemzést (Gerrits & Verweij, 2016), alkalmas a kvalitatív esetcentrikus és a kvantitatív változócentrikus elemek összekapcsolására (Rihoux, Rezsöhazy & Bol, 2011; Sager & Ledermann, 2013).

A tanulmányban bemutatásra kerülő program jelen állapotában elsősorban a crisp-set QCA (csQCA) algoritmusára épül, így a továbbiakban röviden ennek működését illusztráljuk. A crisp-set QCA (csQCA) a klasszikus kezdeti verzió, a szakirodalomban ez jelent meg elsőként a Ragin-féle terminológia használatával. A csQCA csak dichotomizált változókkal dolgozik, a Boole-algebrával összhangban minden lehetséges konfigurációt a 0 (nem teljesül, hamis) és az 1 (teljesül, igaz) értékekkel jellemez. A körülmények minden logikailag lehetséges kombinációját vizsgálja annak érdekében, hogy az esetet a lehető legjobban leírja (Kron, 2005; Schneider & Wagemann, 2007; Wendler, Bukvova & Leupold, 2013; Sántha, 2014). A csQCA módosít a klasszikus kutatás-módszertani terminológián, hiszen nem használja a függő és a független változó fogalmakat, hanem előbbi helyett kimenetet alkalmaz, míg utóbbiakat feltételként nevezi. A csQCA-ban tehát a változók a feltételek nevet viselik, míg az eredmények függetlenül attól, hogy az adott jelenség megvalósult vagy sem, kimenetként értelmezhetők.

A csQCA empirikus vizsgálatokban való alkalmazhatósága a szükséges és elégséges feltételek meghatározására, a hipotetikus igazságtábla elkészítésére, a minimalizálás folyamatára (Quine-McCluskey algoritmus), valamint az eredmények értelmezésére fókuszál (lásd erről részletesen Sántha, 2015; Galántai, 2016 tanulmányait). Ezeket a lépéseket veszi figyelembe az elkészített szoftver-innováció is.

Mivel a társadalmi jelenségek nem kezelhetők egyszerűen csak igazként vagy hamisként, a dichotomizálás miatt a csQCA kritikák középpontjában áll. A legélesebb kritika szerint a nagy információvesztés miatt a módszer jelentősen redukálja a társadalmi valóság komplexitását. A társadalmi jelenségek többértékű jellemzői miatt egy adott esetre hatással lehet akár több olyan eset, történés is, amelyek más irányba befolyásolhatják az adott eset által produkálható hatásokat, jelenségeket. Így a Boole-algebra azért nem alkalmas a társadalmi jelenségek legapróbb részleteinek feltárására, mert a 0 és az 1 egész értékekben gondolkodik, nem vesz figyelembe valószínű, lehetséges értékeket (Duşa, 2006). Hasonlóan vélekedik Kron (2005) is, amikor azt állítja, hogy világunk jelenségei sokkal összetettebbek annál, hogy a 0 és az 1 értékekkel kódolhatók lennének. Ez releváns megállapítás a többértékűség, a fuzzy rendszerek társadalmi jelenségek vizsgálatába történő bevezetése felé vezető úton, ahol indokolt alátámasztani, hogy a fuzzy-set QCA verzió megértése nem lehetséges a crisp-set QCA alapos ismerete nélkül. Az algoritmusok, a szoftverek szintén alapoznak a crisp-set QCA során megismert elemekre.

E rövid leírásból is látható, hogy a QCA-típusok vizsgálatakor a csQCA dichotomizálásra építő világát elhagyva, a többértékűség elemzése felé fordulhatunk. Ekkor a multi-value QCA (mvQCA) és a fuzzy-set QCA (fsQCA) működésének megértése válik relevánssá. A multi-value QCA (mvQCA) hidat képez a csQCA és a fuzzy-set QCA (fsQCA) között, és több, általában három, négy vagy akár öt egész értékkel (0, 1, 2...) dolgozik. A többértékűségnél maradva, a mvQCA mellett ismert a fuzzy-set QCA (fsQCA) is, amelynél a többértékűség már a tizedes értékek (0,1; 0,2...) használatában mutatkozik meg. Mindezt azért említjük, mert a program továbbfejlesztése során a fuzzy-set rendszerekig való eljutás szerepel célként.

