

A világvárosok közötti gazdasági távolság térképezése térinformatikai módszerekkel

Boros Lajos¹ – Dudás Gábor²

¹ egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem, Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék,
borosl@geo.u-szeged.hu

² tudományos munkatárs, MTA KRTK RKI ATO Békéscsabai Osztály / tudományos segédmunkatárs,
Szegedi Tudományegyetem, Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, dudasgabor5@gmail.com

Abstract: The development of transport and communication infrastructures have had a profound impact on the spatial organization of the world city network, which have long been of interest to geographers. Our study is based on previous works on airline transport geographies and world city network studies. We introduce a new method to measure the spatial pattern and network of world cities by using air traffic data. In our research we created an international database for large number of world cities and developed a way to map cost distance using conventional and GIS based mapping techniques. The main result of this work is a set of maps showing the cost distances between world cities, which can be used as a significant source of information for world city network analysis.

Bevezetés

A 20. század második felétől a közlekedési és információs – „tér-idő zsugorító” – technológiák fejlődésének hatására átfogó változások indultak el a gazdaságban. Kialakult a globális léptéken szerveződő, komplex rendszerekre épülő kapitalizmus, amely nagy hatást gyakorolt a globalizálódó társadalom térbeli szerveződésére is (NAGY E.–PÁL V. 2010). A folyamat részeként azok a tér- és időkorlátok, amelyek elválasztják egymástól az egyes földrajzi helyeket, egyre inkább megszűnni látszanak. Ennek eredményeként bizonyos helyek „közelebb” kerülnek egymáshoz, így a Földünk az elérhetőséget és a távolságot figyelembe véve „összezsugorodik” (DICKEN, P. 2011, HAUGER, G. 2001, ZOOK, M. A.–BRUNN, S. D. 2006). Ez a fajta megközelítés azonban megtévesztő lehet, hiszen a legtöbb kutató egyetért abban, hogy a telekommunikációs eszközök hatására a távolság jelentőségének csökkenése figyelhető meg (pl. CASTELLS, M. 2005), azonban ez a folyamat Földünkön nem egyenletesen zajlik, és nem minden helyet és embert érint egyaránt (BERNEK Á. 2002, KNOWLES, R. D. 2006, MASSEY, D. 1994). Nem szabad ugyanis elvonatkoztatni attól a tényről, hogy a közlekedési és infokommunikációs rendszerek működtetése rendkívül kiterjedt infrastruktúrákat követel, amelyek kiépítése és üzemeltetése nagy anyagi ráfordítást igényel, így elsősorban a világvárosokban valósulnak meg (HAUGER, G. 2001). Ezek a városok, mint az áramlási rendszerek valódi csomópontjai magukba foglalják mindazokat a technológiákat, amelyek a közöttük kialakult hálózatok segítségével összekapcsolják a tér különböző pontjait, és vezérlik a gazdasági erőforrások, az egyének, a tőke, az áruk

és az információk áramlását (CASTELLS, M. 2005). A világvárosok között is megfigyelhető azonban egyfajta hierarchikus elrendeződés, ami alapján eltérő módon kapcsolódnak be az áramlási rendszerekbe és eltérő módon segítik az áramlások megvalósulását is (ENYEDI Gy. 2012). A városok globális városhierarchiában elfoglalt helye tehát nagyban összefügg azzal, milyen mértékben összpontosulnak bennük azok a technológiák, amelyek hatással lehetnek a globális áramlásokra és hálózatokra, a tér egyes pontjai közötti távolságokra, így a közöttük kialakult térkapcsolatokra is.

Ennek kapcsán felmerül a kérdés, hogy akkor valójában milyen messze is van A ponttól B pont? Milyen kapcsolat mutatható ki e csomópontok között, és hogyan illeszkednek ezek a globális városhierarchiába? Ennek vizsgálatára két fő szemlélet (vállalat szervezeti szemlélet és az infrastrukturális szemlélet) formálódott ki (részletesebben lásd DUDÁS G. 2013). Kutatásunkban mi a az infrastrukturális szemléletmódból indultunk ki, és légi közlekedési adatok alapján vizsgáltuk az egyes világvárosok közötti térkapcsolatokat.

