



Keszi Tamás – Lohner Klaudia

A hálózatelemzés elmélete és rendőrségi gyakorlata

Theory and policing practice of network analysis

Absztrakt

Tanulmányunk célja, hogy rávilágítson a hálózatelemzési módszerek hasznosságára a rendvédelem területén, illetve arra, hogy e terület jövője az elmélet és a gyakorlat összefogásán, és produktív együttműködésén múlik. Rövid történeti áttekintés után ismertetjük a hálózatelemzéssel és gráfelmélettel kapcsolatos legfontosabb fogalmakat, majd bemutatjuk egy maffiahálózat lehetséges bomlasztási stratégiáját. Végezetül elméleti szinten taglaljuk a hálózatelemzés és a profilalkotás kapcsolódási pontjait.

Kulcsszavak: játékelmélet, gráfelmélet, hálózatelemzés, bűnügyi elemzés

Abstract

The aim of our study is to highlight the usefulness of network analysis methods in the field of law enforcement, and that the future of this field depends on collaboration and productive cooperation of theory and practice. After a brief historical overview, we introduce the most important concepts related to network analysis and graph theory, and then present a possible resolution strategy for a mafia network. Finally, we provide an overview of the directions of network analysis that can be used in profiling.

Keywords: game theory, graph theory, network analysis, criminal analysis

Bevezető

Az elemző-értékelő tevékenység számos módszert és technikát tudhat magáénak. Annak függvényében választja meg az elemzést végző személy a megfelelő módszereket és technikákat, hogy milyen elemzési feladat megoldása a cél. Napjainkban a bűnözés folyamatos változásával nézünk szembe, mely magába foglalja azt a növekvő információ- és adatmennyiséget, melyet a bűnüldöző szervek szakembereinek át kell látniuk, majd rendszerezniük oly módon, hogy az adatok alkalmasak legyenek következtetések levonására. A szinte átláthatatlan adatmennyiségek vizsgálatát segíti – többek között – a jelen tanulmányban vizsgált módszer: a hálózatelemzés. A bűnözői hálózatok szisztematikus elemzése életképes eszköznek tekinthető a bűnözői magatartás alaposabb megértéséhez (Van der Hulst, 2009). A bűnözői magatartás, viselkedés megértése pedig elengedhetetlen a profilalkotásban.

A hálózatelemzés és a profilalkotás is a nyomozástámogató vagy műveleti elemzés módszerei közé tartoznak. Egyik módszer épülhet a másikra egy bűnügyi elemző-értékelő tevékenység során. A szervezetek és bűnesetek hálózatelemzési eszközökkel való feltérképezése és elemzése nagyban segítheti a profilalkotók munkáját is, például azzal, hogy a szervezet vagy csoport tagjairól a hálózatelemzés kapcsán többtinformációhoz jutunk. Másrészt a hálózatelemzési eszközök akár alkalmazhatók olyan statisztikai modellezésben, ahol összefüggéseket keresünk a helyszíni jellemzők és az elkövető tulajdonságai között (Baumgartner, Ferrari & Salfati, 2005; Baumgartner, Ferrari & Palermo, 2008). Ezzel kapcsolatban azonban meglehetősen kevés kutatási eredmény áll jelenleg rendelkezésre. Végül, de nem utolsó sorban megközelíthetjük úgy is e két módszer kapcsolódási pontjait, miszerint, amikor hálózatelemzést végzünk, egy csoportot, csoportműködést vagy szervezetet profilozunk, hiszen ismeretlen jellemzőkre következtetünk az ismert információkból, és a nyomozást elősegítő következtetéseket vonunk le. Például azzal, hogy meghatározzuk egy hálózat határait, csökkentjük a számításba vehető elkövetői kört.

Nem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy egyrészt e tudományterület napjainkban is folyamatosan fejlődik, másrészt azt, hogy a rendőrségi területen való alkalmazása még gyerekcipőben jár.

Tanulmányunkban rövid történeti áttekintés után bemutatjuk a gráfelmélet és szociális hálózatelemzés olyan alapvető fogalmait és alapköveit, melyek segítsünk lehetnek egy hálózat elemzése során, majd egy olyan esettanulmánnyal zárjuk a gondolatsort, mellyel rávilágítunk, hogy a hálózatelemzés módszerével olyan megállapításokra juthatunk, melyek messze túlszárnyalják azokat a következtetéseket, melyeket egy szimpla strukturált adathalmazból, e módszer alkalmazása nélkül vonhatnánk le.

A szociográfia tudománya

Minden tudományterület számára fontos, hogy az általa vizsgált jelenségeket mérőszámokkal tudják leírni. Ez teszi lehetővé, hogy minél objektívebb módon lehessen vizsgálni a folyamatokat, a vizsgálatok megismételhetők legyenek, illetve bizonyos területeken a predikció lehetőségét biztosítják. Nincs ez másképp az emberi kapcsolatok vizsgálatával foglalkozó szociológia területén sem.

Ez a tudományos igény a 20. század elején öltött testet, amikor Georg Simmel (Wolff, 1950) német filozófus és Jacob Levy Moreno (1934) amerikai orvos, pszichológus letette a szociográfia alapjait (Gießmann, 2017). Magyarországon Mérei Ferenc pszichológus, pedagógus, hálózatkutató volt a meghonosítója ennek a területnek (Mérei, 1974; 1996). Vizsgálataik során az emberi kapcsolatok működését, a diádokat, a triádokat és az emberek csoportműködését kutatták.

A szociográfia alkalmazásának a legnagyobb lökést a szintén 20. század elején fellendülő játékelméleti kutatások adták, amikor is megjelentek azok a matematikai módszertanok – így kombinatorika, játékelmélet, mátrixelmélet, gráfelmélet –, amelyek lehetővé tették a hálózati mérőszámok vizsgálatát. A játékelmélet alapjait 1928-as munkájában Neumann János és Oscar Morgenstein fektette le, amikor is a gazdaság működésének modelljét játékelméleti módszerekkel értelmezték és modellezték (Clefos & Bega, 2020). A tudományterület fejlődéséhez jelentős mértékben hozzájárultak a magyar kombinatorika iskola tagjai, például König Dénes, Egerváry Jenő, Erdős Pál, Rényi Alfréd vagy Lovász László.