A QCA értelmezése és alkalmazási lehetőségei a pedagógiai jelenségek vizsgálatában

Amennyiben a pedagógiát társadalmi alrendszerként értelmezzük (Zsolnai, 1996), úgy nyilvánvalóvá válhat, hogy a társadalom és a pedagógia rendkívül szoros kapcsolatban áll egymással, és nemcsak rész-egész viszonyban, hanem szerkezetileg is hasonlóságot mutat. A kapcsolat kiépítéséhez Paulik Ákos alapján a világ és a valóság fogalmak bevezetése vált indokolttá. A világ egymással valamilyen viszonyban álló elemekből áll, míg a valóság állandósággal rendelkezik és hatást fejt ki (Zsolnai, 1996, idézi Paulik Ákost). A valóság egy részének megismerése a világon, illetve egy darabján keresztül kísérhető meg. Ez a két fogalom elméleti és gyakorlati szintként is értelmezhető, a gyakorlatnak azonban feltétele a lét kategóriája mint alapvető társadalmi mozgató- és valóságkonstruáló erő, amely az ok-okozatiság összetett rendszerén keresztül valósul meg. Azért lényeges a pedagógia és a társadalom szoros viszonyát kiemelni és definiálni, mert Ragin a QCA-t a társadalmi jelenségek és változások vizsgálatára fejlesztette ki, így meg kell teremteni azt az elméleti háttérrel és kapcsolatrendszerrel, amely lehetővé teszi a QCA módszertanának adaptálását a pedagógiai kutatómódszertan eszköztárába is.

Ahhoz, hogy a QCA a neveléstudományi vizsgálatok szerves részét képezze, fel kell oldani a módszer kulcs-tényezője és a pedagógiai világ (humán valóság) természete között húzódó ellentmondást. A csQCA dichotómiákban (0 és 1) gondolkodó rendszere szemben áll a pedagógiai valóság sokszínűségével. A pedagógia világára nem mondható el, hogy fekete-fehér alapon leírható, a QCA pedig segít a többszemponú, esetekre alapozó összehasonlító elemzések kivitelezésében. Fontos kiemelni, hogy nem a számszerűsítésen, vagy az egyszerűsítésen van a hangsúly, nincs elszakadás a komplex valóságtól, hanem a pedagógiai valóság – és tágabb értelemben véve a humán valóság – azon elemeinek összehasonlító elemzéséről van szó, amelyek vagy kölcsönhatásba lépnek egymással vagy nem. Ahhoz, hogy a pedagógiai világ egy-egy szegmensét vizsgálni tudjunk, elengedhetetlen a modellálás, ugyanis a kialakult modellen keresztül kívánunk hatással lenni a valóságra. A 0 és 1 mögött értelmezendő fogalmak vannak, így mondhatjuk azt is, hogy a QCA kvantitatív része felel a szelekcióért, a kvalitatív szegmens pedig a kombináció létrehozására hivatott. A csQCA előnye a neveléstudomány számára, hogy transzparens, azaz érthető és átlátható eredményt ad. Ez az előny egyben hátrány is, hiszen jelentős adatvesztést generál. Komplexebb finomhangolást végez a fsQCA a 0 és 1 közötti tartományban létrehozott köztes kategóriák alapján, bevezetve például a „majdnem, alig, többnyire” szavakat, melyek teljes fogalmi jelentésüket értékelhető eredményként csak a változók viszonylatában nyerik el. Tény, hogy a fsQCA kevésbé szélsőséges rendszert hoz létre, azonban az eredmények ismertetésénél a kutatónak, hogy elkerülje az ellentmondásokat, egyértelműsíteni kell a fent említett fogalmak egzakt tartalmi jelentését.

A QCA elsődleges feladata az optimalizálás. A neveléstudomány világában ennek negatív következménye is van, ugyanis minden optimalizáció egyben szelekció is, amelyet a 21. századi pedagógia igyekszik kizárni. A QCA által nyújtott vizsgálati struktúra azonban lehetőséget adna a szelekciómentes optimalizálásra, hiszen –

egy gyakorlati példát véve – minden diák alapvető erőssége, hogy valamilyen, sok esetben ugyan meg nem talált formában, de képes örömmel és hatékonyan tanulni. A QCA a diákok tanulási szokásai szerinti szelekcióra alapozva, az eredményes tanulás faktorait figyelembe véve, jelentős információval szolgálhat a tanítás-tanulás folyamata számára, így alapvetően hatással lehetne annak eredményességére is.