Kutatásunk célja egy olyan térképezési módszer megalkotása volt, amely kiküszöböli a korábbi kutatások által megfogalmazott hiányosságokat (pl. induló és érkező repülőtéri adatok hiánya, csak nemzetközi légi forgalmi kapcsolatok adatait tartalmazó adatbázisok) és konkrét városok közötti áramlási adatok felhasználásával, lehetővé teszi a világvárosok közötti térkapcsolatok vizualizációját.

Tanulmányunk első felében röviden összefoglaljuk a kutatás során alkalmazott adatgyűjtési és feldolgozási módszereket, míg a második részben ismertetjük a gazdasági távolság és időtávolság térképek elkészítésének lépéseit.

Anyag és módszer

Aglobális városhierarchiacúcsán elhelyezkedő városok térkapcsolatának vizsgálata számos ok miatt összetett feladat, ennek megfelelően a korábbi kutatások alapján (Derudder et al., 2008, Zook, M.A.-Brunn, S.D. 2006) alapvetően kvantitatív jellegű módszereket használtunk. A vizsgálatot megfelelő adatbázisok hiányában internetes adatgyűjtésre alapoztuk. Az adatbázisok meghatározása, lekérdezése, rendezése és ábrázolása bonyolult többlépcsős folyamat, amelyet a továbbiakban röviden jellemezünk.

Az elemzési egységek meghatározása

Vizsgálatunkat az elemzési egységeink (világvárosok) meghatározásával és leválogatásával kezdtük. Nemzetközi szakirodalmak (BEAVERSTOCK et al., 90

1999, CLARKE, D. 2005) és adatbázisok (www.citypopulation.de, GAWC, 2008) alapján meghatároztuk a 100 legfontosabb világvárost. A rangsoroláshoz a népességszámot, a repülőtéri utasforgalmat és a világgazdaságban betöltött szerepet vettük alapul (részletesebben lásd DUDÁS G. 2013).

Az elemzési egységek meghatározása után a világvárosok között légi forgalmi adatokat kérdeztük le. Először a már meglévő repülőjegyár adatbázisokat (pl. APTCO Airline Tariff Publishing Company, BACK Aviation O&D-lux Origin-Destination Fare Data) vizsgáltuk meg, azonban azt tapasztaltuk, hogy ezek a kutatók számára ingyenesen nem hozzáférhetőek, nem tartalmaznak elegendő információt és hiányosak is – e tapasztalataink egybevágnak a korábbi kutatások megállapításaival. Ezek után a hazai és nemzetközi szakirodalomban is elfogadott (BILOTKACH, V. 2010, BURGHOUWT et al. 2007, ZOOK, M. A.–BRUNN, S. D. 2006) internetes adatgyűjtéshez folyamodtunk. Az adatokat az egyik piacvezető internetes utazási iroda honlapjáról (www.orbitz.com) kérdeztük le. Fontos megemlíteni, hogy nemcsak az Orbitz az egyetlen internetes disztribúciós feleület (ilyen még pl. Expedia, Opodo, Travelocity), azonban apró hiányosságai ellenére (pl. a diszkont légitársaságok jegyárainak hiányossága) az összehasonlító lekérdezések alkalmával az orbitz kezelőfelülete bizonyult leginkább felhasználóbarátnak, és a webfelület információtartalma is a legnagyobb volt a vizsgált rendszerek közül.

A vizsgálat során két globális adatfelvételt, valamint kontroll adatfelvételeket is végeztünk havi rendszerességgel előre meghatározott időben és időre vonatkozóan. A lekérdezett adatok minden esetben oda-vissza útra szóltak, és a felvételezés időpontjától egy hónappal előre következő hétfőtől-hétfőig terjedő intervallumot foglalták magukba. Az adatfelvételek során a lekérdezett adatok tartalmazták a legolcsóbb repülőjegyet és a hozzá tartozó repülési időt, a kiinduló, átszálló és érkezési repülőtereket, valamint a legrövidebb utazási időt és a hozzá tartozó repülőjegyárakat is (DUDÁS G. 2013).

