

„Egyenlőtlenségek és egyensúlytalanságok a nagy hálózatokban”

*(Uncovering patterns of social inequalities and imbalances
in large-scale networks)*

OTKA K129124

2018.09.01 – 2022.11.30.

Kutatási záró beszámoló

Készítette:

Jakobi Ákos, Kertész János, Koltai Júlia, Lengyel Balázs, Lőrincz László,
Németh Brigitta, Török János, Ságvári Bence

Kutatásvezető: Ságvári Bence

A kutatásról

Kutatásunk középpontjában a társadalmi egyenlőtlenségek vizsgálata állt, amely a számítógépes társadalomtudomány (*computational social science*) napjainkban intézményesülő, interdiszciplináris területén kívánt új eredményeket elérni. Célunk az volt, hogy a társadalmi egyenlőtlenségek komplex struktúráinak tanulmányozásához új, innovatív módszertanokat dolgozzunk ki, és ezek felhasználásával korábban nem ismert, vagy az adatok hiányában nem kutatható összefüggéseket tárjunk fel. A projektünk egyediségét társadalom- és természettudósok szoros együttműködése, a nemzetközileg is egyedülálló big data adatbázisok (online közösségi hálózatok, telefonszolgáltatók, közbeszerzési adatok, stb.) felhasználása, és az alkalmazott adatelemzési módszerek jelentették.

A kutatást 2018 végén kezdtük és az eredetileg tervezett futamidőt meghosszabbítva, 2022. november végén fejeztük be. Ennek a négyéves időszaknak a középső két éve a járvány időszakára esett, amely jelentős mértékben átírta a terveinket és lehetőségeinket. A járvány negatív hatásai nem annyira a konkrét kutatómunka ellehetetlenülésében nyilvánultak meg (hiszen szerencsére a kutatás módszertana nem igényelt primer adatgyűjtést és emberekkel való közvetlen kapcsolatfelvételt), hanem a közös munka megszervezésének nehézségeiben, illetve a külföldi konferenciákon való részvétel elmaradásában. Összességében azonban úgy ítéljük meg, hogy sikerült az eredetileg kitűzött célokat elérni, és egy olyan közel 10 éves kutatási ciklust tudtunk méltó módon lezárni, amely nemzetközileg is különlegesnek számít, és talán hozzá tudtunk járulni ahhoz, hogy egy olyan „nemzeti vagyon”, mint az iwiw közösségi oldal adatai és a belőlük kinyerhető tudományos eredmények, illetve a magyar társadalom kapcsolathálózatára vonatkozó pótolhatatlan információk ne vesszenek el nyomtalanul. Az iwiw anonimizált adatbázisára épülő kutatást még 2013-ban kezdtük el, amelyhez

2014-2017 között egy másik OTKA által finanszírozott kutatás is kapcsolódott jelen projekttel lényegében azonos kutatói csapattal.¹ Az OTKA kutatásokat a Társadalomtudományi Kutatóközpont koordinálta és vezette (Ságvári Bence kutatásvezető és Koltai Júlia), azonban mindvégig egyenrangú partnerek voltak a Central European University (Kertész János), az MTA (később ELKH) KRTK (Lengyel Balázs és Lőrincz László), az ELTE (Jakobi Ákos), a BME (Török János), illetve számos más nemzetközi intézmény kutatói.

A kutatás felépítése. Eltérés az eredeti terv és a megvalósított kutatás között

Az eredeti kutatási tervben hat munkaszakaszt határoztunk meg, amelyek közül kettő (WP1-2) az előkészítést foglalta magába, három konkrét kutatási kérdésekre fókuszált (WP3: Társadalmi hálózatok és lokális egyenlőtlenségek, WP4: Korruptió és összejátszás, WP5: Előrejelzés és rejtett identitások), míg az utolsó (WP6) a kommunikációt foglalta magába. Az eredeti tervtől csak az utolsó munkaszakaszban térünk el. 2018 elején úgy gondoltuk, hogy a projekt végén egy olyan nemzetközi konferenciát (workshopot) tartunk, amelyen bemutatjuk és megvitatjuk a legfontosabb eredményeket. A projekt záró dátuma azonban kitolódott, így erre az eseményre csak 2022 őszén, négy évvel az OTKA kutatás kezdete és közel 10 évvel a teljes kutatási ciklus kezdete után kerülhetett volna sor. 2019 és 2022 között – nem számolva a kisebb, kevésbé jelentős eseményeket – összesen 13 meghatározó nemzetközi konferencián adtuk elő a kutatási eredményeinket, amelyekről számos formában beszámolt a hazai és a nemzetközi média is. Időközben a kutatási projektünket az Álmodók 2.0 kiállítás szervezői beavagolták a programjukba, amelyhez kapcsolódóan elkészítettünk egy 4 perces professzionálisan animált videós anyagot, továbbá létrehoztunk egy külön kutatási- és „emlék”-oldalt az iwiw projekt számára. (Lsd. a beszámoló következő részeit.) Ezek az eredetileg nem tervezett tevékenységek átvittek az eredeti költségvetésünkre is, miközben 2022-re jelentősen megdrágultak a konferencia-szervezés költségei. Az intenzív nemzetközi és hazai tudományos jelenlét, illetve a szakmai és nem szakmai közönség számára létrehozott anyagok elérhetősége miatt úgy döntöttünk, hogy a nemzetközi konferenciát nem szervezzük meg, hiszen annak a hozzáadott értéke már csak minimális lett volna. Az eredetileg nem tervezett tevékenységek (honlap, videó, kiállítás, stb.) miatt úgy gondoljuk, hogy a projekt nyilvánossága összességében nem szenvedett csorbát, hanem így még több ember számára váltak elérhetővé az eredmények.

Az elért eredmények összefoglalása

A projekt során összesen 9 angol és 1 magyar nyelvű publikációt jelentettünk meg. Az impakt faktorral rendelkező 7 cikk összesített IF pontszáma 51,17. A tanulmányok az alábbi folyóiratokban jelentek meg: Scientific Reports, Nature Communications, Nature Review Physics, Royal Society Open Science, Frontiers in Big Data, Sensors, European Journal of Population, Hungarian Geographical Bulletin és Szociológiai Szemle.

A kutatás eredményeit a résztvevő kutatók (illetve szerzőtársak) 13 nemzetközi konferencián adták elő, köztük olyan rendezvényeken, mint az International Conference on Computational Social Sciences (IC2S2), EUSN, Complex Networks, amelyek a legmeghatározóbb nemzetközi konferenciáknak számítanak a hálózattudomány és a számítógépes társadalomtudomány területén.

¹ Egy online közösségi hálózat életciklusa: big data elemzés (OTKA K112713, kutatásvezető: Ságvári Bence)

A kutatási eredményeinkből a média is beszámolt. Összesen 7 hosszabb összefoglalás jelent meg egy-egy tanulmány eredményeiből, illetve a Mindenki Akadémiája keretében Lengyel Balázs és Ságvári Bence részvételével is készült egy-egy adás. (Ezek részletes listája, illetve a cikkek elérhetősége külön táblázatban található.)