Szoftveres háttér a nemzetközi QCA-diskurzusbán

Napjainkban bármilyen empirikus vizsgálat esetén elengedhetetlen a szoftveres bázis alkalmazása. A QCA-elemzéseket szintén számos szoftver támogatja: az aktualitásokról a www.compass.org (COMPARative Methods for Systematic cross-caSe analySis) honlap informál. A QCA-típusok függvényében használható például a fsQCA (Ragin & Davey, 2012), a Kirq (Reichert & Rubinson, 2013), továbbá eredményesek lehetünk az R Package QCA (Thiem & Duşa, 2013), vagy a Tosmana (Tool for Small-N Analysis) (Cronqvist, 2011) szoftverekkel is.

Duşa (2006) néhány kritikát és továbbgondolandó felvetést, előnyöket és hátrányokat is megfogalmazott a QCA szoftveres háttérére való tekintettel, elsősorban a fsQCA, a Tosmana és az R Package QCA-val kapcsolatban. Jelentős probléma, hogy bár a fsQCA és a Tosmana térítésmentesen elérhető, a forrásaik nem publikusak, így amennyiben a program hibát generál, nem ellenőrizhető, hogy melyik része okozza azt. A szoftverfejlesztésnél csak adott kutatói, programozói csoportok vehetnek részt, ez gondot okozott a fsQCA szoftvernél is, hiszen a vezető programozó halálával leállt a fejlesztés. A projekt újraindításához az egész algoritmust olyan nyelven kellett újraírni, amit értett és használt más kutató is. Gondot okozhat továbbá az is, hogy a Cronqvist által létrehozott, a multi-value QCA (mvQCA) technikán működő Tosmana algoritmus csak nagyon vázlatosan prezentált, ez módszertani problémákat (pl. eredmények reprodukálása) és hihetőségi kérdéseket is felvet. Megjelenik az operációs rendszerek problémája is, például a fsQCA és a Tosmana Windows-alapú, noha egyre több felhasználó már más operációs rendszereket is használ. Tekintettel a felmerült problémákra, a kutatók olyan szoftverek megalkotására törekedtek, amelyek kiküszöbölik a jelzett nehézségeket. Ilyen fejlesztés az R Package QCA, amely a Boole-algebrára alapoz, de figyelembe veszi a fuzzy halmazok nyújtotta lehetőségeket is. A program nyitott forráskódú, bárki fejlesztheti, ellenőrizheti, a létező operációs rendszerek mindegyikén fut, grafikus elemeket is tartalmaz.

Szoftver-innováció a hazai QCA-diskurzús számára

A QCA-t érintő hazai programfejlesztésről a tanulmány írásának időpontjában (2017. ősz) nem voltak információink. Ez nem meglepő, hiszen a QCA módszertana csupán az elmúlt három évben jelent meg a magyar neveléstudományi vizsgálatok között. Sántha Kálmán irányítása alatt a Pannon Egyetem tanárképzésében a 2015/2016-os tanév 2. félévében tartott pedagógiai kutatómódszertani kurzus keretében egy olyan munka is elkezdődött, amelynek célja szoftver kifejlesztése volt a crisp-set QCA (csQCA) számára. A kurzus teljesítéséhez szükséges, az iskola világát érintő pedagógiai kutatásokkal kapcsolatos teoretikus és gyakorlati teendők elvégzésére a hallgatók érdeklődésüknek megfelelően jelentkezhettek. Nádler Balázs akkori hallgató, jelenlegi gyakorló pedagógus, programfejlesztésre vállalkozott. A program a PED-QCA nevet viseli abból a megfontolásból, hogy jelezze a módszertani háttér neveléstudományban történő alkalmazhatóságát. A program elsődleges célja, hogy a matematizált algoritmust kézi számolás nélkül, az adatok megadásával elkészítse, és ezt olyan formában adja a kutató kezébe, hogy az közvetlenül is hasznosítható legyen a pedagógiai kutatások során. A törekvés új a hazai neveléstudományban.