A térképezéshez használt eszközök

A lekérdezett adatok kezelésére és vizualizációjára az ESRI ArcGIS 9.3-at és annak eszközeit használtuk. A térképezési folyamat során további két bővítményt a Military Analyst Tool-t és a Geodesic Tool-t is használtuk.

Military Analyst Tool (MAT)

A Military Analyst Tool az ArcGIS egyik ingyenesen letölthető bővítménye, ami számos megjelenítő és elemző eszközzel (pl. Raster and

Vector Map Tool, Data Management Tools, Geodesy Tools, stb.) egészíti ki az ArcGIS alapvető funkcióit (ARCGIS MILITARY ANALYST BROCHURE, 2005). Erre az eszközre azért esett a választásunk, mert kutatásunk során azzal szembesültünk, hogy az alap ArcGIS nem tartalmaz olyan eszközt, amely gömbfelületen megbirkózik két földrajzi koordinátákkal meghatározott pont összekötésével, úgy hogy közben a dátumválasztó vonalat is figyelembe veszi. Esetünkben ez azért volt fontos, hogy pl. New Yorkot és Tokiót ne a teljes eurázsiai kontinensen keresztül kösse össze, hanem a Csendes-óceánon át. A MAT/Geodesy Tools/Geodesy Calculator segítségével lehetővé vált a két pont közötti távolság és azimut kiszámítása, így geodéziai vonalakkal (geodesy lines) összeköthettük a pontjainkat, miközben kiküszöböltük a dátumválasztó vonal által okozott problémát.

Geodesic tools

Kutatásunk során azt tapasztaltuk, hogy a MAT Geodesy Tools eszköze alkalmas a gazdasági távolság vizualizációjára két pont között, azonban esetünkben apró hiányosságai is megmutakoztak. A nagy adatbázisunknak köszönhetően sok időt vett volna igénybe minden egyes városkapcsolat esetében kiszámítani a szükséges adatokat, ezért egy olyan alkalmazást kerestünk, amelyik felgyorsítja és egyszerűsíti ezt a folyamatot. Választásunk a Geodesic Tools/Calculate Geometry eszközre esett, ami a Jennes Enterprises által fejlesztett Tools for Graphic and Shapes programcsomag része. A Calculate Geometry funkcióval kiszámítható két pont geodéziai távolsága és azimutja, valamint ezek az adatok egyszerűen beilleszthetőek a bemenő adattáblánkba (JENNES, J. 2011).

A gazdasági távolság kiszámítása

A gazdasági távolság értékek kiszámításához és térképi megjelenítéséhez, a korábbi szakirodalmakban és saját kutatásainkban is használt módszereket vettük alapul. Ezekre alapozva azonban a repülőjegyár mellett további két paraméterre (földrajzi távolság, térképi alaparány) volt szükségünk. A kiindulási repülőterek és a célállomások közötti földrajzi távolságokat a Google Earth adatbázisából származó koordináták alapján, az ESRI ArcGIS 9.3. Geodesic tools segítségével határoztuk meg az egyes városok között. A harmadik paraméter, a térképi alaparány kiszámításához definiálnunk kellett, mennyibe is kerül 1 km repülőút „A” és „B” város között. A térképi alaparány meghatározása során figyelembe vettük, hogy a távolság növekedésével a repülőjegyek is növekednek, azonban nem egyenesen arányosan (KNOWLES, R.D. 2006, TAAFFE et al., 1996). A torzító eredmények elkerülése érdekében a

1. táblázat: Távolsági szintek a légi közlekedésben repülési idő és földrajzi távolság alapján (Forrás: Francis et al., 2007 alapján saját szerkesztés)