2021-ben a publikációs díjat a Társadalomtudományi Kutatóközpontban a Nature Communications folyóiratban megjelent tanulmány kapta. (Tóth et al. 2021)

A megjelent tanulmányok rövid magyar nyelvű tartalmi összefoglalásai a beszámoló következő részében találhatók.

A projekthez kapcsolódó konferencia előadások és posztterek

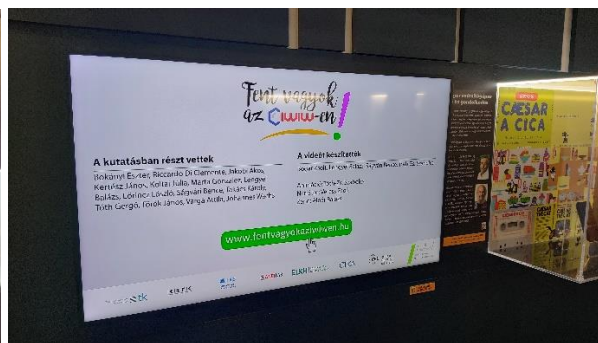
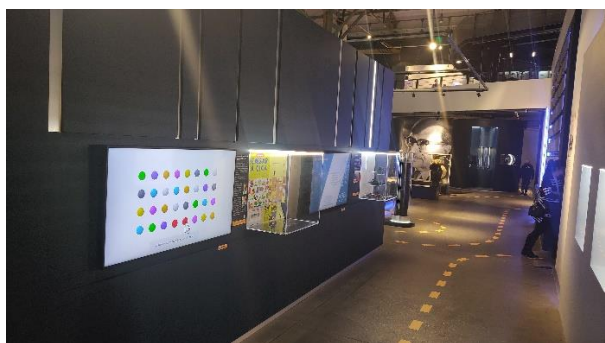
No.	Előadó és konferencia címe	Helyszín	Időpont
1	János Török, Yohsuke Murase, Hang-Hyun Jo,, János Kertész, and Kimmo Kaski: The homophily shows the Dunbar's number: modeling and data. Complex Networks 2018	Cambridge, United Kingdom	2018. december 11-13.
2	Koltai Júlia - Kmetty Zoltán - Rudas Tamás: The presence of social structure in online texts based on word embedding NLP models. International Sociological Association, RC28 Summer Meeting.	Princeton University, NJ, USA	2019. augusztus 15-17.
3	Tóth G, Wachs J, Di Clemente R, Jakobi Á, Ságvári B, Kertész J, Lengyel B: Urban structure conditions networks effects on inequality. NetWorkShop.	Pécs University	, 2019 április 24.
4	Tóth G, Wachs J, Di Clemente R, Jakobi Á, Ságvári B, Kertész J, Lengyel B: Urban structure conditions networks effects on inequality - poster. IC2S2 Conference	Amsterdam, Hollandia	2019. július 18-20
5	Tóth G, Wachs J, Di Clemente R, Jakobi Á, Ságvári B, Kertész J, Lengyel B: Urban structure conditions networks effects on inequality. EUSN Conference	Zürich, Svájc	2019. szeptember 10-11.
6	Tóth G, Wachs J, Di Clemente R, Jakobi Á, Ságvári B, Kertész J, Lengyel B: Urban structure conditions networks effects on inequality. City Futures	Dublin, Írország	2019 június 20-22.
7	Wachs, J., Kertész, J. A network approach to cartel detection in public auction markets, Statistical Physics Day	Budapest	April 26, 2019
8	Lőrincz L., Németh B.: Network effects in internal migration, International Conference on Computational Social Sciences (IC2S2), ,	Amsterdam, Hollandia	2019. July 17-19
9	Lőrincz L., Németh B. Network effects in internal migration, European Conference on Social Networks (EUSN)	Zürich, Svájc	Sep 9-12, 2019
10	Kertész J.: What do digital footprints tell about us? From the grandma effect to economic wrongdoing (keynote) MECO 45	Kolozsvár, Románia	September 14-16, 2020 online
11	László Lőrincz, Júlia Koltai, Johannes Wachs and Károly Takács: Does diversity kill OSNs? IC2S2 2020 (6th International Conference on Computational Social Science)	Cambridge, MA USA (Online)	July 17-20, 2020
12	László Lőrincz, Júlia Koltai, Johannes Wachs and Károly Takács: Does diversity kill OSNs?	INSNA Sunbelt Virtual Conference (online)	July 13-17, 2020
13	János Török, Gábor Tamás, Yohsuke Murase, Hang-Hyun Jo, János Kertész and Kimmo Kaski: Homophilic features of social networks from communication data, COMPLEX NETWORKS 2021	Madrid, Spanyolország	2021. November 30.

A projekt során megjelent publikációk (hivatkozással a projektre)

No.	Publikáció	LINK
1	Németh B., Lőrincz L.: Hálózati hatások a belföldi migrációban, Szociológiai Szemle 29(1):117–145., 2019 (WP3)	https://szociologia.hu/dynamic/117_145_oldal.pdf
2	Wachs J, Yasseri T, Lengyel B, Kertész J. 2019 Social capital predicts corruption risk in towns. R. Soc. open sci. 6: 182103. (WP4)	http://dx.doi.org/10.1098/rsos.182103
3	Wachs, J., Kertész, J. A network approach to cartel detection in public auction markets. Sci Rep 9, 10818 (2019). (WP4)	https://doi.org/10.1038/s41598-019-47198-1
4	Kertész, J., Wachs, J. Complexity science approach to economic crime. Nat Rev Phys 3, 70–71 (2021). (WP4)	https://doi.org/10.1038/s42254-020-0238-9
5	Lengyel, B., Bokányi, E., Di Clemente, R. et al. The role of geography in the complex diffusion of innovations. Sci Rep 10, 15065 (2020). (WP3)	https://doi.org/10.1038/s41598-020-72137-w
6	Ságvári, B.; Gulyás, A.; Koltai, J. Attitudes towards Participation in a Passive Data Collection Experiment. Sensors 2021, 21, 6085. (WP5)	https://doi.org/10.3390/s21186085
7	Tóth, G., Wachs, J., Di Clemente, R. et al. Inequality is rising where social network segregation interacts with urban topology. Nat Commun 12, 1143 (2021). (WP3)	https://doi.org/10.1038/s41467-021-21465-0
8	Murase Y, Jo H-H, Török J, Kertész J and Kaski K (2021) Deep Learning Exploration of Agent-Based Social Network Model Parameters. Front. Big Data 4:739081. (WP5)	https://doi.org/10.3389/fdata.2021.739081
9	Lőrincz, L., Németh, B. How Social Capital is Related to Migration Between Communities?. Eur J Population 38, 1119–1143 (2022). (WP3)	https://doi.org/10.1007/s10680-022-09642-3
10	EgedyT., & SágváriB. (2021). Urban geographical patterns of the relationship between mobile communication, social networks and economic development – the case of Hungary. Hungarian Geographical Bulletin, 70(2), 129-148. (WP3)	https://doi.org/10.15201/hungeobull.70.2.3

Álmok Álmodói 2.0 kiállítás

2022. február és 2023 január között volt látható a Millenáris Parkban az Álmok Álmodói 2.0 kiállítás. Ezen a kiállításon lehetőségünk nyílt arra, hogy a kutatásunk legfontosabb eredményeit bemutathassuk a hálózattudomány témakörén belül. A kiállítást több mint 160 ezren látták, köztük több mint 1000 iskolai csoport. A kiállítás ugyan 2023 elején bezár, ám a szervezők ígérete szerint virtuális kiállításként fog újraindulni valamikor 2023-ban, így a kutatásunk eredményeit is folyamatosan el lehet érni majd.