A 20. század második felében az informatika mint feltörekvő tudományág annak a lehetőségét nyújtotta, hogy az egyébként számításigényes feladatokat már gyorsan és tömegesen lehetett végrehajtani, illetve a vizsgálatokhoz szükséges adatkollekciók, melyek manapság már természetesen keletkeznek, mindenkiről rendelkezésre álljanak a vizsgálatokhoz.

A gráfokkal kapcsolatban fontosnak tartunk két személyt kiemelni, akik ennek a matematikai területnek a létrejöttében nagy szerepet játszottak: Leonhard Euler és Sir William Rowan Hamiltont.

Leonhard Euler Kalinyingrádban (Königsberg) egyetemi tanárként dolgozott, és gyakran megemlítik mint a königsbergi hidak bejárhatósági problémájának megoldóját. A feladat szerint Königsberg hét hídját úgy kell bejárni, hogy mindegyiken csak egyszer haladunk át, és ugyanoda érkezünk. A probléma vizsgálatakor állapította meg azt a tételt, miszerint, ha egy gráfban páratlan fokú csúcs szerepel, úgy a gráfot nem lehet úgy bejárni, hogy a kiinduló és a befejező csúcs ugyanaz legyen. A gráfelméletben mai napig használt Euler-kör elnevezés azt a gráfot jellemzi, melyet úgy lehet bejárni, hogy minden élet pontosan egyszer használunk úgy, hogy a kezdő és befejező csúcs azonos. Euler-útnak pedig azt

a bejárési útvonalat hívjuk, amelyet be lehet járni úgy, hogy minden útvonalat egyszer veszünk igénybe, de nem ugyanabba a csúcsba érünk vissza, mint amiből indultunk. Euler megállapította, hogy ez csak abban az esetben teljesülhet, ha legfeljebb két páratlan fokú csúcs van a gráfban (Jackson, 1987; Elekes, 2015).

A másik személy, akit ki szeretnék emelni, Sir William Rowan Hamilton, aki 1859-ben egy olyan játékot hozott forgalomba, melynél a feladata az volt, hogy egy előre megadott gráf összes csúcspontját be kellett úgy járni, hogy minden csúcsot pontosan egyszer kell érinteni. Itt nem kell minden útvonalat felhasználni és nem fontos, hogy a befejező és a kezdő csúcs megegyezzen (Benjamin, Chartrand & Zhang, 2015).

Elsősorban a szociológia területén vált népszerűvé a hálózati kapcsolatok és struktúrák elemzése. Innen ered a manapság elterjedt társadalmi kapcsolatháló elemzés (social network analysis – SNA) kifejezés is. Ez a tudományág viszonylag szűkebb matematikai eszközkészlet felvonultatása mellett, elsősorban gyakorlati szempontból közelít a hálózatok, kapcsolatok elemzési problémáihoz. A hálózatelmélet és -elemzés kiterjedt, sok szempontból a gráfelmélet eredményeire építő eszközökkel rendelkezik, a hálózati struktúrák leíró elemzése során felhasznált mutatószámok erre viszonylag korlátozott mértékben támaszkodnak (Sebestyén, 2011).

A fejezetben említett személyek vizsgálódásai és kutatásai megalapozták a hálózatok tudományát, mely mára már korántsem korlátozódik a matematika tudományára, vagy játékok kitalálására, de a szociális hálózatok elemzésére sem. Ahogy Barabási-Albert László magyar származású hálózatkutató mondta: *„Hálózatok mindenhol vannak. Az agy axonok által összekötött idegsejtek hálózata, maguk a sejtek pedig biokémiai reakciók által összekötött molekulák hálózatai. A társadalmak szintén hálózatok, olyan emberek hálózatai, akiket a barátság, a családi kapcsolatok és szakmai kötelek kötnek össze. Magasabb szinten a táplálékláncok és ökoszisztémák a fajok hálózataiként ábrázolhatók. A hálózatok átjárják a technológiát is: az internet, az elektromos hálózatok, valamint a szállítási rendszerek csupán néhány példa erre. Még a nyelv is, amit gondolataink közvetítésre használunk, önmagában véve nem más, mint szintaktikai kapcsolatokkal összekötött szavak hálózata.”* (Barabási, 2006).

Tanulmányunkban a hálózatokat a rendészettudomány szemüvegén keresztül vizsgáljuk. A következő fejezetben szereplő alapfogalmak, mérőszámok és csoportosítások nem speciálisan e területhez köthetők, ugyanakkor fontosnak tartjuk tisztázni, hogy honnan érdemes indulnia azoknak az elemző kollégáknak, akik hálózatelemzésre adják a fejüket.

Mérőszámok és csoportosítások a gráfelméletben

A hálózatelemzés alapja a kombinatorika egyik önálló területe, a gráfelmélet. A hálózati struktúra modelljeinek áttekintése során a hálózatok alkotórészeinek két alapvető típusát kell megkülönböztetni. Az egyik típusba a hálózatok alanyai, vagy másképpen elemei tartoznak. Ezek, az előzőekben részletesebben bemutatott alanyok lehetnek egyének, csoportok, szervezetek, de akár országok, államok, sőt régiók is. A másik típust az elemek közötti viszonyok (relációk, kötődések, kapcsolatok) adják. A társadalmi hálózatok grafikus ábrázolásában az egyes cselekvőket pontok, a közöttük levő viszonyokat pedig a pontokat összekötő vonalak reprezentálják. A pontok és a viszonyok által meghatározott hálózatok a szó matematikai értelmében egy gráfot határoznak meg. Ennek tulajdonságait elemezhetjük a gráfelmélet fogalmainak és összefüggéseinek segítségével (Galambosné, 2015).

Alapfogalmak a gráfelméletben

Aktor alatt a hálózat egy szereplőjét értjük. Mivel több tudományterületet is érint a gráfok alkalmazása így tudományterületenként különféle kifejezéseket alkottak velük kapcsolatban. A csúcsokkal kapcsolatban találkozhatunk az objektum, a rekord és az aktor, az éllel kapcsolatban a kapcsolat, a reláció és a kötés kifejezésekkel. A továbbiakban a szociográfoknál az aktor és a kötés (angol szakirodalomban: node, tie) fogalmakat használjuk.