Távolsági szintek	Repülési idő (h)	Földrajzi távolság (km)	1 km repülőút költsége (USD)
Rövid táv (short-haul)	<3	<2000	0,256
Közép táv (medium-haul)	3-6	2001-4000	0,160
Hosszú táv (long-haul)	6-12	4001-9500	0,140
Ultra hosszú táv (ultra long-haul)	>12	>9500	0,122

nemzetközi szakirodalmak alapján (FRANCIS et al., 2007) négy távolsági szintet határoztunk meg (1. táblázat). Ezek alapján rövid távon átlagosan 0,256 USD-ba, közép távon 0,160 USD-ba, hosszú távon 0,140 USD-ba, míg ultra hosszú távon 0,122 USD-ba kerül egy kilométer megtétele (DUDÁS G. 2013). Ezekkel az arányértékkel elosztva az adott városkapcsolathoz tartozó repülőjegyárat, megkaptuk a gazdasági távolságok értékét.

A gazdasági távolság térképezésének folyamata

A térképezési folyamat előtt összeállítottuk a kiindulási adatbázisunkat (2. táblázat), majd alaptérképünknek világtérképet választottuk és WGS84 vetületi rendszert használtunk.

A térképezési folyamat az alábbi lépések szerint történt (1. ábra):

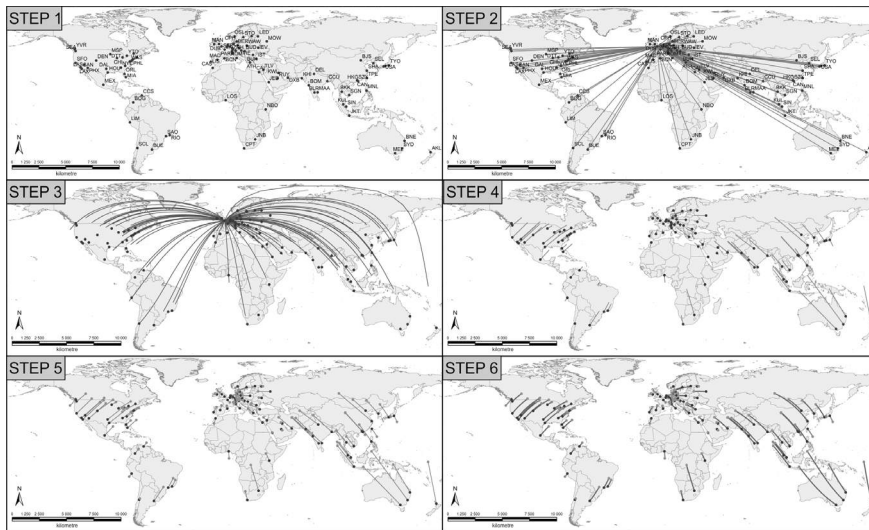
1. lépés: Az alaptérképen bejelöltük a vizsgálatban szereplő városokat.
2. lépés: **MAT/Geometry/Table to Line** eszköz használatával összekötöttük a kiindulási városokat a célvárosokkal.
3. lépés: Az előző lépés adatait felhasználva a **Geodesic Tools/Calculate Geometry** eszközzel kiszámoltuk a földrajzi főkörön mért távolságot (Spheroidal length) és az azimutot (Start azimuth), majd a földrajzi

2. táblázat: A Londonhoz tartozó kiindulási adatbázis részlete (Forrás: saját szerkesztés)

START_CITY	S_LAT_Y	S_LON_X	END_CITY	E_CITY_CODE	E_LAT_Y	E_LON_X
London	51,48791	-0,17799	Amsterdam	AMS	52,37304	4,89483
London	51,48791	-0,17799	Atlanta	ATL	33,79570	-84,34922
London	51,48791	-0,17799	Beijing	BJS	39,90619	116,38803
..

