DUSEK TAMÁS:*

Hálózati-, idő- és költségtávolságok összehasonlítása a magyar vasúthálózaton**

Abstract

The aim of this study is to discuss the differences between geographical, network, time and cost distances by the help of a small part of the Hungarian railway network. The source of data is the timetable of Hungarian Railway. In the first section the outline of the paper will be given. The second section deals with the validity of metrical axioms in time and cost space. Time and cost space are more complex than geographical space, because there is just one and only air kilometers and the kilometer distance between points of network can be determined more or less exactly. Time distances and cost distances fall into an interval and at best only about shortest or typical distances, shortest or typical lengths of time and least or typical costs can be spoken. The third and fourth sections compare the geographical space and the time and cost spaces, first by the help of detour indices and then with multidimensional scaling.

1. Bevezetés

A különböző távolságfogalmak mindegyike sajátos szerkezetű tereket hoz létre. A térbeli mobilitás tényleges, észlelhető korlátait nem a légvonalbeli távolságok jelentik, hanem azok a távolságok leküzdéséhez szükséges idővel és költséggel vannak arányban. Különböző pontok közötti légvonalbeli távolságok, valamint a hálózati-, idő- és költségtávolságok egymáshoz viszonyított arányai lényegesen különbözhetnek egymástól. A tanulmány célja ezen eltérések bemutatása a magyarországi vasúthálózat egy részének példáján keresztül, a terjedelmi korlátokból adódóan vázlatosan, néhány főbb pontra kitérve.

Az elemzés négyféle tér összehasonlítására tér ki: települések központja közötti légvonalbeli távolság, települések közötti vasúti hálózati távolság, vasúti költségtávolság és a vasúti időtávolság. Az első két távolság egyértelműen meghatározható, a költségtávolságnak és időtávolságnak két változatát határoztam meg: legkisebb költség másodosztályon pótdíjak nélkül, legkisebb költség pótdíjakkal, legrövidebb idejű út pótdíj nélkül és pótdíjjal. A tanulmányban bemutatott eredmények a legkisebb költség pótdíjak nélkül és a legrövidebb idejű út pótdíjjal távolságokra korlátozódnak. Az adatok a MÁV internetes menetrendjéből (Elvira) származnak, a lekérdezés időpontja 2008. április volt és szerdai napra vonatkozott.

A lekérdezés időigényessége miatt a vizsgálat húsz településre korlátozódik. Az adatgyűjtés sajátosságai nem teszik lehetővé az egyes hálózati elemek változása hatásának modellezését (ilyen vizsgálatokra lásd Szalkai Gábor több tanulmányát; Szalkai 2001, Szalkai 2003, Szalkai 2004). Ezen hátrány mellett ugyanakkor előnye a vizsgálatnak, hogy az időtérre vonatkozóan nem becsült, hanem valós, a menetrendi kötöttségeket, átszállási időket figyelembe vevő időadatokon alapulva jellemzi az egyes települések vasúti elérhetőségét.

* PhD, egyetemi docens – Széchenyi István Egyetem Regionális Tudományi és Közpolitikai Tanszék.

** A tanulmány a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

2. A távolságmátrixok vizsgálata a metrikus axiómák érvényessége szempontjából

A metrikus terekre érvényesek a következő, a tér pontjai közötti távolságokra vonatkozó axiómák:

1. Ha két pont egybeesik, akkor távolságuk nulla.
2. Ha két pont különböző, távolságuk nagyobb nullánál.
3. A pont távolsága B-től megegyezik B pont A-tól való távolságával (szimmetriaaxióma).
4. Két pont távolsága nem lehet nagyobb egy harmadik ponttól mért távolságaik öszszegénél (háromszög-egyenlőtlenség axiómája).

A vasúti jegyek díjszabása miatt a költségtér pénzügyileg mérhető része (a jegyárak) metrikus tulajdonságokkal rendelkezik, ha eltekintünk a pótdíjaknak és bérleteknek a költségteret bonyolító hatásától. A költségtér lényegesen komplexebb lenne, amennyiben figyelembe vennénk a különféle kedvezményeket, illetve a jegyár függne az utazás napjától, a napszaktól, a jegyvásárlás időpontjától, az utazók számától stb.