A társadalmi vagy szociális kapcsolatokat leíró gráfokban kiemelt szerepük van az úgynevezett duáloknak, melyek két aktor és az azokat összekötő kötés alkot. A duál a szociográfok legkisebb egysége, mivel az egész gráf a csoport tagjai közötti kapcsolatokat tartalmazza, így aki nincsen kapcsolatban a csoport egy másik aktorával, úgy azokat nem tekinthetjük a gráf tagjainak. Tehát legalább egy kapcsolattal rendelkeznie kell minden aktornak.

A duálokkal kapcsolatban felmerül még, hogy ha a kapcsolat viszonyosság elvén jön létre, akkor dichotóm kapcsolatról beszélünk, mint a házasság vagy a rokonság. Amikor a kapcsolat irányított jelleget ölt – jellemzően a hierarchikus felépítésű kapcsolatnál, mint a főnök-beosztott viszony, szülő-gyermek viszony –, akkor irányított kapcsolatról beszélünk. Ezek a kapcsolattípusok önállóan és egyszerre is jelen lehetnek egy gráfban.

Következtetések levonására használjuk még a triál fogalmát, mikor is olyan kapcsolatokat ábrázolunk a gráfban, amelyekre konkrét adat nincsen, de logikai vagy tapasztalati úton feltételezhető a kapcsolat.

Ha mesterségesen akarunk egy gráfot előállítani, akkor véletlenszerűen duálokat generálunk (véletlenszerűen adunk hozzá éleket), aminek az lesz az eredménye, hogy a gráfban a kapcsolatok számának eloszlása egyenletes lesz. Az így létrejött gráfokat véletlen gráfoknak nevezzük. A valós életben szerveződő hálózatoknál ugyanakkor jellemző az úgynevezett skálafüggetlenség. Ez azt jelenti, hogy a kapcsolatok létrejötte nem véletlenszerűen történik, hanem valamilyen vezérlő elv alapján. Ezt preferenciális kötődésnek nevezzük. A skálafüggetlen hálózatok nagy hibátűréssel rendelkeznek a véletlenszerű hibákkal, beavatkozásokkal szemben, ugyanakkor a tudatos, célzott, a hálózat működése szempontjából fontos elemek eltávolítása már a hálózatos működés komoly akadályát jelentheti (Barabási & Crandall, 2003).

Csoportosítás

A gráfokat több szempont szerint csoportosíthatjuk. Adattartalom szerint beszélünk egymódú, illetve többmódú gráfokról. Egymódúnak nevezzük azt a gráfot, mely homogén adatokat tartalmaz, jellemzően ilyenek a szociográfok, hiszen minden aktor egy személyt jelképez. Többmódúnak akkor nevezzük a gráfot, ha a csúcsok különböző típusú objektumokat tartalmaznak, például valamilyen tárgyat, úgymint gépjárművet, egy lokációs helyet (például egy címet) vagy egy távközlési eszközt (például egy mobiltelefont), és az őket összekötő éleket.

A gráfok másik csoportosítása az irányítottság szerinti, ahol a kapcsolatok kölcsönös viszonyt tükröznek, például a házasság vagy a rokonság kérdése, és ilyenkor jellemzően a kapcsolat léte hordozza az információt, azokat a gráfokat dichotóm gráfoknak hívjuk. A másik csoport az úgynevezett irányított gráf, ami jellemzően valamilyen birtoklási, hozzátartozási kapcsolatot feltételez, például hierarchiában a szülő-gyermek viszonyt vagy például egy személy és valamilyen objektum, például gépkocsi közötti birtoklási viszonyt tükröz. Értelemszerűen a gépjármű nem birtokolhatja a személyt, így a kapcsolat nem kétirányú. Ilyen jellegű gráfokkal ábrázoljuk azokat a folyamatokat is, amikor információ vagy anyag áramlik egy híváslista tekintetében vagy pénz átutalásakor.

A gráfokat súlyozottság szerint is megkülönböztethetjük, így beszélhetünk súlyozott, illetve súlyozatlan gráfokról is. Ilyenkor nemcsak a kapcsolatok léte, hanem azok súlya is fontos a vizsgálat szempontjából. Jellemző gráfípus itt a „szeret-nem szeret” gráfban a kötéshez rendelt skála, vagy irányított gráfok esetén a bankszámlák közötti átutalás összege.

Mérőszámok

A hálózati mérőszámok egyik része a teljes hálózat állapotát tükrözi vissza különböző szempontból megközelítve. Ilyen lehet az átlagos úthossz vagy a sűrűség.

A mérőszámok másik csoportja a hálózatot alkotó aktorokhoz vannak hozzárendelve. Minden egyes aktorhoz meghatározott módszer szerinti mérőszámokat kell kiszámolni. Ilyen a fokszám (degree), mely megmutatja, hány közvetlen kapcsolattal rendelkezik egy adott aktor. A közelség (closeness) a hálózat többi aktorához vezető utak átlagos lépésszámát jelenti. A hosszú, nagy lépésszámú utak csökkentik a hatás erősségét. Ez az érték annál nagyobb, minél rövidebb úton éri el az aktor a hálózat többi aktorát. Egyszerűen megfogalmazva, minél személyesebb, közelebb a kapcsolat, annál erősebb a viszony két aktor között. A közöttiség érték (betweenness) arra ad mérőszámot, hogy milyen erős kapcsolatokkal rendelkezik az adott aktor. Ez az érték a hálózati struktúrából eredő hatalmára enged következtetni, azt mutatja meg hogy a hálózat részei között milyen fontos pozíciót tölt be. Egyszerűen megfogalmazva, aki a hálózat részei között összeköttetést teremt annak fontos szerepe van a hálózatban (Ni, Sugimoto & Jiang, 2011).

Kisebbségi gráfok esetében a számítások elvégezhetőek, azonban nagyobb elemszámú gráfok esetében már időigényes a feladat megoldása. Korunk technikai lehetőségeit kihasználva ma már viszonylag egyszerű a nagy mennyiségű számítás igénylő feladatok megoldása.