A kutatási eredményeket összefoglaló videó animáció



<https://file.tk.hu/s/sLpgK5t6ATGS9qz>

A projekt weboldala

A projekt weboldala a www.fentvagyokaziwiwen.hu domain alatt érhető el. Ezt az oldalt nem csak a szakmai-tudományos közönségnek készítettük, hanem mindenkinek, akit érdekelhetnek az iwiw adataiból levonható tanulságok. Az oldalt „emlékoldalak” is szántuk, amely alapjául szolgálhat egy olyan *citizen science* projektnek, amely során összegyűjtjük az emberek személyes emlékeit, élményeit az első magyar közösségi hálózatról. (Ehhez kapcsolódóan létrehoztunk egy Facebook oldalt és csoportot is.)

A honlapon bemutatjuk az iwiw és a kutatás történetét, illetve a legfontosabb eredményeket, a kutatócsoport tagjait, továbbá a sajtóban a kutatással kapcsolatban megjelenő anyagokat. A weboldalon szintén elérhető az a 4 perces videó anyag, amelyet az Álmodók Álmodói 2.0 kiállítás számára készítettünk el. (Fontos: a kiállítás szervezőitől az anyagok elkészítésére anyagi forrást és szakmai támogatást nem kaptunk, azt kizárólag a kutatócsoport néhány tagja készítette egy újságíró, illetve videó-animátor szakember segítségével.)



www.fentvagyokaziwiwen.hu

Sajtómegjelenések

MÉDIA	CÍM	LINK
	M5 Mindenki Akadémiája: Hogyan terjed és hal el egy innovatív termék használata (Lengyel Balázs)	https://www.youtube.com/watch?v=ocUBGo_iT4U&t=791s
	Mindenki Akadémiája: Digitális fejlődés (Ságvári Bence)	https://mediaklikk.hu/video/mindenki-akademiaja-sagvari-bence-digitalis-fejlodes/
	Lassan fertőző vírusként terjedt el az iWiW	https://www.origo.hu/techbazis/2014/0623-ugy-terjedt-el-az-iwiw-mint-egy-virus.html
	Bár az iWiW halott, az adatbázisából kutatják, miként csökkenthetők az egyenlőtlenségek	https://24.hu/kultura/2021/03/14/iwiw-adatbazis-halozatkutatas-jovedelmi-egyenlotlenseg-magyarorszag/%20
	A rég halott iWiW kincset érő adatain mutatták ki, hol nőhet az egyenlőtlenség Magyarországon	https://qubit.hu/2021/03/08/a-reg-halott-iwiw-kincset-ero-adatain-mutattak-ki-hol-nohet-az-egyenlotlenseg-magyarorszagon
	(Re)Shaping cities to combat inequality	https://www.eurekaalert.org/news-releases/578327
	WLAN statt Wasser: Macht "schlaue" Technologie unsere Städte fairer?	https://www.derstandard.at/story/2000124320352/wlan-statt-wasser-macht-schlaue-technologie-unsere-staedte-fairer
	A legnépszerűbb magyar weboldal volt az iWiW, ma már csak „dinamikus halott test”	https://qubit.hu/2017/12/15/a-legnepszerubb-magyar-weboldal-volt-az-iwiw-mara-csak-dinamikus-halott-test%20
	Il peso della geografia urbana sulle disparità tra cittadini	https://www.lescienze.it/news/2021/03/26/news/struttura_citta_pianta_bARRIERE_disuguaglianze_sociali_economiche_frammentazione_reti-4910763/?rss

A publikációk eredményeinek összefoglalása

Wachs J, Yasseri T, Lengyel B, Kertész J. 2019 Social capital predicts corruption risk in towns, R. Soc. open sci. 6

A korrupció társadalmi károkozó: a haszon kis csoportokhoz kerül, míg a költségeit mindenki viseli. Az országok közötti és az országokon belüli jelentős eltérések a korrupció szintje tekintetében arra utalnak, hogy a társadalmi struktúra és a korrupció előfordulása között kapcsolat van, a nagyszabású empirikus tanulmányok az adatok híján mindeddig nem készültek el. Ebben a tanulmányban a települések társadalmi tőkéjének strukturális jellemzőit hozzuk összefüggésbe a települések önkormányzataiban tapasztalható korrupcióval. Magyarországi adatok felhasználásával a korrupciós kockázatot a településen elfojtott verseny és az átláthatóság hiánya alapján számszerűsítjük a település által kiírt közbeszerzési szerződések esetében. A társadalmi tőkét társadalmi hálózati adatok felhasználásával jellemezzük, amelyek egy népszerű online platformról származnak. A társadalmi, gazdasági és politikai tényezőket kontrollálva azt találjuk, hogy a szétterjedt társadalmi hálózatokkal rendelkező települések, amelyek a kötő társadalmi tőke többletét jelzik, nagyobb korrupciós kockázatot hordoznak, míg a sokszínűbb külső kapcsolatokkal rendelkező települések, amelyek a hídképző társadalmi tőke többletét jelzik, kevésbé vannak kitéve a korrupciónak. A szétagoltságot úgy értelmezzük, hogy az elősegíti a csoporton belüli kivételezést és a konformizmust, ami növeli a korrupciót, míg a sokféleség elősegíti a pártatlanságot a közéletben és visszafogja a korrupciót.