A PED-QCA program tervezésekor számos szempontot kellett figyelembe venni. A program vázának elkészítése két fő részből állt. Egyrészt meg kellett tervezni egy olyan felületet, melynek használata érthető, egyszerű, és nem csupán a programozói logikát, de a felhasználási területen dolgozó szakemberek gondolkodásmódját is követi. Másodsorban az algoritmizálási folyamat elkészítése jelentette a program megírásának fő mozzanatát. A választás a Boole-algebra alapján működő csQCA-ra esett, mivel az 1 és 0 értékek minimalizációja lényegesen könnyebb és prototipikusabb elkészítést tesz lehetővé, a fuzzy típussal ellentétben.

A megvalósítás első lépése a megfelelő programnyelv kiválasztása volt. Ebben az esetben – előzetes ismeretek kizárólagossága alapján – az Object Pascal kijelölése történt. A döntést támogatta, hogy a nyelv ún. erősen típusos, ami azt jelenti, hogy minden a program során használt változó típusát deklarálni kell, így például a programnyelv külön kezeli az egész (integer) és a tizedes számokat (float, double). Ez pontos és irányított munkát tesz lehetővé, hiszen a program nem sorolja be önkényesen az adott változó értékét valamilyen típusba, ezek a megszorítások végig követhetők. Az Object Pascal előnye továbbá az is, hogy alapvetően tanításra alkották, így szintaxisa könnyen elsajátítható és olvasható.

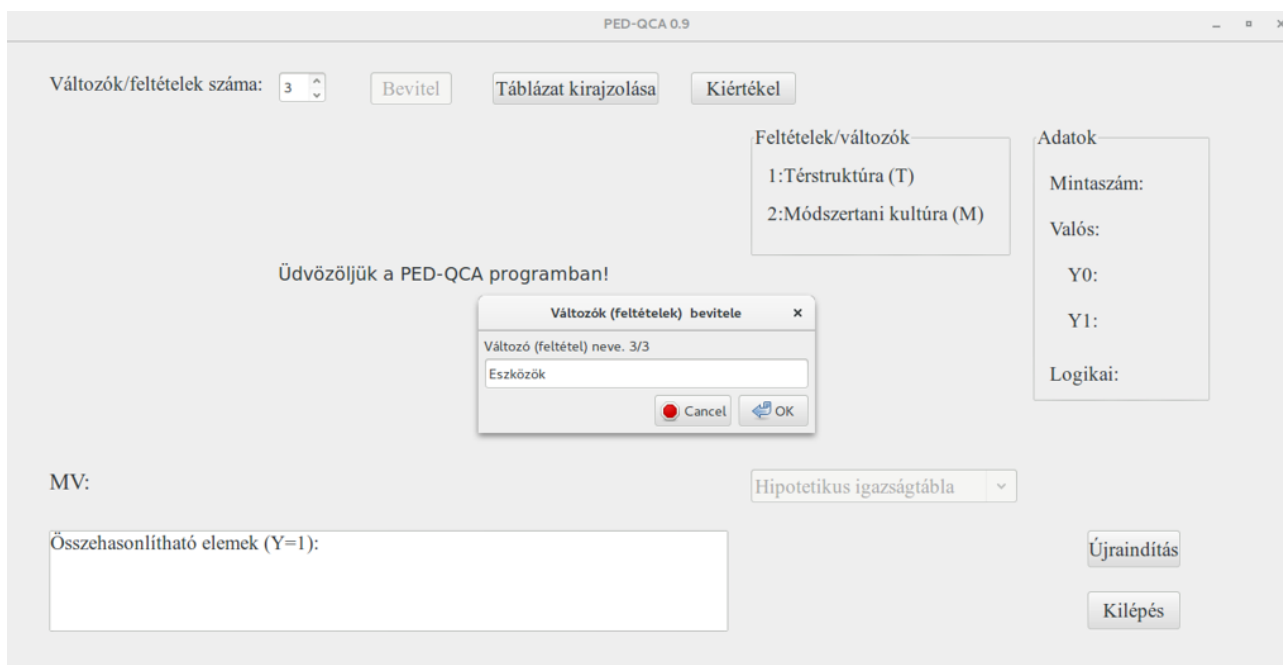
A program első verziója ebben a programnyelvben Lazarus Integrált Fejlesztői Környezetben (IDE) épült fel. A tesztelés során a programot 3 és 5 közötti változószámra optimalizáltuk, ami egy-egy pedagógiai mikrojelenés esetében elégséges. A programozott algoritmus ebben az esetben készen állt, a hordozhatóság kérdése azonban újabb problémát vetett fel, akárcsak a Tosmana programnál. Az Ubuntu Linux alatt írt program többszöri átírára és próbálkozásra fordult csak át (compile) Windowson is futtatható állománnyá, így a további fejlesztések előtt az a döntés született, hogy platformfüggetlen környezetre helyeződik át a program fejlesztése, ami azt jelenti, hogy nem az operációs rendszer határozza meg a program futását, hanem az azon futtatott keretrendszer, jelen esetben virtuális gép (JVM). Mivel a posztulátumok nem változtak, az erősen típusos nyelv mint feltétel megmaradt, így a választás a Java programnyelvre esett. A Java előnye, hogy támogatottsága messze túlmutat a már kevésbé használt Object Pascal programnyelven. Ezután következhet a konkrét programbővítés, ami három elemet tartalmaz. Az első és legfontosabb a fuzzy funkció hozzáadása, amely a neveléstudományi kutatások terén sokkal hasznosíthatóbb, mint a csQCA. A kényelmi fejlesztések közé tartozik a nyelvválasztás lehetősége, melynek segítségével nemzetközi szinten is bemutathatóvá válik a program, valamint egy jelentéskészítő modul, melyet a program készít a már minimalizált eredmények, részeredmények és megadott adatok alapján. Ehhez valamely, a Java által támogatott modul használható (DynamicReports, iReport stb.). Az így elkészített dokumentum struktúrája, formája és tartalma lehetővé teszi azt, hogy közvetlenül, kutatási eredményként is használható legyen, hiszen képes lesz a teljes minimalizálási folyamatot áttekinthetően reprezentálni.