Gráfok elemzése

Fontos szempont a vizsgálandó gráf meghatározása. A való világban meglévő végtelen gráfok vizsgálatára vannak módszerek, de a jelen feladatunk szempontjából szükséges, hogy a vizsgálandó részgráfot leképezzük valamilyen szempont szerint. Így az egyik első kérdés, hogy hol húzódnak a hálózat határai. Jellemzően két megközelítést használnak: az aktorok, illetve a kötések valamely tulajdonságát hasonlítják egy határértékhez. A peremkritériumoknak nem megfelelő aktort vagy kötetést eltávolítják a hálózatból. A vizsgálandó probléma jellege szerint meg kell határozni, hogy szeretnénk-e súlyokat használni. Amennyiben igen, a megfelelő aktorokhoz a megfelelő súlyokat kell hozzárendelnünk. A meghatározott adatok gyűjtéséhez szükséges a megfelelő módszertant is kidolgozni.

Szociális hálózatok előállításakor jellemzően az ismertséget vesszük alapul, tehát azokat tekintünk csoporttagoknak, akik a hálózat többi szereplőit ismerik,

kapcsolatban állnak velük. Szociológiai megközelítéssel a csoportba az tartozik bele, akit a csoport többi tagja elismer csoporttagként. De objektív, független szempontok alapján is építkezhetünk: például egy vállalat munkavállalói alkothatnak egy vizsgálandó csoportot, a határfeltétel pedig az, hogy munkaszerződés legyen a vállalat és a személy között.

A hálózati mérőszámokat az elérendő cél szem előtt tartásával kell kiválasztani és kiszámolni. A hálózat elemzését azután lehet megkezdeni, hogy a megfelelő mérőszámokat összerendeltük, és az adott csoportnak megfelelő szerepekkel azonosítottuk. Itt figyelemmel kell lennünk mindig arra, hogy az adott hálózat milyen jellegű, mert a különböző típusú hálózati rétegekre különböző tulajdonságok jellemzők. Amennyiben a hálózatunk homogén, tehát az összes aktor és kötés ugyanazon hálózati rétegből származó adatokat tartalmaz, úgy csak az adott hálózati rétegre jellemző tulajdonságokat kell figyelembe vennünk. Amennyiben különböző hálózati rétegeket tartalmazhat a hálózat, például személyes kapcsolat, mobiltelefon kommunikáció vagy Facebook-kapcsolat, úgy elővigyázatosan kell feldolgoznunk és értékelnünk a kapott adatokat. Feldolgozhatjuk a rétegeket külön-külön és a kapott eredményeket összevethetjük, vagy egyben is, azonban az eljárás eredménye nagyban torzulhat a különféle rétegekhez rendelt különböző viselkedésmintázatok keveredése miatt.

Különböző csoportok és különböző kommunikációs vagy társadalmi kapcsolatokat jellemző rétegekből származó adatok vizsgálatakor a mérőszámokon keresztül bizonyos aktorok csoportban betöltött szerepe azonosíthatóvá válik.

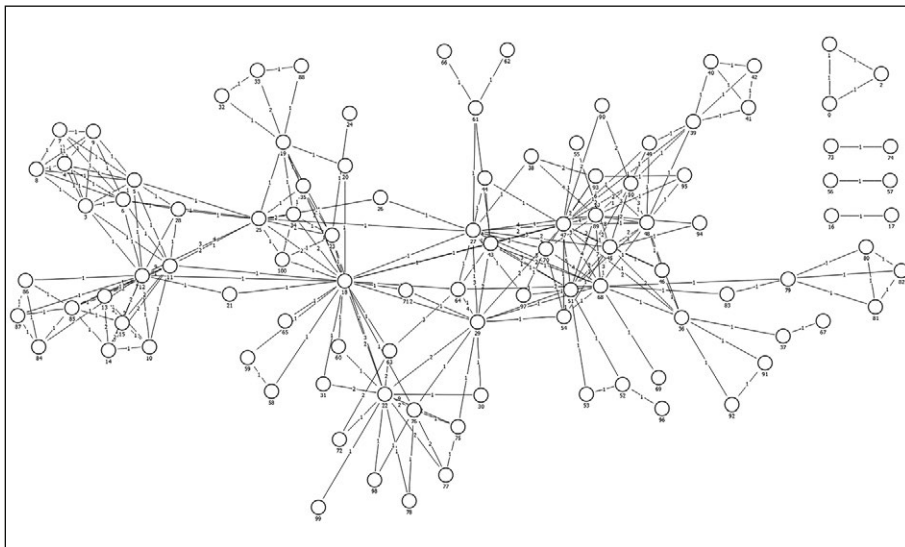
Esettanulmány

Az esettanulmányhoz tartozó adatokat az interneten bárki számára nyíltan elérhető forrásból gyűjtöttük (Cavallaro, 2020). Az esettanulmány az úgynevezett Montagna maffia, pontosabban a Salvatore Montagna vezetésével működő olasz-kanadai bűnszervezet felszámolása, illetve az ellenük folyó büntetőeljárás során gyűjtött adatokra támaszkodik. Salvatore Montagna a Bolsonaro New York-i maffiacsalád kanadai ágának volt a vezetője. 2006-tól kezdődően szoros rendőrségi ellenőrzés alatt végezték tevékenységüket. Az ügyben gyűjtött információkból készült adathalmazt vizsgáltuk hálózatelemzési módszerekkel. A feldolgozott adatok (1. számú ábra) a csoport működése során történt személyes találkozóról nyújtanak információt. Az ebből készült gráf egy súlyozott dichotóm gráf. A kötésekön látható súlyok a feljegyzett személyes találkozások számát jelzik. Mivel látható az ábrán, hogy a csoport számos tagját megfigyelték a rendőrségi akció során, így a hálózat határai adottak. A feltételezett feladat

az, hogy egy korlátozott rendőrségi akcióval hogyan lehetne tíz olyan személyt a szervezetből kivonni, hogy a szervezet működését a legjobban akadályozzuk.