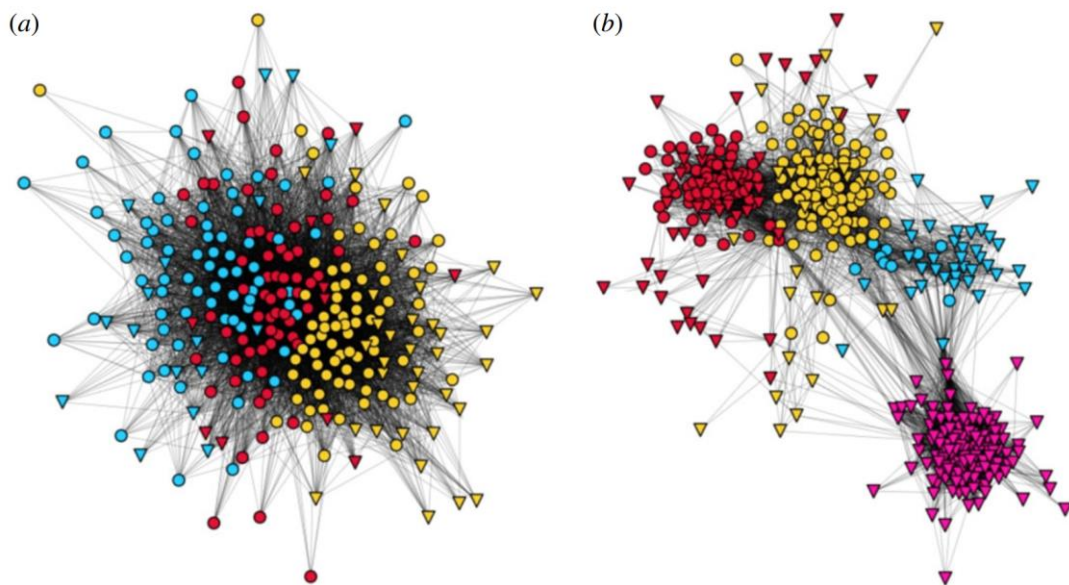


Figure 4. Ego networks with low (a) and high (b) diversity. Colours indicate membership in detected communities in the ego network. Circles denote users from the same settlement as the ego, while triangles mark users from elsewhere. The high diversity user's network has clusters of alters mostly from different settlements.

A versengő cégek az árak közös megállapításával növelhetik nyereségüket, jelentős költségeket hárítva ezzel a fogyasztókra. Az ilyen cégcsoportokat kartelleknek nevezik, és mivel ez a magatartás illegális, működésük titkos és nehezen felderíthető. A kartellek jelentős belső akadályt tapasztalnak: a tagjai rövidtávon a csalásra ösztönözve érzik magukat. Az alábbiakban egy hálózatalapú keretrendszert mutatunk be a potenciális kartellek felderítésére a licitpiacokon, amely azon az elképzelésen alapul, hogy a cégek egy csoportjának esélye, hogy le tudja győzni ezt az akadályt és fenn tudja tartani az együttműködést, a kölcsönhatási mintáktól függ. A cégek hálózatát a közös licitálási magatartásuk alapján hozzuk létre, felderítjük az interakcióban lévő csoportokat, és mérjük kohéziójukat és kizárólagosságukat, a kollektív viselkedésük két csoportszintű jellemzőjét. Az iskolatej piacára alkalmazva módszerünk felderít egy ismert kartellt, és kiszámítja, hogy magas kohézióval és kizárólagossággal rendelkezik. A Grúz Köztársaság által 2011 és 2016 között odaítélt közel 150 000 közbeszerzési szerződés átfogó halmazában a magas kohézióval és kizárólagossággal rendelkező észlelt csoportok szignifikánsan nagyobb valószínűséggel mutatják a kartell viselkedésének hagyományos jegyeit. A csoporttopológia és az együttműködés kialakulása közötti kapcsolatot szimulációs modellben megismételjük. Módszerünk egy skálázható, felügyelet nélküli módszert mutat be a tartós kartellek kialakításához ideális helyzetben lévő cégcsoportok megtalálására a licitáló piacokon.

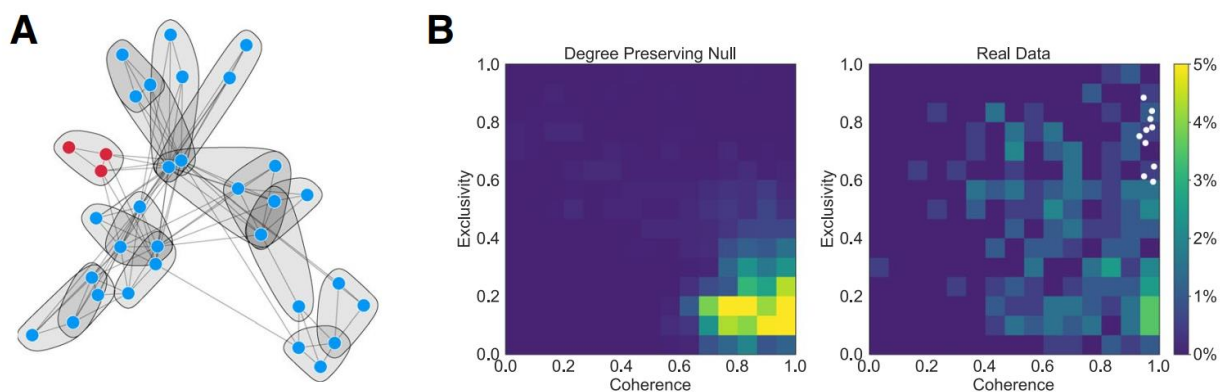


Figure 1. (A) Ohio school milk market co-bidding network, 1986. Overlapping groups are detected using our algorithm. Red nodes are member of the alleged cartel operating near Cincinnati. We exclude firms participating in less than 3 auctions for the purposes of visualization. (B) Coarsened two-dimensional histograms of groups detected in all Ohio school milk networks 1980–1990 in the coherence-exclusivity space. The first plot shows the distribution of the groups detected in 100 bid-degree preserving null models of each of the 10 years. The second plot shows the real distribution of groups. The cartel group's position is marked by white circles. The cartel group has both high exclusivity and coherence.

A modern társadalmakban egyre mélyül a város-vidék szakadék, ami a társadalmi befolyás modellezésének földrajzi kiterjesztését teszi szükségessé. Az innováció helyszínek közötti és a társadalmi kapcsolatokon keresztül történő elterjedésének jobb megértése új ismeretekkel szolgálhat az információ terjedéséről, a technológiai fejlődésről és a gazdasági fejlődésről. Ebben a munkában az iWiW, egy magyarországi online közösségi hálózat (OSN) térbeli terjedési dinamikáját elemezzük, és empirikus jellemzőket tárunk fel a társadalmi hálózatok térbeli terjedésével kapcsolatban. Az iWiW teljes életciklusa során, 2002 és 2012 között, 3 millió felhasználó 300 millió baráti kapcsolatot ért el. Megállapítottuk, hogy az elfogadók száma a város lakosságának függvényében egy olyan skálázó törvényt követ, amely azt mutatja, hogy a korai elfogadás erősen koncentrálódik a nagyvárosokban, és kevésbé koncentrálódik a késői elfogadás. Azt is felfedeztük, hogy az életciklus során az elterjedés távolságának csökkenése erősödik, ami a korai szakaszokban a távoli elterjedés nagy arányát, a késői szakaszokban viszont a helyi elterjedés dominanciáját jelzi. A terjedési folyamatot a Bass-féle diffúziós keretrendszerben modellezzük, ami lehetővé teszi a differenciálegyenletes változat és a modell empirikus hálózaton futtatott ágensalapú változatának összehasonlítását. Bár mindkét modellváltozat képes megragadni az elfogadás makrotrendjét, korlátozottan képesek leírni a városi skálázás és a távolság csökkenésének megfigyelt tendenciáit. Azt találjuk azonban, hogy az átvételi küszöbértékek beépítése - amelyeket a társadalmi kapcsolatok azon hányada határoz meg, amely egy technológiát az egyén átvétele előtt átvesz - javítja a hálózati modell illeszkedését a korai átvevők városi skálázódásához. A küszöbértékek eloszlásának ellenőrzése lehetővé teszi számunkra, hogy kiküszöböljük a helyi hálózati struktúra által a helyi elfogadási csúcsok előrejelzésében okozott torzítást. Végezetül megmutatjuk, hogy a földrajzi jellemzők, mint például az innováció eredetétől való távolság és a város mérete, minden modellspecifikációban befolyásolják az adoptációs csúcsok előrejelzését helyi léptékben.