A vasúti időtérre vonatkozóan az első két axiómával kapcsolatban nehézséget okoz, hogy léteznek egynél több pályaudvarral rendelkező települések. A pályaudvarok közötti utazás időigénye a háromszög-egyenlőtlenségi axiómát is érvényteleníti. Például a Győr–Budapest és a Budapest–Szeged távolságok összegénél a Győr–Szeged távolság nagyobb lesz a budapesti pályaudvarok közötti utazás miatt.

A szimmetriaaxióma az időtávolságokban nem érvényesül. Egyrészt például a budapesti végállomású utazások átlagosan 2,7 perccel hosszabbak, mint az ellentétes irányú, budapesti kiindulópontú utazások. Másrészt amennyiben átszállásra van szükség, a csatlakozási idők eltérőek lehetnek az ellentétes irányú utazások során. A különbségek ugyanakkor nem jelentősek, az érzékelhetőségi küszöböt aligha érik el. Lényegesebb aszimmetria adódhat a menetrendi kötöttségek miatt az odaút és a visszaút legkorábbi és legkésőbbi lehetséges időpontjára vonatkozóan. Például egy adott nap reggelén vidéki megyeszékhelyekről Budapestre eljutni vasúttal többnyire lényegesen korábbi időpontban lehetséges, mint Budapestről a vidéki megyeszékhelyekre. Érdekességként még azt is érdemes megemlíteni, hogy az időtérben legrövidebb út és a költségtérben legrövidebb útnak megfelelő hálózati távolságok eltérőek lehetnek. Például Győr és Pécs között Budapesten keresztül több mint három órával rövidebb az út, mint az egyébként kilométerben rövidebb és így olcsóbb Székesfehérváron és Komáromon keresztüli utazás.

3. A hálózati-, idő- és költségtávolságok összehasonlítása hálózati hányadossal

A három eltérő távolságdefiníció által meghatározott teret egymással és a légvonalbeli távolsággal jellemezhető geometria térrel is össze lehet hasonlítani (valamint további távolságfogalmak is bevonhatóak lehetnének egy részletesebb vizsgálatba). Adott pontból az összes többi pont különböző módokon mért távolságainak összegei egymáshoz viszonyított arányai a hálózati hányadosokat adják meg (Szalkai 2005, 229–235. o.). A korábbi, hoszszabb vasúthálózatra vonatkozóan a hálózati kilométer-távolságok és légvonalbeli távolságok hányadosainak értékét kiszámította Kovács Csaba (Kovács, 1973). Mivel jelen esetben a távolságok mértékegységei különbözők (kilométer, perc, forint), ezért úgy módosítottam a hálózati hányados számítását, hogy adott település és az összes többi település közötti távolságösszegeket a teljes hálózat hosszának százalékában fejeztem ki, majd ezeket az arányokat osztottam el egymással *(1. táblázat)*.

A légvonalbeli távolság alapján az adott ponthálózat sajátosságai miatt (vagyis Budapest mellett 11 dunántúli településből és csak nyolc Dunától keletre fekvő településből áll) Székesfehérvár és Dunaújváros fekszik átlagosan legközelebb, Nyíregyháza a legtávolabb légvonalban a többi településtől. A hálózati távolságok alapján azonban már Budapest helyzete leginkább középponti és Dunaújváros jelentősen lemaradva csak a hatodik, ami mutatja utóbbi település kedvezőtlen hálózaton belüli helyzetét. Az időtávolságok alapján Budapest helyzete még kedvezőbb, Dunaújvárosé pedig még kedvezőtlenebb lesz, míg a költségtávolság a hálózati távolsághoz hasonló. A hálózati távolsághoz képest az időtávolság alapján Budapesten kívül jelentősen jobb a helyzete a fővonalak mentén fekvő Nyíregyházának, Miskolcnak, Szombathelynek, Debrecennek, Győrnek és Tatabányának *(1. táblázat).*