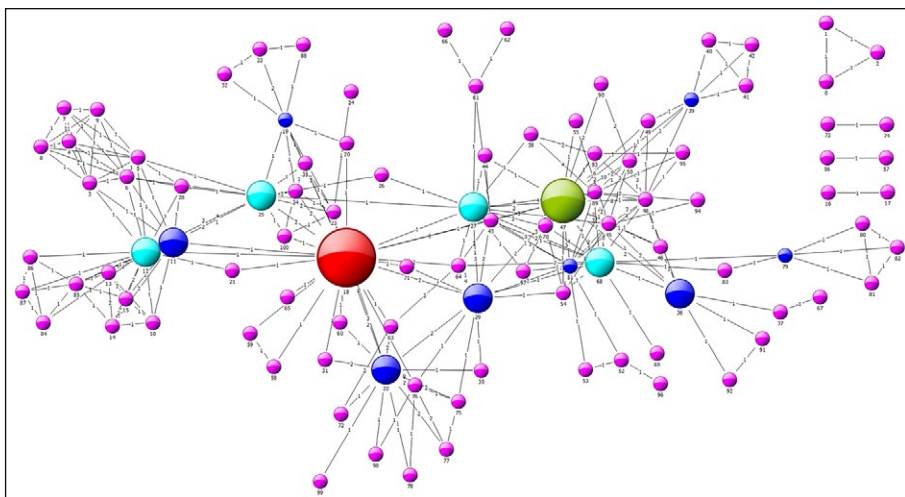
Alapvető stratégiai elgondolásunk a skálafüggetlenségre épül. Tekintve, hogy egy hierachikusan felépülő csoport semmiképp sem tekinthető véletlen hálózatnak, ezért a működése szempontjából fontos aktorokat távolítjuk el. A másik feladat pedig annak meghatározása, hogy egy ilyen rendőrségi akció után a jelenleg ismert tagok közül ki veheti át a megmaradt csoport vezetését.

1. számú ábra: Kiinduló adatkollekció



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

2. számú ábra: Közöttiségi (betweenness) értékkel súlyozott ábra



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

Ahhoz, hogy a rendőrségi akció elérje a kívánt eredményt a tíz kiválasztott személy letartóztatását rövid időn belül kell foganatosítani, hogy a szervezet ne tudja magát újrastrukturálni, vagyis a személyek eltávolítását érdemes egy akció keretében végrehajtani. A képzeletbeli rendőri művelettől azt az eredményt várjuk, hogy a szervezet időlegesen meggyengül, akár működésképtelenné is válik egy időre, illetve, hogy azonosítani tudjuk azt a személyt, aki ezek után vezető szerepet fog betölteni a szervezetben.

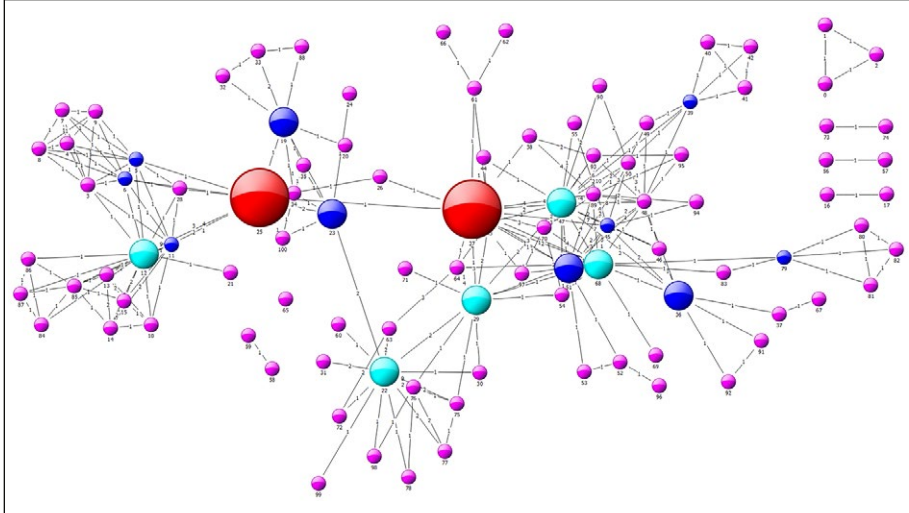
Természetesen a „kísérlet” során nem használunk fel minden hálózatelemzési mérőszámot, de figyelembe kell vennünk azt, hogy egy valós akció megtervezésekor sokkal több mérőszámot, illetve több mérőszám együttesét is vizsgálni kellene. Nem foglalkozunk az egyes személyek egyéni képességeivel és adottságaival sem. A valóságban fontos szerepe lehet annak is, hogy a csoport egy-egy szereplője milyen személyes jellemvonásokkal rendelkezik, például mennyire kedves, mennyire szimpatikus, mennyire elfogadott, mennyire erőszakos vagy mennyire ambiciózus. Az eredményektől csupán azt várjuk, hogy megmutassa, az egyes szereplők léte, illetve eltávolítása milyen erősen tud hatni a hálózat működésére.

Vizsgálatunkban a betweenness mérőszámok játsszák a főszerepet (itt úgynevezett centralizált, normalizált mérőszámokat használtunk).

Az első ábrán láthattuk a hálózat felépítését, a kiinduló állapotot. Ez egy statikus állapot, mely egy bizonyos időszakon belül történt adatok gyűjtéséből

összeállított adatkollekció. A vizsgálatunk tehát arra irányul, hogy ha mindig a legfontosabb szereplőt távolítjuk el a hálózattól, ki „örökli” a szerepét (3. számú ábra)?

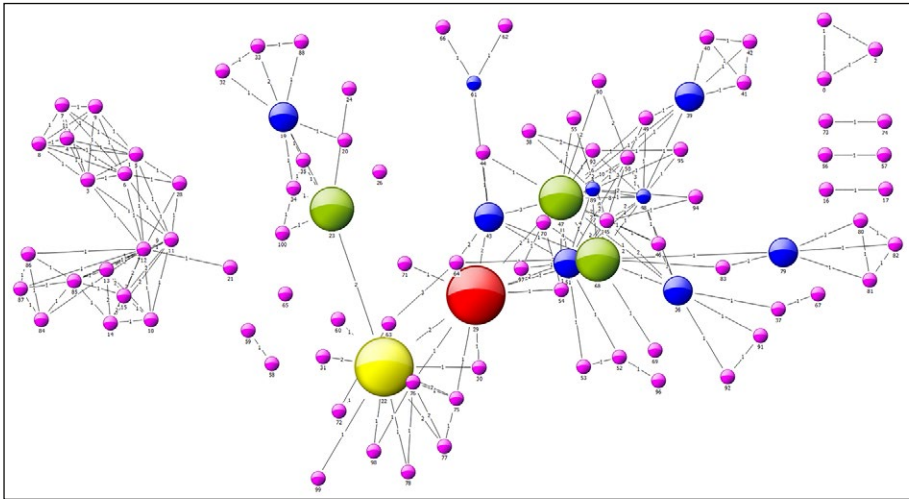
3. számú ábra: *A legnagyobb közöttiségi értékkel rendelkező aktor eltávolítása utáni állapot*