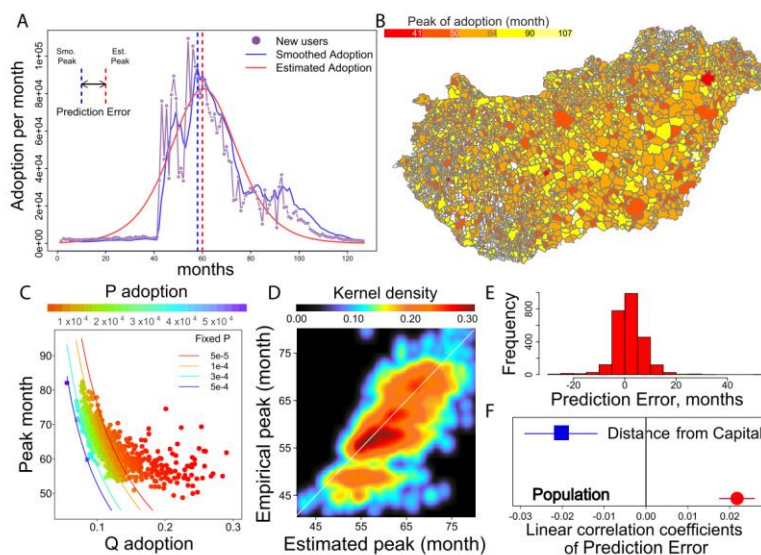


Figure 2. Adoption peak prediction on local scales with the Bass model. (A) The Bass DE model estimates on the monthly adoption trend and a smoothed empirical adoption trend (3-month moving average) are compared. We investigate the difference between estimated peak month and the peak of the smoothed trend. (B) Times of adoption peaks vary across towns. (C) Estimated p_i and q_i result in same adoption peak with fixed p_i , except in early adoption cases when q_i is high. (D) Estimated peaks of adoption correlate with empirical peaks of adoption ($p = 0.74$). (E) Prediction Error in town i is the predicted month of adoption peak by Equation 2 minus the empirical month of smoothed adoption peak. (F) Dots are point estimates of linear univariate regressions and bars depict standard errors. Dependent variable is scaled with its maximum value and independent variables are log-transformed with base 10.

Ebben a tanulmányban egy Magyarországon végzett feltáró vizsgálat eredményeit mutatjuk be, amely egy faktoriális tervezésen alapuló online felmérés segítségével vizsgálta a részvételi hajlandóságot egy jövőbeli kutatási projektben, amely az okostelefonokon végzett aktív és passzív adatgyűjtésen alapul. A közelmúltban az okoseszközök fejlődése korábban elképzelhetetlen mértékű viselkedési adatok gyűjtését tette lehetővé. Az ezen adatok megosztására való hajlandóság azonban a társadalomtudományok egyik kulcskérdése, és gyakran a legnagyobb akadállyal bizonyul a kutatások elvégzése előtt. Ebben a tanulmányban vignetták segítségével tesztelünk különböző (hipotetikus) vizsgálati beállításokat, amelyek szenzoros adatgyűjtést tartalmaznak, de különböznek a kutatás szervezője, a vizsgálat célja és a gyűjtött adatok típusa, az adatmegosztás időtartama, az ösztönzők száma és az adatgyűjtés felfüggesztésének és felülvizsgálatának lehetősége tekintetében. A válaszadók demográfiai profilja mellett viselkedési és attitűdváltozókat is bevontunk a modellekbe. Eredményeink azt mutatják, hogy az adatgyűjtés tartalma és kontextusa jelentősen megváltoztatja az emberek részvételi hajlandóságát, ugyanakkor úgy tűnik, hogy az alapvető demográfiai jellemzők (az életkoron kívül) és az általános bizalmi szint nincs jelentős hatással. Ez a tanulmány egy nagyobb projekt első lépése, amely egy komplex okostelefon-alapú kutatási eszköz kifejlesztését foglalja magában a hibrid (aktív és passzív) adatgyűjtéshez. Az ebben a tanulmányban bemutatott eredmények segítenek javítani a kísérleti tervezésünket, hogy az adatmegosztási aggályok minimalizálásával és a felhasználói részvétel és motiváció maximalizálásával ösztönözzük a részvételt.

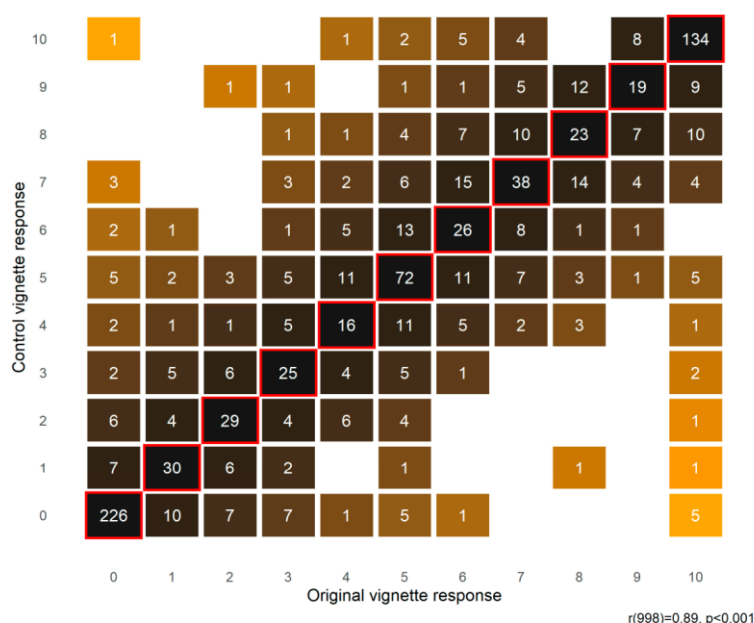


Figure A1. Comparison of responses for original vignettes vs. control vignette.