Ki kell emelni, hogy a program jelenleg zártkörű fejlesztés alatt áll egészen addig, ameddig adekvát eszközzé nem válik egy kidolgozott elméleti pedagógiai rendszerhez.

A PED-QCA egy empirikus neveléstudományi vizsgálatban

A PED-QCA program működésének rövid illusztrálását egy konkrét neveléstudományi példa alapján végezzük, felhasználva Sántha (2015) pedagógiai architektúrával kapcsolatos empirikus vizsgálatát. A vizsgálat során levelező tagozatos hallgatók (N=29) kötetlen reflektív napló segítségével fogalmazták meg az osztálytermi térstrukturálásra vonatkozó gondolataikat. Képzletben olyanná formálták a teret, ahol a tanítás-tanulás folyamatát a leghatékonyabbnak vélték. Az adatfeldolgozás a csQCA (crisp-set QCA) segítségével történt.

Első lépésben a feltételek (változók) kialakítását a reflektív naplók induktív tartalomelemzésével valósítottuk meg. A feltételeket a szövegből nyert főkategóriák képezték. Három feltételt, a térstrukturálást (T), a módszertani kultúrát (M) és az oktatási eszközöket (E) azonosítottuk. A program első lépésben a feltételek (változók) számát kéri, így alakít ki pontosan annyi beviteli lehetőséget, ahány feltétellel a későbbiekben dolgozunk (1. ábra). Itt meg kell adni a feltételek neveit, melyeket a program feljegyez a felhasználók számára, a táblázatba ugyanis csak a rövidítések kerülnek praktikus megfontolásból.



1. ábra. Feltételek (változók) bevitel

A második lépés a hipotetikus igazságtábla elkészítése a feltételek ismeretében. Az 1. táblázat oszlopai a feltételeket, míg a sorok az eseteket mutatják. A cellákban az 1 és a 0 jelzi, hogy az adott feltétel teljesült vagy sem. Mivel a csQCA szerint a feltételeknek 0 vagy 1 kimenetele van, ezért n független feltételnél 2^n lehetséges különböző konfiguráció létezik. Így a reflektív naplók induktív tartalomelemzése során kapott három feltétel alapján a hipotetikus igazságtábla nyolc lehetséges különböző konfigurációból áll:

No.	T	M	E	Kiemelt (Y)	Mintaszám (N)	Megjegyzés
1.	0	0	0	0	3	
2.	1	0	0	1	7	
3.	0	1	0	?	0	
4.	1	1	0	1	7	
5.	0	0	1	1	1	
6.	1	0	1	1	4	
7.	0	1	1	?	0	
8.	1	1	1	1	7	

1. táblázat. Automatikusan kirajzolt és kitöltött hipotetikus igazságtábla a PED-QCA alapján

A hipotetikus igazságtábla az összes lehetséges variációk számát adja, melyek a valóságban nem feltétlenül jelennek meg. Így fordulhatott elő az, hogy a valós esetek mellett ($Y = 0$ v 1) megjelenhetnek logikai esetek is (3. és 7. sor, ahol $N = 0$), hiszen utóbbiak csupán matematikailag igaz konfigurációk, azaz nem ténylegesen megfigyelhető eseteken alapultak.

A harmadik lépést a hipotetikus igazságtábla eseteinek összehasonlító elemzése jelentette. Először azon eseteket vizsgáltuk, amelyek minden független feltételnél ugyanazt a kimenetet eredményezték. A vizsgálat során az összeadás és a szorzás műveletének értelmezése vált indokolttá: a Boole-összeg a logikai 'vagy'-ot képviselte, míg a szorzás a feltételek kombinációját jelentette és logikai 'és'-ként értelmezhető. Minden eset Boole-szorzatként írható le, ahol a nagybetűk a feltételek teljesülését (1), míg a kisbetűk a nem teljesülést (0) jelentették. Ennek megfelelően $Y=1$ megvalósulásra (MV) a 2., 4., 5., 6. és 8. esetek vonatkoztak, vagyis $MV = TME + Tme + TmE + TmE + tmE$. Ez a kifejezés az $Y=1$ kimenetre vonatkozó primitív kifejezés. Míg az $Y=0$ nem teljesüléshez az 1. eset tartozott, azaz $mv = tme$. Utóbbi az $Y=0$ kimenetre vonatkozó primitív kifejezés.

A primitív kifejezések meghatározása után a konfigurációk logikai minimalizálása következett. Ez a folyamat csak a valós eseteken értelmezhető. A Boole-minimalizálás lényege olyan konfigurációk keresése, amelyek egy vagy több esetet egy bizonyos kimenettel magyaráznak. A minimalizáláskor a Quine–McCluskey algoritmust alkalmaztuk. Mivel csak az azonos kimenettel rendelkező konfigurációk hasonlíthatók össze, ezért a 0 és 1 kimenetek vizsgálata különböző úton valósítható meg. A vizsgálatban az $Y=1$ -re vonatkozó primitív kifejezéssel dolgoztunk. A minimalizálás kétlépcsős folyamat, előbb a szomszédos kombinációk megkeresése és páronkénti összehasonlítása, majd a prímisszimplicans-tábla előállítás történt. Az algoritmust Sántha (2015) tanulmánya tartalmazza, ezért részletes ismertetésétől jelenleg eltekintünk. A minimalizálás során a következő tovább nem redukálható, minimalizált kifejezéshez jutottunk: $MV = T + mE$.