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

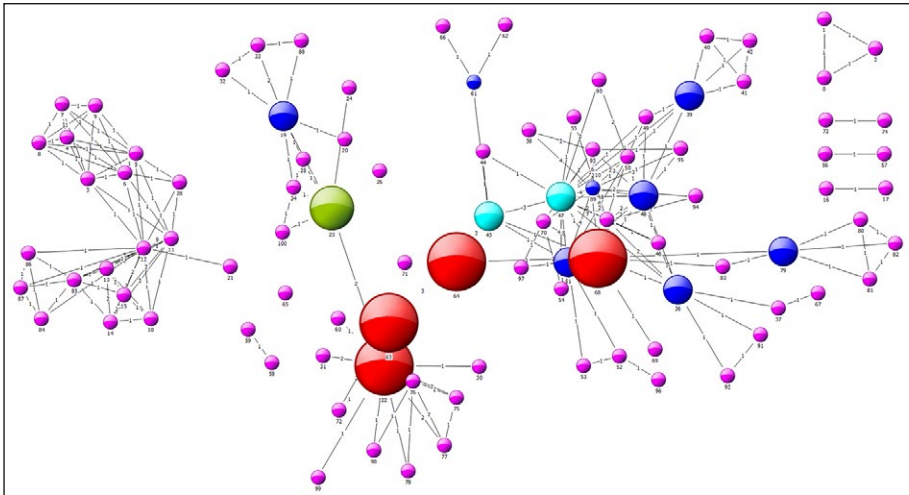
Több lépésben végezzük a vizsgálatot (4–7. számú ábra), míg el nem jutunk ahhoz az állapothoz, amikor tíz személyt kiemeltünk a szervezetből (8. számú ábra).

4. számú ábra: További két aktor eltávolítása utáni állapot



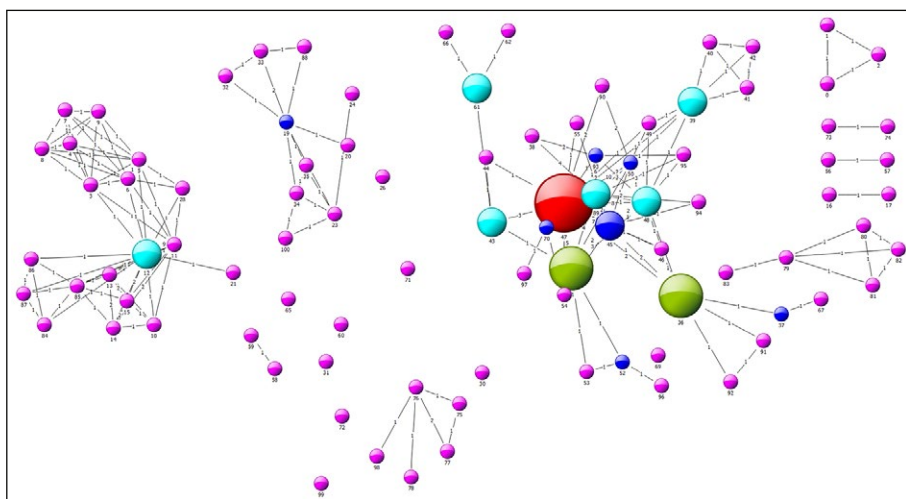
Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

5. számú ábra: A negyedik aktor eltávolítása utáni állapot



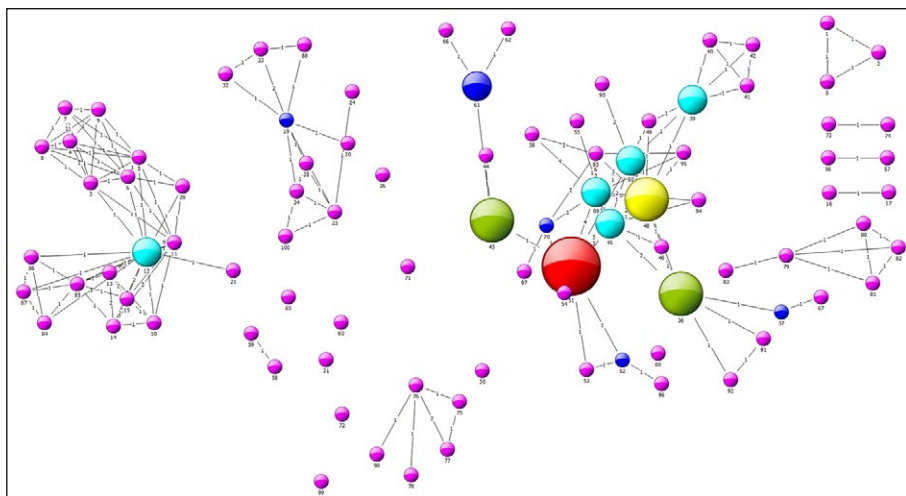
Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

6. számú ábra: A nyolcadik aktor eltávolítása utáni állapot



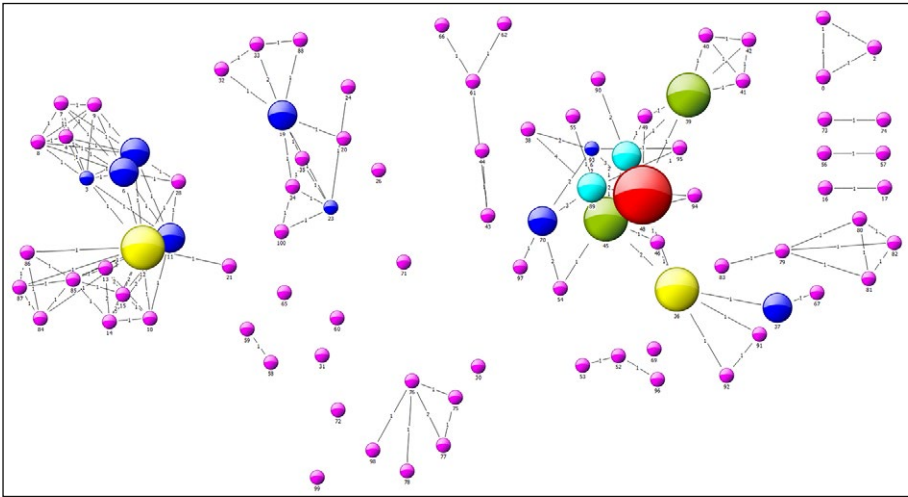
Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

7. számú ábra: A kilencedik aktor eltávolítása utáni állapot



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

8. számú ábra: A tizedik eltávolított aktor utáni állapot



Forrás: A szerzők saját szerkesztése.