A társadalmi hálózatok felerősítik az egyenlőtlenségeket a társadalmi kapcsolatok kialakulásának olyan alapvető mechanizmusai révén, mint a homofília és a triádok zártsága. Ezek az erők fokozzák a társadalmi szegregációt, ami a széttöredezett társadalmi hálózati struktúrában tükröződik. Az olyan földrajzi akadályok, mint a távolság és a fizikai vagy közigazgatási határok szintén erősítik a társadalmi szegregációt. Mégis kevesebbet tudunk a társadalmi hálózati struktúra, a városföldrajz és az egyenlőtlenségek közötti együttes kapcsolatokról. Ebben a tanulmányban egy online társadalmi hálózatot elemzünk, és azt tapasztaltuk, hogy a társadalmi hálózatok széttöredezettsége jelentősen nagyobb azokban a városokban, amelyekben a lakóövezeteket fizikai akadályok, például folyók és vasútvonalak választják el egymástól. Azok a városok, amelyekben a városrészek viszonylag távol vannak a városközponttól, és a kényelmi szolgáltatások térben koncentrálnak, társadalmilag is jobban szegregáltak. Egy kétlépcsős modell segítségével megmutatjuk, hogy ezek a városföldrajzi jellemzők a társadalmi hálózatok széttöredezettségén keresztül szignifikáns kapcsolatban állnak a jövedelmi egyenlőtlenséggel. Más szóval, egy hely földrajzi jellemzői a társadalmi hálózatokon keresztül növelhetik a gazdasági egyenlőtlenségeket.

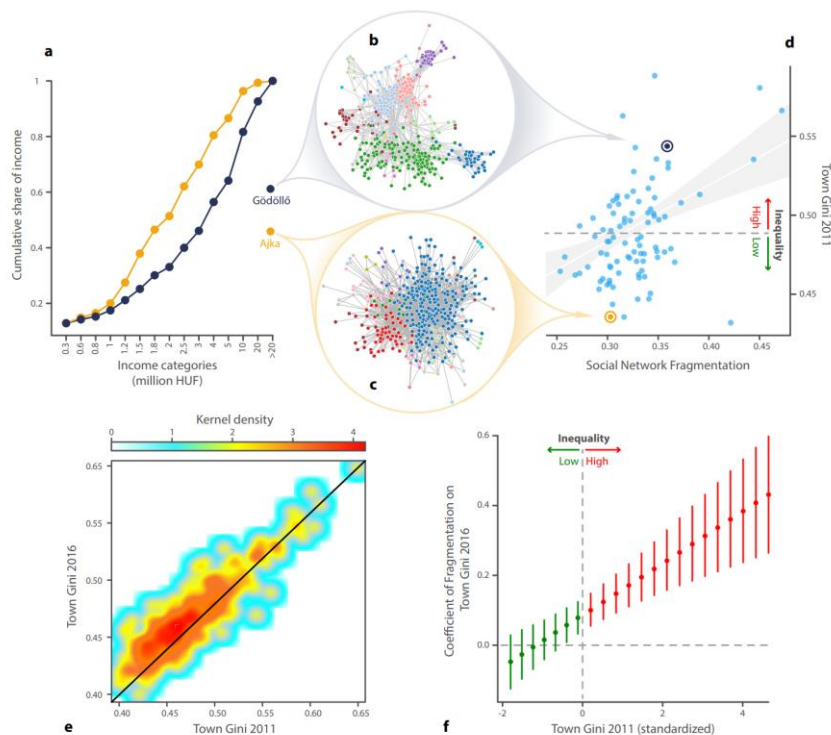


Fig. 1 Income inequality (G_i) correlates with network fragmentation (F_i) in towns. **a** Cumulative distribution of income in a relatively equal town (Ajka, gold) and a relatively unequal one (Gödöllő, dark blue). Sampled social networks in Gödöllő (**b**) and Ajka (**c**). Node colors represent network communities revealed by the Louvain method in both networks. **d** Income inequality measured by the Gini index ($G_{i,2011}$) for towns with more than 15,000 inhabitants ($n = 91$) correlates with the fragmentation (F_i) of their social networks (Pearson's $\rho = 0.44$). Gold dot: Ajka ($G_{i,2011} = 0.43$, $F_i = 0.3$); dark blue dot: Gödöllő ($G_{i,2011} = 0.54$, $F_i = 0.36$); blue dots: all other towns. Fitted line represents a linear regression $G_{i,2011} = 0.36 + 0.37F_i$ with $R^2 = 0.198$. The shade area depicts 95% confidence interval. The dashed horizontal line represents the mean of $G_{i,2011} = 0.488$. **e** We plot the correlation between town Gini scores in 2011 and 2016 ($G_{i,2011}$ and $G_{i,2016}$). **f** The relationship between network fragmentation (F_i) and inequality in 2016 is stronger in those towns where initial inequality ($G_{i,2011}$) is high. β , the marginal effect of town social network fragmentation (F_i) on the Gini of the town in 2016 ($G_{i,2016}$), becomes significant around the mean of the Gini in 2011 ($G_{i,2011}$) i.e. at $Z_{G_{i,2011}} = 0$. It increases as $G_{i,2011}$ grows. Points depict estimated marginal effects at the mean and bars represent their 95% confidence intervals ($n = 474$).

Az emberek közötti kölcsönhatások olyan összetett társadalmi hálózatokat eredményeznek, amelyeket heterogén fokszámosztás, súly-topológia kapcsolat, átfedő közösségi struktúra és a kapcsolatok dinamikája jellemző. A kutatások elsődleges célja a társadalmi hálózatok e jellemzőinek megértése, mivel ezek a hálózatok alkotják a különböző kialakuló társadalmi jelenségek kereteit a betegségek terjedésétől a politikai mozgalmakig. Tanulmányozásukhoz megfelelő eszköz az ágensalapú modellezés, amelyben az egyének képviselőiben a csomópontok döntéseket hoznak a kapcsolatok létrehozására és törlésére vonatkozóan, így különböző makroszkópikus viselkedési mintákat eredményeznek. Ebben a tanulmányban a súlyozott társadalmi hálózati modell általánosításának vizsgálatára összpontosítottunk, amely a társadalmi kapcsolatok és társadalmi hálózatok kialakulásának leírására szolgáló egyik legalapvetőbb ágensalapú modell. Ez az általánosított súlyozott társadalmi hálózat (GWSN) modell magában foglalja a triádzárlatot, a homofil kölcsönhatásokat és a különböző kapcsolatmegszüntetési mechanizmusokat, amelyeket a korábbi munkákban külön-külön vizsgáltunk. Ennek megfelelően a GWSN-modellnek megnövekedett a bemeneti paramétereinek száma, és a modell viselkedése túlzottan összetetté válik, ami kihívást jelent a modell viselkedésének tisztázása szempontjából. Szuperszámítógép segítségével tömeges szimulációkat hajtottunk végre, és az eredményeket mély neurális hálózatok képzési adataként használtuk fel, hogy regressziós elemzést végezzünk a generált hálózatok tulajdonságainak a bemeneti paraméterekből történő előrejelzésére. A kapott regressziós modellt globális érzékenységi elemzésre is felhasználtuk, hogy azonosítsuk, mely paraméterek befolyásoló vagy jelentéktelenek. Úgy véljük, hogy ez a módszertan komplex hálózati modellek nagy osztályára alkalmazható, így megnyitva az utat a realisztikus kvantitatív ágensalapú modellezés előtt.