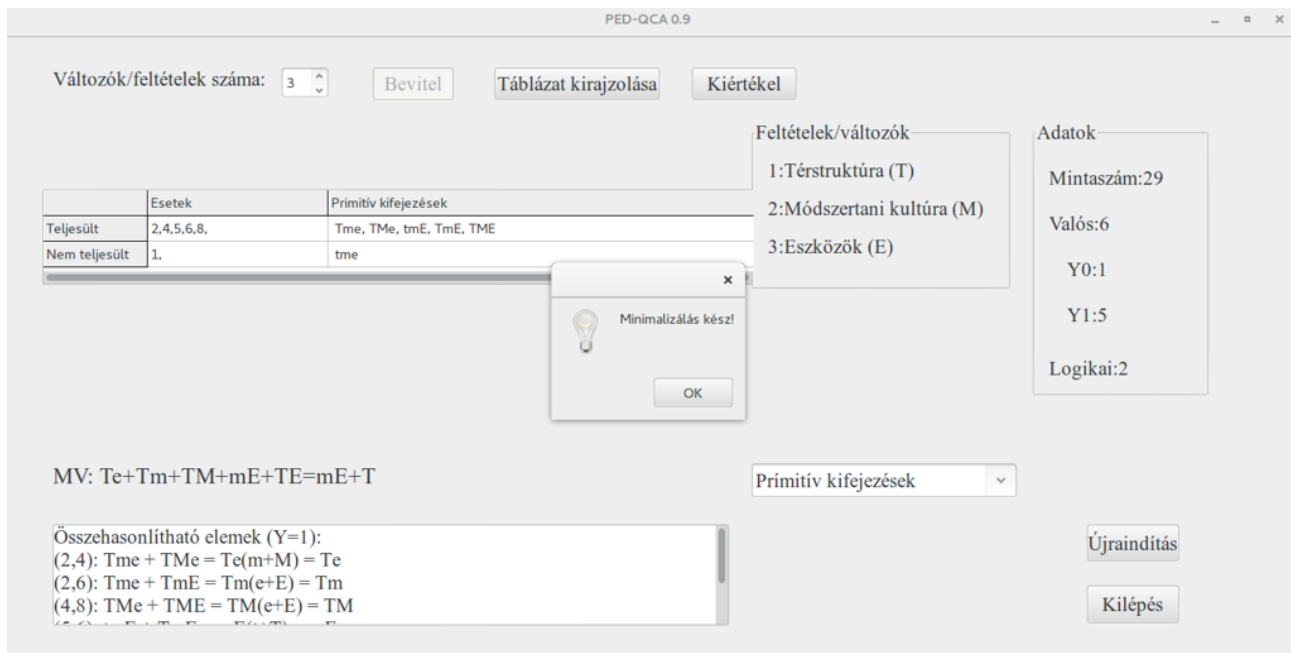
A minimalizálás második lépésében cél a prímisszimplicans-tábla létrehozása az Y kimenethez tartozó végső konfiguráció megtalálásához. A 2. táblázat a minimalizált és az eredeti primitív kifejezéseket ábrázolja.

	Tme	TMe	TmE	TME	tmE
mE				X	X
T	X	X	X	X	

2. táblázat. Prímisszimplicans-táblázat a PED-QCA programból (Forrás: Sántha, 2015. p. 10.)

Azon kombinációk, amelyek oszlopában csak egyetlen X szerepel nem elhagyhatók, hiszen ezek a lényeges prímisszimplicansok. A TmE oszlopa elhagyható anélkül, hogy a kifejezés értéke változna. A $Y=1$ kimenetre vonatkozó minimalizált kifejezés $MV = T + mE$, amely értelmezése a következő: hatékony tanítási-tanulási folyamatról akkor beszélünk ($Y=1$), ha a megfelelő térstrukturálás (T) vagy nem kellőképpen átgondolt módszertani kultúra (m) és széles eszközhasználat (E) jelenik meg a tanórán.

A programban a „Kiértékel” gomb megnyomása után megkapjuk az összehasonlítható elemek adatait, a megvalósulási feltételeket, illetve hozzáférhetővé válik a primitív kifejezéseket tartalmazó táblázat és a prímisszimplicans tábla is (2. ábra). A kvalitatív elemzés további lépése az elméletgenerálás, amely a minimalizált kifejezésből indul ki és a kvalitatív elemzések különböző szempontjai szerint történhet. A konkrét példához illeszkedőt Sántha (2015) empirikus vizsgálata adja a MAXQDA alkalmazásával.



2. ábra. A PED-QCA nyújtotta lehetőségek

Összegzés

E törekvés újabb bizonyítéka annak, hogy a komplex kutatómódszertanok releváns teret nyerhetnek a neveléstudományi vizsgálatokban is, és egyértelműen jelzi azt, hogy a hazai neveléstudomány nyitott az összetett kutatómódszertani fejlesztések iránt. A különböző pedagógiai alkalmazhatósági területekhez a PED-QCA olyan minőségi eszköz kíván lenni, melynek segítségével a praxisjobbítás valóban egy kutatni kívánt alternatíva lehet. A kezdeményezés azért is lehet fontos nem csak a hazai, de a nemzetközi neveléstudományi diskurzus számára is, mert módszertan kifejlesztés alatt áll, így a testreszabhatóságnak jelenleg nincs korlátozása. A cél olyan szoftver fejlesztése, amely kielégíti a tudományos szféra, a neveléstudomány igényeit.