Amennyiben csak egy-egy szereplőt egy-egy akció keretében távolítottunk volna el a hálózattól, akkor a hálózat újra strukturálna, működése tovább folyhatna oly módon, hogy a kapcsolati rendszere megváltozik. Új kapcsolatok keletkeznek, a hierarchikus szintek is megváltoznak. Más kapja a vezető szerepet, más a végrehajtóit és így tovább. Bizonyos esetekben fontos vizsgálati szempont lehet az is, hogy a szervezet dinamikája hogyan befolyásolja a változásokat. Ehhez azonban – ahogy korábban említettük – ismernünk kellene a hálózat aktorainak egyedi jellemvonásait is, melyre vonatkozóan a rendelkezésünkre álló adatbázis nem tartalmaz adatot.

Az utolsó, 8. számú ábrán láthatjuk a szimulált várható helyzetet. Láthatjuk, hogy a 8. számú ábrán szereplő személy, az első ábrán vajmi kevésbé tűnik a hálózat meghatározó szereplőjének. A kiinduló és az utolsó ábra összehasonlításával megállapíthatjuk, hogy különböző hálózatelméleti módszerek, illetve a hálózati mérőszámok használata nélkül, nem tudtuk volna megmondani, hogy a legnagyobb betweenness értékkel rendelkező aktorok eltávolítása után (tíz db), mely aktor fog vezető szerepet betölteni a hálózatban.

Rövid értékelés

A fenti feladat megoldása során csak a hálózat szerkezetét és az aktorokhoz hozzárendelhető mérőszámot használtuk. A valóságban a hálózatelemzés rendvédelmi

területen történő alkalmazása sokkal összetettebb feladat, ahol számos más körülményt is figyelembe kell vennünk, a megválaszolandó kérdés pedig nem mindig ilyen egyszerű. Az esettanulmány azonban jól érzékeltette azt, hogy a módszer még ilyen hiányos információkkal is használható. Ezen túlmenően természetesen a hálózatelemzés eszközt nem csak a maffiahálózatok vizsgálatára, és azokkal kapcsolatos nyomozati stratégiák kialakítására használhatjuk. A szervezett bűnözés különböző formái, legyen az egy úgynevezett „unokázós család”, egy kábítószerterjesztő-hálózat, vagy egy terroristahálózat elemzése mind megkívánhatják a hálózatelemzés széles eszköztárának alkalmazását. Kezdve egy kapcsolatrendszer feltérképezésével az egészen bonyolult, és szabad szemmel átláthatatlan mennyiségű szereplővel rendelkező hálózatok szétbontásáig.

Mindemellett a fenti elemzést kiegészíthetnénk profilelemzési tevékenységgel oly módon, hogy megvizsgáljuk a szervezet által elkövetett (elsősorban az erőszakos, személy elleni) bűncselekményeket, melyekre elkövetői profilokat állítunk fel abban az esetben, ha az adott cselekmény elkövetője ismeretlen. A profilokat ezt követően megkíséreljük összekapcsolni a hálózat egyes szereplőivel. Ez segítséget nyújthat a nyomozati, hálózat bomlasztási, vagy akár kihallgatási stratégiák kialakítása során.

Az esettanulmányon túl

Láthattuk, hogy a bűnüldözés és felderítés területén alkalmazhatók a hálózatelemzési technikák. A tudományos világ azonban ennél előrébb tart. Körülbélül a 2000-es évektől kezdve már a rendvédelem területén is születnek olyan kutatások, melyek a hálózatelemzési eszközöket predikcióra használják. A Bayes-hálózatok két különböző matematikai terület kombinációi: a gráfelméleté és a valószínűségszámításé. Speciális grafikus modellek, amelyek irányított, aciklikus gráfokból állnak, vagyis nem lehetséges, hogy bármelyik csomópontból elinduljunk, és irányított körök halmaza mentén haladjunk a megfelelő irányba, visszaérkezve a kezdő csomópontba (Stephenson & Andrew, 2000). A bayesi hálózat (BN) alkalmas bűnözői magatartási modell felállítására oly módon, hogy összekapcsolja az elkövető cselekményét a bűncselekmény helyszínén található információkból a pszichológiai profiljával. Strukturális és paramétertanuló algoritmusokat alkalmaznak az olyan kapcsolatok felfedezésére, amelyek egy olyan adatbázisba vannak beágyazva, amelyek a brit rendőrség által az 1970-es évektől az 1990-es évek elejéig megoldott gyilkossági esetek helyszínére és elkövetői jellemzőire vonatkozó adatokat tartalmaznak. A BN-modell felépítése után egy következtetési algoritmus segítségével képesek megjósolni az elkövetői

profil a tethelyen megfigyelt viselkedési jegyekből (Baumgartner et al., 2005). Más kutatók a bayesi hálózat kapcsán alátámasztották, hogy a tethelyi bizonyítékokból egy ismeretlen elkövető tulajdonságaira lehet következtetni, ami segít szűkíteni a felderítetlen emberöléssel gyanúsítottak listáját. azt mutatják, hogy átlagosan az elkövető jellemzőinek 80%-át helyesen jósolják meg az új, egyáldozatú emberölés bűncselekmények esetében (Baumgartner et al., 2008).