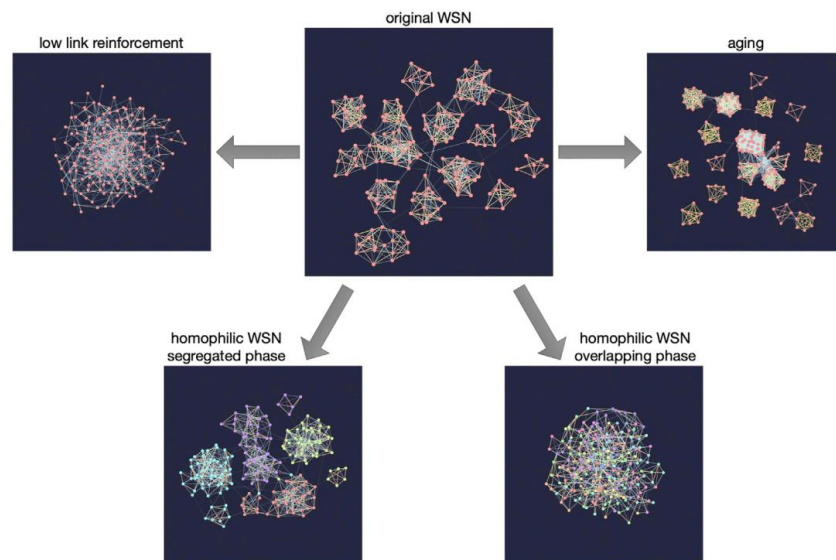


FIGURE 1 | Snapshots of the networks generated by the GWSN model for various combinations of parameter values in the model. The top center panel shows the network generated by the original WSN model showing the Granovetterian community structure when the links are reinforced sufficiently. The Granovetterian community structure is absent when the link reinforcement is not high enough, as shown in the top left panel. The top right panel presents the network with higher clustering than the original WSN model when only the link aging mechanism is applied for the link termination. The bottom panels show the effect of homophilic interaction on the generated networks; depending on the parameter values, it shows the structural transition from the segregated, non-overlapping communities (**bottom left**) to the overlapping communities (**bottom right**).

A gazdasági és infrastrukturális tényezők mellett az emberek társadalmi kapcsolatai is befolyásolják a migrációs mintákat. Ez a hatás a társadalmi kapcsolatok által elérhetővé tett erőforrásoknak: a társadalmi tőkének tulajdonítható, amely a migráció folyamatában is hasznosítható. A korábbi szakirodalom alapján a társadalmi tőke három különböző aspektusát azonosítjuk, és egyidejűleg teszteljük a belföldi migrációval való kapcsolatukat. Először azt elemezzük, hogy a közösségeken belüli kapcsolatok intenzitása (helyi társadalmi tőke) visszatart-e a migrációtól. Másodszor, hogy a két közösség közötti kapcsolatok intenzitása (áthidaló társadalmi tőke) összefügg-e a köztük lévő migráció növekedésével. Végül azt vizsgáljuk, hogy a helyi közösségi hálózatok nyílt vagy zárt struktúrája (kötő társadalmi tőke) hozzájárul-e a magasabb vagy alacsonyabb migrációs arányokhoz. Ezen intézkedések mutatóit a magyarországi felnőtt lakosság 40%-át lefedő, archivált online közösségi hálózati adatok felhasználásával állítjuk össze, és 175 kistérség hivatalos migrációs adataival kombináljuk. A pont-pont gravitációs és negatív binomiális modellek alapján azt találjuk, hogy a kistérségek közötti áthidaló társadalmi tőke összefügg a migrációs áramlások növekedésével, de nem találjuk, hogy a helyi társadalmi tőke visszatartja a migrációtól.

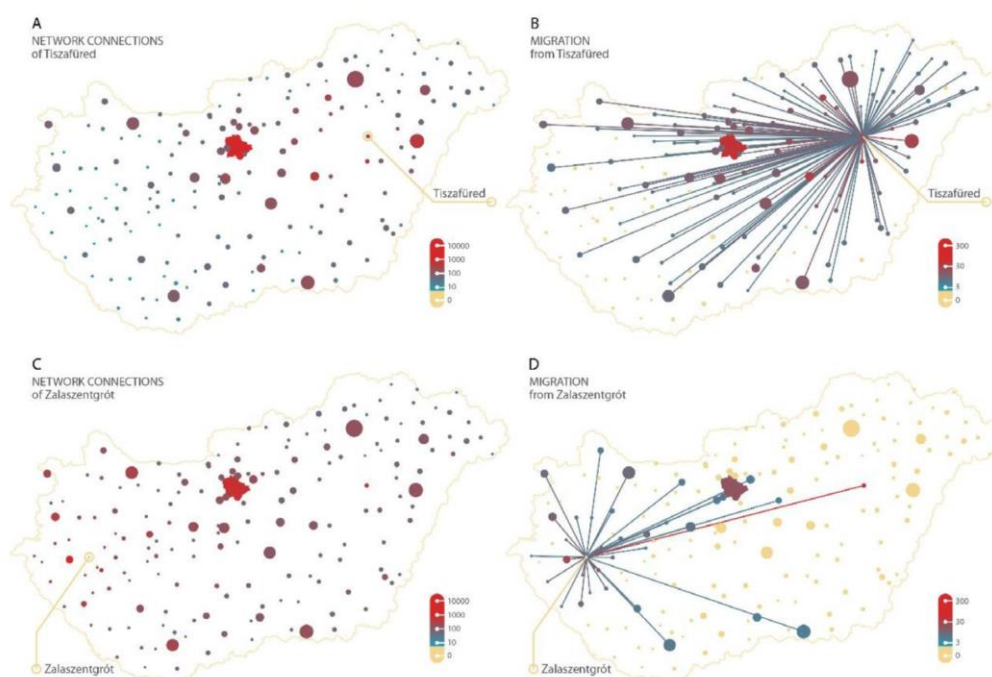


Fig. 1 Social network connections and migration from two selected subregions. *Notes* Colours represent social network connections (panels A, C) and migration volumes (sum of 6 years; panels B, D), both on a logarithmic scale. Node sizes represent population of subregions