Szakirodalom

1. Biswas, R. (1995). An Application of Fuzzy Sets in Student's Evaluation. *Fuzzy Sets and Systems*, 74, 187–194.
2. Cronqvist, L. (2011). *Tosmana: Tool for Small-N Analysis*. Trier: University of Trier.
3. Duşa, A. (2006). QCA – Analiză calitativă comparativă. *Aplicații, instrumente și potențial. Sociologie Românească*, 4 (2), 161–169.
4. Feng, C. (1990). Quantitative Evaluation of University Teaching Quality – An Application of Fuzzy Sets and Approximate Reasoning. *Fuzzy Sets and System*, 37, 1–11.
5. Galántai, L. (2016). Rendszerszerű pályák. A sikeres egyetemi felvételi szocializációs előzményei a PTE Wlislócki Henrik Szakkollégiumában. *Educatio*, 3, 348–358.
6. Gerrits, M. L. & Verweij, S. (2016). Qualitative Comparative Analysis as a Method for Evaluating Complex Cases. An Overview of Literature and a Stepwise Guide with Empirical Application. *Zeitschrift für Evaluation*, 15. (1), 7–22.
7. Kron, T. (2005). Fuzzy-Logik für die Soziologie. *Österreichische Zeitschrift für Soziologie*, 3. 51–89.
8. Ragin, C. (1987). *The Comparative Method. Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies*. Berkeley/Los Angeles/London: University of California Press.

9. Ragin, C. & Davey (2012). *fs/QCA* (Computer Programme), Version 2.5. Irvine, California: University of California.
10. Reichert, C. & Rubinson, C. (2013). *Kirq*. (Computer Programme), Version 2.1.9. Houston: University of Houston-Downtown.
11. Rihoux, B., Rezsöhazy, I. & Bol, D. (2011). Qualitative Comparative Analysis (QCA) in Public Policy Analysis: an Extensive Review. *German Policy Studies*, 7 (3), 9–82.
12. Sager, F. & Ledermann, S. (2013). *Qualitative Comparative Analysis (QCA) und realistische Evaluation. Theoretische Parallelen und eine praktische Anwendung*. Retrieved from <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-144025>. (2013.11.20.)
13. Sántha, K. (2014). Qualitative Comparative Analysis: módszertani lehetőség a pedagógiai vizsgálatok számára. *Iskolakultúra*, 6, 3–16.
14. Sántha, K. (2015). Kvalitatív Komparatív Analízis a pedagógiai térábrázolásban. *Iskolakultúra*, 3, 3–14.
15. Schneider, C. O. & Wagemann, C. (2007). *Qualitative Comparative Analysis (QCA) und Fuzzy Sets*. Opladen, Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.
16. Thiem, A. & Duşa, A. (2013). QCA: A Package for Qualitative Comparative Analysis. *The R Journal*, 5 (1), 87–97. Retrieved from <http://journal.r-project.org/archive/2013-1/thiem-dusa.pdf>. (2014.01.26.)
17. Wendler, R., Bukvova, H. & Leupold, S. (2013). *Qualitative Comparative Analysis in Information Systems and Wirtschaftsinformatik*. Retrieved from www.wi2013.de/proceedings/wi2013%20-%20Track10-Wendler.pdf. (2013.12.11.)
18. Zsolnai, J. (1996). *Bevezetés a pedagógiai gondolkodásba*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

SÁNTHA, Kálmán; NÁDLER, Balázs: PED-QCA Innovation for Hungarian Educational Research

The study offers a domestic innovation for the methodology of the Qualitative Comparative Analysis (PED-QCA). It highlights, that the test structure provided by the QCA offers a possibility for a selection free optimization, that might be able to open new possibilities to understand the pedagogic reality. This process might be assisted by PED-QCA which is based on the functional principles of the crisp-set QCA (csQCA) and could open possibilities for the pedagogical interpretation of the more adequate fuzzy set QCA (fsQCA) methodology.

Keywords: PED-QCA, Qualitative Comparative Analysis, software-developing