Összegzés

Láthattuk, hogy a hálózatelemzés számos elméletet és rengeteg kutatómunkát tudhat magáénak – holott a témával kapcsolatos kutatásokból csak egy enyhe ízelítőt adtunk tanulmányunkban. A fenti áttekintés és vizsgálat során világossá vált, hogy a hálózatelemzés eszköze alkalmas lehet, hogy a rendvédelmi szervek felvegyék a versenyt a szinte átláthatatlan adatmennyiséggel, és nem elhanyagolható segítséget nyújtson a bonyolult és szerteágazó kapcsolati rendszerek feltérképezésében. Azonban az is szembeűnő, hogy e módszer hatékony és precíz gyakorlati alkalmazása számos ismeretet, rengeteg képzést, illetve ideális esetben szoftverek alkalmazásának megbízható ismeretét is megköveteli az azt gyakorlóktól. Ezen túlmenően egy nagyon dinamikusan fejlődő tudományterületről van szó. Nem várható el tehát, hogy a nyomozók, felderítők – adminisztratív terheik mellett – maguk végezzék el a hálózatok elemzését, megismerkedve a fogalmakkal, eljárva a megfelelő képzésekre, majd rutint szerezve e területen. Nem véletlen tehát, hogy a hálózatelemzés egy olyan módszer, melyet a rendvédelemben az elemző-értékelő területen dolgozó kollégák alkalmaznak. Azonban a hálózatelemzés rendőrségi gyakorlata még gyerekcipőben jár. A fejlődés ütemének követése folyamatos hálózatelméleti kutatásokkal lenne lehetséges. Figyelemmel arra, hogy az eltérő csoportok különbözőképpen viselkednek, és a különböző hálózati rétegek eltérő kommunikációt vagy viszonyt jellemeznek, szükséges, hogy elővizsgálatot, kutatást folytassunk már ismert működésű, hasonló tulajdonságokkal rendelkező csoportok tekintetében. Ezután egy ismeretlen csoport vizsgálatakor, a korábbi kutatások eredményét felhasználva a csoport tagjainak szerepét sikeresen azonosíthatjuk a mérőszámok segítségével.

A profilalkotásnak és a hálózatelemzéseknek több kapcsolódási pontja is van. Fenntartjuk a lehetőségét, hogy az általunk említetteknél akár több. A fenti kutatások eredményei rámutattak, hogy a hálózatelemzés alkalmazható módszer lehet a profilalkotás területén. Ennek hazai kutatása szintén olyan, gyakorlatban is alkalmazható eredményeket hozhat, mellyel hatékonyabbá tehető a nyomozások támogatása. E területben rejlő lehetőségek kiaknázása tehát az elmélet és a gyakorlat szoros, produktív együttműködésén áll vagy bukik.

Felhasznált irodalom

- Barabási, A. L. & Crandall, R. E. (2003). Linked: The New Science of Networks, *American Journal of Physics*, 71(4), 409–410. <https://doi.org/10.1119/1.1538577>
- Barabási A. L. (2006). A hálózatok tudománya: a társadalomtól a webig. *Magyar Tudomány*, 167(11), 1298–1308.
- Baumgartner, K. C., Ferrari, S. & Salfati, C. G. (2005). Bayesian Network Modeling of Offender Behavior for Criminal Profiling. *Proceedings of the 44th IEEE Conference on Decision and Control*, 2702–2709. <https://doi.org/10.1109/CDC.2005.1582571>
- Baumgartner, K. C., Ferrari, S. & Palermo, G. (2008). Constructing Bayesian networks for criminal profiling from limited data. *Knowledge-Based Systems*, 21(7), 563–572. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2008.03.019>
- Benjamin, A., Chartrand, G. & Zhang, P. (2015). *The Fascinating World of Graph Theory*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400852000>
- Cavallaro, L., Ficara, A., De Meo, P., Fiumara, G., Catanese, S., Bagdasar, O., Song, W. & Liotta, A. (2020). Disrupting resilient criminal networks through data analysis: The case of Sicilian Mafia. *PLOS ONE*, 15(8), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236476>
- Clefos, A. & Bega, D. (2020). The last representative of great mathematicians. *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor = The Technical Scientific Conference of Undergraduate, Master and PhD Students*, 1, 348–351. <http://repository.utm.md/handle/5014/8667>
- Elekes Á. (2015). *Kompatibilis Euler-séták* (Szakdolgozat). Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar.
- Erdős P. (1973). The art of counting: Selected writings. *Mathematicians of Our Time*, 5(23), 742–755.
- Erdős P. & Rényi A. (1959). On random graphs, I., *Publ. Math.*, 6, 290–297.
- Galambosné Tiszberger M. (2015). *A hálózatok kutatás módszertani vizsgálati lehetőségei – szakirodalmi összefoglalás*. Pécsi Tudományegyetem.
- Gießmann, S. (2017). *Drawing the Social: Jacob Levy Moreno, Sociometry, and the Rise of Network Diagrammatics*. Universität Siegen. <https://doi.org/10.25969/mediarep/3794>
- Jackson, B. (1987). *Compatible Euler tours for transition systems in Eulerian graphs*. *Discrete Mathematics*. [https://doi.org/10.1016/0012-365X\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0012-365X(87)90125-7)
- Mérei F. (1974). *Szociálpszichológiai vizsgálatok az iskolában*. Fővárosi Pedagógiai Intézet.
- Mérei F. (1996). *Közösségek rejtett hálózata*. Osiris Kiadó.
- Moreno, J. L. (1934). *Who shall survive?: A new approach to the problem of human interrelations*. Nervous and Mental Disease Publishing Co. <https://doi.org/10.1037/10648-000>
- Ni, C., Sugimoto, C., & Jiang, J. (2011). *Degree, closeness, and betweenness: Application of group centrality measurements to explore macro-disciplinary evolution diachronically*.

- Sebestyén, T. (2011). Hálózatelemzés a tudástranszferek vizsgálatában – régiók közötti tudáshálózatok struktúrájának alakulása Európában. *Statisztikai Szemle*, 89(6), 667–697.
- Stephenson, T. A. (2000). *An Introduction to Bayesian Network Theory and Usage*. IDIAP.
- Van der Hulst, R. C. (2008). Introduction to Social Network Analysis (SNA) as an investigative tool. *Trends in Organized Crime*, 12(2), 101–121. <https://doi.org/10.1007/s12117-008-9057-6>
- Wolff, K. H. (1950). *The Sociology of Georg Simmel*. The Free Press.

A cikk APA szabály szerinti hivatkozása

- Keszi T. & Lohner K. (2022). A hálózatelemzés elmélete és rendőrségi gyakorlata. *Belügyi Szemle*, 70(1), 69–86. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2022.1.5>