1. táblázat. **A települések hálózatokon belüli helyzete (a települések az időtávolság és a légvonalbeli távolság hányadosának növekvő sorrendjébe vannak rendezve)**

Település	Adott település és az összes többi település közötti távolságok összegének aránya a hálózat teljes hosszán belül				Egyes össztávolságoknak a légvonalbeli össztávolsághoz viszonyított aránya		
	Légvonal	Hálózati	Idő	Díj	Hálózati	Idő	Költség
Budapest	3,8	3,5	2,9	3,6	90,2	76,6	94,3
Debrecen	6,5	5,8	5,4	5,6	90,5	83,7	86,3
Nyíregyháza	6,9	6,7	5,9	6,2	96,3	84,6	89,4
Szombathely	5,6	5,4	5,0	5,4	96,3	87,8	95,1
Sopron	6,0	5,5	5,3	5,9	92,0	88,8	98,0
Miskolc	5,7	5,7	5,2	5,4	99,4	89,9	94,2
Győr	4,6	4,4	4,2	4,6	95,6	89,9	99,7
Szolnok	4,4	4,1	4,1	4,4	94,6	93,1	99,4
Tatabánya	4,0	4,0	3,8	4,2	102,2	96,7	106,1
Békéscsaba	5,8	5,8	5,8	5,6	98,7	99,8	95,5
Székesfehérvár	3,7	3,6	3,8	3,8	97,2	101,7	102,8
Nagykanizsa	5,5	5,3	5,8	5,4	95,5	104,6	97,6
Eger	5,1	5,1	5,3	5,0	100,5	105,3	99,2
Pécs	5,1	6,0	5,7	5,6	117,2	112,0	110,2
Szeged	5,3	5,7	5,9	5,7	109,0	112,8	108,4
Kecskemét	4,0	4,5	4,6	4,6	111,9	113,6	113,5
Zalaegerszeg	5,4	5,4	6,1	5,3	100,9	114,4	99,1
Kaposvár	4,8	5,2	5,5	5,0	107,5	114,9	103,8
Veszprém	4,0	4,0	4,7	4,4	100,7	117,9	108,8
Dunaújváros	3,7	4,2	5,0	4,4	112,5	133,6	119,0

Az eredmények értelmezése szempontjából fontos hangsúlyozni, hogy bővített hálózattal némileg módosulhatnak ezek az eléggé korlátozott hálózatra vonatkozó arányok, a földrajzi középpont keletebbre tolódik, a fővonalak árnyékzónája kedvezőtlenebb lehet Dunaújvárosnál. A középpont eltolódását leszámítva a vizsgált települések egymáshoz képesti relatív helyzete azonban nagyrészt változatlan marad, mint azt Szalkai Gábor jelen tanulmánynál jóval részletesebb elemzései is bemutatják (Szalkai 2001, Szalkai 2004). Szintén a bővített hálózattal lenne vizsgálható a csak személyvonattal elérhető települések sajátos helyzete (Kotosz 2007, Kotosz 2009. 207. o.).