A posztindusztriális korszakban a városi hálózatok és a városi régiók átalakulását alapvetően befolyásolta az infokommunikációs technológiák (IKT) és az internet gyors terjedése. Az emberek különböző IKT-eszközök segítségével osztják meg az információkat mindennapi életükben, és végül olyan georeferált adatokat generálnak, amelyek fontos információkat szolgáltatnak az emberek térhasználatáról, térbeli mozgásukról és társadalmi kapcsolataikról. A tanulmány fő célja az IKT és a közösségi médiahálózatok városföldrajzi és térbeli hatásainak feltárása a magyar városokban. A magyar városok mobilkommunikációs és online közösségi hálózati kapcsolati adatai alapján területi és települési hierarchikus mintázatok és klaszterek kialakítására összpontosítunk. A tanulmány kiemeli a mobilkommunikáció intenzitása és a városközi társadalmi kapcsolatok sűrűsége és kiterjedése, illetve a települések gazdasági fejlettségi szintje közötti kapcsolatot. A módszertan a mobiltelefonos hívásrekordok (CDR) elemzésén és a közösségi média aktivitások városközi hálózati elemzésén alapul. Eredményeink arra utalnak, hogy a különböző kommunikációs hálózatok eltérő térbeli mintázatokat követnek Magyarországon. A magyar területi megosztottság hagyományos kelet-nyugati kettőssége még mindig tükröződik a mobil távközlésben, de a közösségi média aktivitásán alapuló városközi klaszterek általában a közigazgatási struktúrák határaihoz igazodnak. Számos esetben sikerült erős városközi kapcsolatokat azonosítani a különböző megyék és regionális határokat átszelő mezoléptékű térszerkezet hasonló gazdasági fejlettségi szintű települései között. A társadalmi és demográfiai kérdésekkel kapcsolatos eredmények azt sugallják, hogy a "Z generáció" hosszú távon kulcsszerepet játszhat a digitális szakadék okozta társadalmi és gazdasági feszültségek csillapításában. Egy többdimenziós magyarázó modell segítségével be tudtuk mutatni a digitális hálózatok és a gazdasági fejlődés közötti növekvő összefonódást.

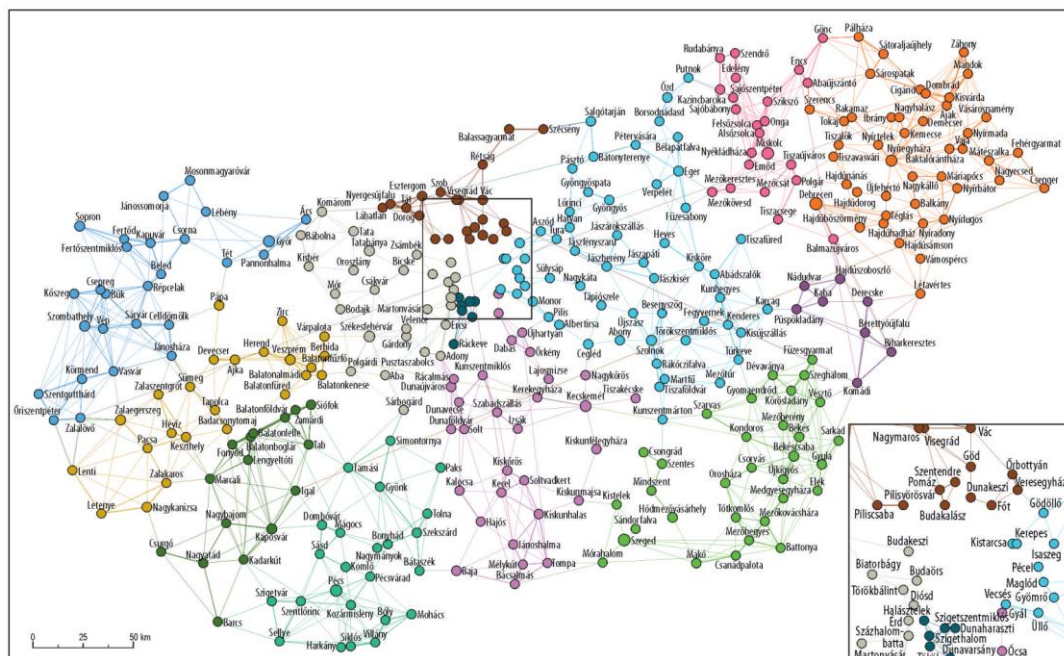


Fig. 7. Intercity clusters identified by the strongest ties across cities.

Kutatásunk a kapcsolatháló magyarországi vándorlásban játszott szerepével foglalkozik. A korábbi vizsgálatok elsősorban a nemzetközi vándorlásban mutatták ki a kapcsolatháló hatását a migrációra, tanulmányunkban ezt a belföldi migráció kapcsán elemezzük. Modellünkben a származási települések és a célhely-alternatívák infrastrukturális és gazdasági jellemzői mellett a hálózati hatások további push és pull faktorokként jelennek meg. Az elemzésbe bevontuk a települések jellemzőit a T-STAR adatbázis alapján, a települések közti távolságot pedig az útidővel jelöltük. A kapcsolatháló hatását az elmúlt évek vándorlásával és az iWiW közösségi hálón fenntartott kapcsolatokkal mértük. A longitudinális adataink a 2000–2014 közötti időszakra, a keresztmetszeti modellek pedig 2014-re vonatkoznak. A statisztikai elemzésekhez többszintű (multilevel) és fixhatás modelleket használtunk. Eredményeink azt mutatják, hogy mind az elvándorlással, mind a letelepedéssel szignifikáns és pozitív összefüggésben vannak a kapcsolathálózati jellemzők – mind a korábbi évek vándorlása, mind a közösségi hálón fenntartott kapcsolatok hatással vannak az aktuális évi vándorlás mértékére.

Kertész, J., Wachs, J. Complexity science approach to economic crime. Nat Rev Phys 3, 70–71 (2021)

Ebben a rövid írásban szerzők kifejtik, hogy a komplexitás-tudomány és a hálózattudomány különösen hasznos a gazdasági visszaélések - például a csalás és a korrupció - rejtett nyomainak azonosítására és leírására.

A projekt hatása, jövőbeli kutatási irányok

Az iwiw adatainak kutatása egyedülálló lehetőség volt a magyar társadalomtudósok, illetve más diszciplínák felől érkező kutatók számára. Ez a közel egy évtizedes kutatás hozzájárult ahhoz, hogy a magyarországi mainstream társadalomtudományokon belül kinőhessen egy olyan kutatói bázis, amelynek tagjai a számítógépes társadalomtudomány területén bekapcsolódhattak a nemzetközi kutatások élvonalába. Ez a kutatás most véget ért, hiszen az adatokban rejlő legfontosabb eredményeket már publikáltuk, de ez nem jelenti azt, hogy ezt a munkát akár a kutatócsoport tagjai, akár más magyarországi és külföldi kutatók ne tudnák folytatni. Ennek érdekében a KRTK Adatbankkal kötött együttműködés keretében az iwiw anonimizált adatbázisát nyilvánosan elérhetővé tettük.

Budapest, 2022. 12.29.

Ságvári Bence
vezető kutató