A táblázatban szereplő rövidítések:

START_CITY – a kiindulási város neve; S_LAT_Y – a kiindulási város szélességi koordinátái; S_LON_X – a kiindulási város hosszúsági koordinátái; END_CITY – a célváros neve; E_CITY_CODE – a célváros repülőtéri kódja; E_LAT_Y – az célváros szélességi koordinátái; E_LON_X – a célváros hosszúsági koordinátái



1. ábra A térképezési folyamat fázisai; Forrás: saját szerkesztés

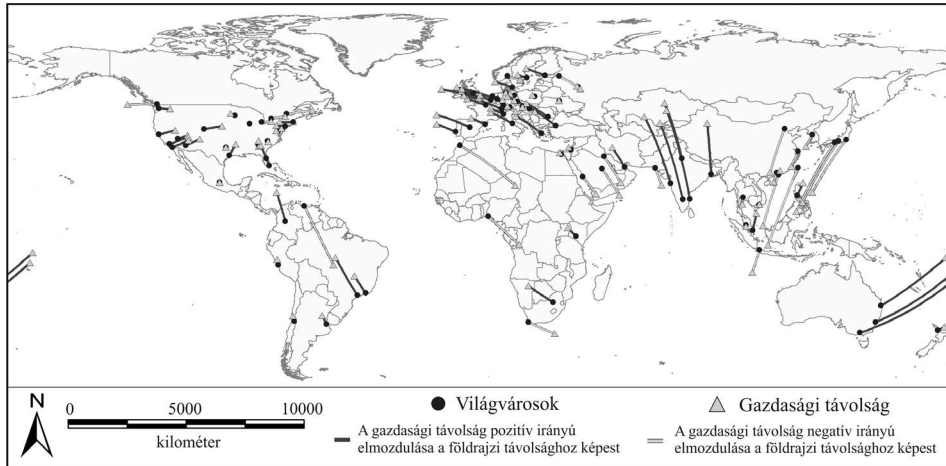
fölkörön mért távolságot ábrázoltuk a térképünkön a *MAT/Geometry/ Table to Geodesy Line* eszközzel.

4. lépés: A 3. lépésben mentett adatok alapján a *Calculate Geometry* segítségével meghatároztuk a városok gazdasági távolságának szélességi és hosszúsági koordinátáit, és a *MAT/Geometry/Table to Line* segítségével összekötöttük ezeket a célvárosokkal.
5. lépés: A városok gazdasági távolság értékeket (háromszögek) feltüntettük a térképeinken.
6. lépés: A 4. lépésben mentett adatok alapján a *Geodesic Tools/Calculate Geometry* eszköz segítségével ismét kiszámítottuk a földrajzi fölkörön mért távolságot és az azimutot a célvárosok és a gazdasági távolság pontok között. A *MAT/Geometry/Table to Geodesy Line* segítségével feltüntettük a térképünkön a városok pozitív vagy negatív irányú elmozdulásait a földrajzi távolságukhoz viszonyítva (2. ábra).

Eredmények

Tanulmányunkban egy olyan térképi ábrázolásmódszert dolgoztunk ki amely alkalmas lehet a globális városhierarcia csúcsán elhelyezkedő városok gazdasági távolságának térképezésére, és a közöttük lévő térkapcsolatok vizsgálatára. Ez a módszer kiküszöböli a korábbi kutatások során megfogalmazott hiányosságokat, mindemellett szintetizálja több tudományterület adatgyűjtési, elemzési és térképezési módszereit is.

Az eredményeink mind tudományos, mind gyakorlati szempontból



2. ábra A világvárosok gazdasági távolsága Chicagóból, a legolcsóbb repülőjegyárat figyelembe véve, 2010; Forrás: saját szerkesztés

hasznosak lehetnek, hiszen egyrészt segíthetnek a világ térszerkezetének feltárásában és megértésében, továbbá egy új nézőpontból is alátámaszthatóak a korábbi világváros-hálózat kutatás eredményei is. Másrészt az eredményeink fontos információt mutathatnak a legfontosabb gazdasági kapcsolatokról, áramlási folyosókról, és kirajzolhatják az (lehetséges) új növekedési pólusokat is.