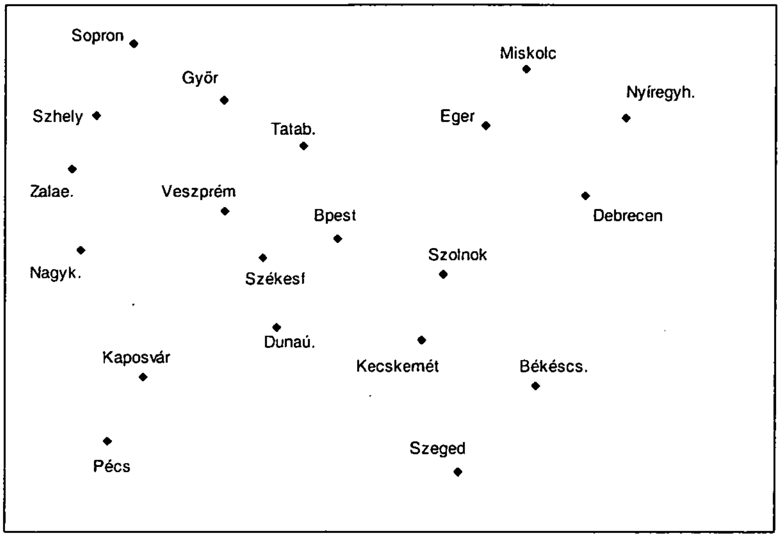
A költségtávolságok kisebb mértékben térnek el a légvonalbeli távolságoktól, mint az időtávolságok, nagyjából átlagosan a hálózati távolságok és a légvonalbeli távolságok arányának megfelelő mértékben. A vasúti díjszabás degresszív volta (a távolság növekedésével csökken az egységnyi távolságra jutó díjegység) miatt a központi helyzetű települések (mint Székesfehérvár, Budapest, Dunaújváros) a költségtérben a hálózati térhez viszonyítva kedvezőtlenebb helyzetben vannak.

4. A hálózati-, idő- és költségtávolságok reprezentációja kétdimenziós skálázással

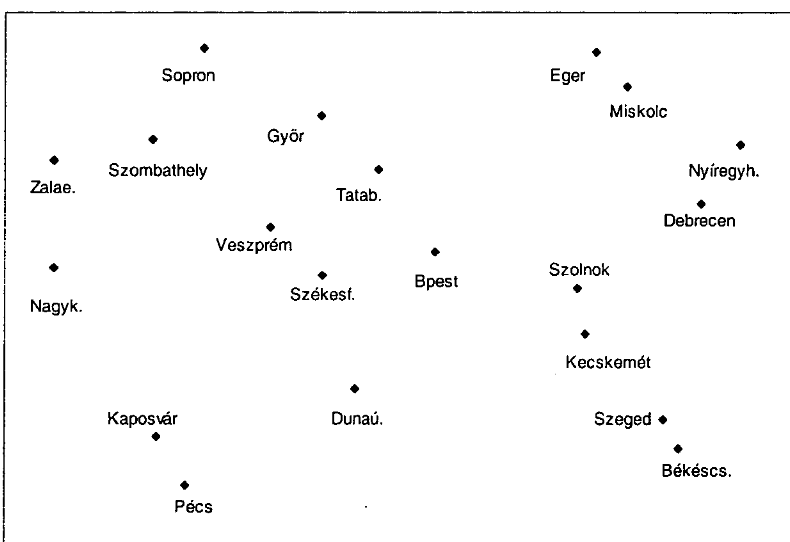
A többdimenziós skálázás célja egyes pontok közötti távolságmátrix ismeretében a távolságok lehető legpontosabb n dimenziós reprezentációjának létrehozatala. A pontok számánál eggyel kevesebb dimenziójú térben a távolságviszonyok torzításmentesen reprodukálhatóak, a létrejövő terek egyértelmű grafikus ábrázolhatósága és vizuális befogadhatósága viszont érthető módon két dimenzióra korlátozódik. A metrikus többdimenziós skálázás minimalizálja az eredeti n-1 dimenziós tér pontjai közötti d_{ij}^2 távolságok és az alacsonyabb dimenziójú térben megjelenített ugyanazon pontok közötti d_{ij}^* távolságok közötti különbséget: $\sum_{i=2}^{n}\sum_{j=1}^{i-1}\left[d_{ij}^2-(d_{ij}^*)^2\right]$. Az eredeti tér torzításmentes reprodukciója esetén a fenti összeg értéke nulla lesz. A módszer matematikai hátterének ismertetésétől eltekintek, ennek összefoglalása magyarul megtalálható például Podani János könyvében (Podani 1997) és alkalmazással együtt Lengyel Imre tanulmányában (Lengyel 1999).