A kutatás további irányai elméletiek és módszertaniak egyaránt lehetnek. A gazdasági távolság elméleti vizsgálatánál lényeges lehet további mutatók (pl. járatsűrűség, repülőgép-kihasználtság, utasszám) bevonása a vizsgálatba, ami tovább pontosíthatná az egyes városok közötti áramlások számszerűsítését. A vizsgálat megismétlése későbbi időpontokban lehetőséget nyújtana a gazdasági távolságok változásainak követésére, így a gazdasági és politikai folyamatok hatásainak felmérésére. A módszertani irányt a gazdasági távolság kiszámításának és térképezésének a finomítása jelenthetné további mutatók bevonásával, ami segíthetne a modell korlátainak kiküszöbölésében és a pontosabb térfolyamatok ábrázolásában.

Felhasznált irodalom

- ARC GIS MILITARY ANALYST BROCHURE (2005): GIS Tools for the Defense and Intelligence Communities. Redlands: ESRI. Letöltve: 2013.11.29.
http://downloads.esri.com/support/whitepapers/other/_military-analyst.pdf
- BEAVERSTOCK, J. V.–TAYLOR, P. J.–SMITH, R.G. (1999): A roster of world cities. *Cities*, 16, pp. 445-458.
- BERNEK, Á. (2002): A globális világ politikai földrajza. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest,

435 p.

- BILOTKACH, V. (2010): Reputation, search cost, and airfares. *Journal of Air Transport Management*, 16, pp. 251-257.
- BURGHOUWT, G.–VAN DER VLIET, A.–DE WIT, J. (2007): Solving the lack of price data availability in (European) aviation economics? ATRS World Conference, Berkeley, USA.
- CASTELLS, M. (2005): A hálózati társadalom kialakulása. Az információ kora. Gazdaság, társadalom, kultúra. I. kötet. Az információs társadalom klasszikusai. Gondolat-Infonia, Budapest, 662 p.
- CLARKE, D. (2005): *Urban world/global city – 2nd edition*. London and New York: Routledge.
- DERUDDER, B.–WITLOX, F.–FAULCONBRIDGE, J.–BEAVERSTOCK, J. (2008): Airline data for global city network research: refining existing approaches. *Geojournal*, 71, pp. 5-18.
- DICKEN, P. (2011): *Global Shift – Mapping the Changing Contours of the World Economy*, 6th edition. The Guilford Press, New York, London, 632 p.
- DUDÁS G. (2013): A világvárosok térkapcsolatainak vizsgálata légi közlekedési adatok felhasználásával. Doktori disszertáció, Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, 172 p.
- ENYEDI GY. (2012): *Városi világ*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 186 p.
- FRANCIS, G.–DENNIS, N.–ISON, S.–HUMPHREYS, I. (2007): The transferability of the low-cost model to long-haul airline operations. *Tourism Management*, 28, pp. 391-398.
- GAWC–GLOBALIZATION AND WORLD CITIES STUDY GROUP AND NETWORK (2008): *The world according to GAWC 2008*. Loughborough University. Letöltve: 2010.01.11. <http://www.lboro.ac.uk/gawc/world2008t.html>. 11.01.2010
- HAUGER, G. (2001): *Ecological and Spatial Impacts of Modern Communication and Transportation*. IVS – Shriften, 11, Wien, 20 p.
- JENNES, J. (2011): *Tools for Graphic and Shapes*. Jennes Enterprises. Flagstaff. Letöltve: 2013.11.29. http://www.jennessent.com/downloads/Graphics_Shapes_Online.pdf
- KNOWLES, R. D. (2006): Transport shaping space: differential collapse in time-space. *Journal of Transport Geography*, 14, pp. 407-425.
- MASSEY, D. (1994): *Space, Place, and Gender*. University of Minnesota Press, Minneapolis, 280 p.
- NAGY E.–PÁL V. (2010): A globális gazdaság előzményei: a modern gazdaság történeti korszakai és térstruktúrái. In: Mészáros, R. (Ed.): *A globális gazdaság földrajzi dimenziói*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 87–122.
- TAAFFE, E. J.–GAUTHIER, H. L.–O’KELLY, M. (1996): *Geography of transportation*, 2nd edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- ZOOK, M.A.–BRUNN, S.D. (2006): From Podes to Antipodes: Positionalities and Global Airline Geographies. *Annals of the Association of American Geographers*, 96, pp. 471-490.