Amennyiben a hálózati távolságok arányai hasonlóak a légvonalbeli távolságok arányaihoz, akkor a hálózati távolságok kétdimenziós leképezése nem tér el jelentősen a légvonalbeli távolságok alapján kirajzolódó képtől. A „hasonlóság" mértékének léteznek statisztikai mérőszámai, de ezek tárgyalása nem tartozik jelen rövid áttekintés témái közé. A vasúthálózat történeti okokra, a településhálózati adottságokra, a vízrajzi és domborzati viszonyokra visszavezethető egyenletlenségei és kanyargóssága a légvonalbeli és hálózati távolságokhoz képesti sajátos anomáliákhoz vezet. Például a légvonalban egymástól 58 kilométerre fekvő Dunaújváros és Kecskemét között a vasúti hálózati távolság 186 kilométer, ráadásul Budapesten belül még a pályaudvarok között is közlekedni kell. Kaposvár és Veszprém, Pécs és Kecskemét, Pécs és Szeged, Székesfehérvár és Tatabánya, Miskolc és Eger közötti hálózati távolságok is több mint kétszeresen eltérnek a légvonalbeli távolságoktól. Ezzel szemben például Kecskemét és Szeged között a légvonalbeli távolság 81 kilométer, a vasúti hálózati távolság 85 kilométer.

Az időtávolságok egymáshoz képesti arányai a hálózati távolságoknak a légvonalbeli távolságokhoz viszonyított arányainál is jobban eltérnek. Ez jól látszik az *1. és 2. ábrán*, amely a hálózati távolságok és az időtávolságok alapján ábrázolja a hálózat pontjait kétdimenziós skálázás segítségével. A vasúthálózat számos sajátossága leolvasható az ábrákról, például az időtérben Békéscsaba „délebbre" vagy Eger „északabbra" tolódása a földrajzi és a hálózati helyzethez képest. Ugyanakkor a két dimenzióban egymáshoz közel lévő települések nem feltétlenül fekszenek közel egymáshoz a hálózati-, illetve időtérben, mivel további dimenziókban akár távol is lehetnek egymástól. Ennek és egyéb részletkérdéseknek az elemzése a kutatás további feladatai közé tartozik.



1. ábra. **A vizsgált települések elhelyezkedése vasúti hálózati távolságok alapján, kétdimenziós skálázással** (*Forrás:* A szerző saját szerkesztése)



2. ábra. **A vizsgált települések elhelyezkedése vasúti időtávolságok alapján, kétdimenziós skálázással** (*Forrás:* A szerző saját szerkesztése)

Irodalomjegyzék

Kotosz Balázs (2007): Agglomeration locating by an applied gravity model. Régiók a Kárpát-medencén innen és túl nemzetközi tudományos konferenciakötet, Baja. Szerk.: Gulyás László, 276–280. p.

Kotosz Balázs (2009): A gravitációs törvény alkalmazási lehetőségei a regionális döntésekben. Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Kar, VII. Nemzetközi Konferencia, Miskolc–Lillafüred. Szerk: Kocziszky György, 206–213. p.

Kovács Csaba (1973): Főbb településeink egymáshoz viszonyított vasúti átlagtávolságai. Területi Statisztika, 1973/3, 232–245. p.
Lengyel Imre (1999): Mérni a mérhetetlent? A megyei jogú városok vizsgálata többdimenziós skálázással. Tér és Társadalom, 1999/1–2, 53–73. p.
Podani J. (1997): Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmeibe. Scientia Kiadó, Budapest.
Szalkai Gábor (2001): Elérhetőségi vizsgálatok Magyarországon. Falu, Város, Régió, 2001/10, 5–13. p.
Szalkai Gábor (2003): A közúti térszerkezet és a hálózatfejlesztés vizsgálata Romániában. Falu, Város, Régió, 2003/8, 5–13. p.
Szalkai Gábor (2004): A közlekedéshálózat fejlesztésének hatása az elérhetőség változására. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, 14. p.
Szalkai Gábor (2005): Hálózati hányados. In: Nemes Nagy József (szerk.) Regionális elemzési módszerek, RTT 11., ELTE RFT–MTA ELTE RTK, Budapest, 229–236. p.
http://elvira.mavinformatika.hu/