

A magyarországi vasúti és távolsági autóbuszos személyszállítás párhuzamosságának kérdései az utazási paraméterek szempontjából

Magyarország közlekedésében visszatérő problémát jelent a távolsági autóbuszos és vasúti személyszállítás párhuzamossága, amelynek vizsgálata a hatékonyság javítása céljából rendkívül fontos. A megoldás érdekében szükséges a jelenlegi párhuzamos közösségi közlekedés lehetőségeinek optimalizálása.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.3.5

Dr. Mándoki Péter – Lakatos András

egyetemi docens

doktorandusz

e-mail: mandoki.peter@mail.bme.hu, lakatos.andras@mail.bme.hu

1. BEVEZETÉS

Magyarország közösségi közlekedése meghatározó szerepet tölt be az emberek életében és nagyban befolyásolja a nemzetgazdaság alakulását is, ezért fejlesztése elengedhetetlen. Ugyan az infrastrukturális innováció – a kormányzati és Európai Unió forrásainak köszönhetően – folyamatos (autópályák építése, vasúti pályák felújítása), azonban a makroszkopikus forgalomszervezési feladatok a háttérbe kerülnek. A hálózat teljes egészére vonatkozó szemléletmód is fontos részét képezi a fejlesztésnek, amelynek alkalmazásával az infrastrukturális beruházás tökéletesíthető, valamint az üzemeltetés során anyagi és emberi erőforrás takarítható meg.

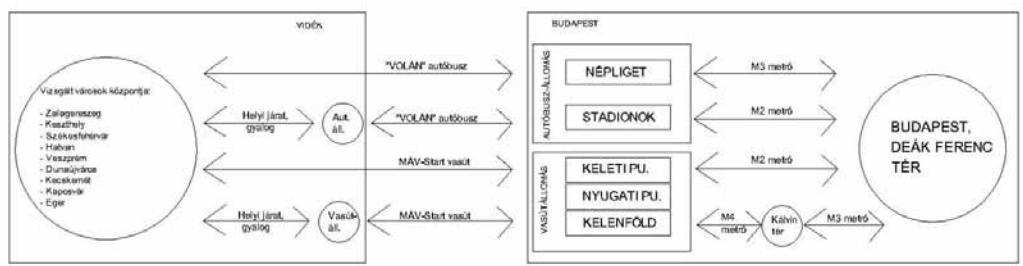
A szakmai kutatás egyik alappillére képezi a közlekedési hálózat egészére kiterjedő vizsgálatok elvégzése, amelynek első lépése a budapesti villamasközlekedés versenyképességének optimalizációjával történő növelése volt [21]. Ennek során a jelenlegi megállóhelyi utasforgalom elemzése történt a járművön továbbutazókhoz mérten, azaz az adott megállóhelyet napi szinten igénybe vevő utasok száma – a továbbutazók utazási idejének kárára – indokolja-e a jármű megállítását?

Jelen vizsgálat tárgya, hogy a hazai vasúti és távolsági autóbuszos személyszállítás terén a párhuzamosságok egy makroszkopikus – az egész hálózatot magába foglaló – megközelítéssel optimalizálhatók-e?

2. VIZSGÁLATI MÓDSZER, ELEMZÉS

Az optimalizálás érdekében a különböző üzemi és felhasználói szempontok alapján összehasonlítottuk az olyan párhuzamos viszonylatokat, amelyek Budapest és néhány vidéki megyeszékhely (Zalaegerszeg, Székesfehérvár, Veszprém, Kecskemét, Kaposvár, Eger), de minimum megyei jogú város (Dunaújváros) vagy 20 ezer főnél nagyobb lélekszámú városok (Hatvan, Keszthely) között üzemelnek. A városközponttól városközpontig tartó utazási láncok figyelembevételével, a vasút-, illetve autóbusz-állomás megközelítésének, illetve elhagyásának a meghatározása az 1. ábra szerint történt. Az 1. ábrából kivehető, hogy az állomások földrajzi elhelyezkedéséből adódóan fennáll annak a lehetősége is, hogy vagy az autóbusznál, vagy a vasútnál, vagy mindkettőnél sincs szükség városon belüli rá-, illetve elhordásra.

1. ábra: Utazási lánc Budapest és a vizsgált vidéki városok között



Az ábrában szereplő városok közötti relációkban a távolsági járművön töltött utazási idő- és megtett távolsági adatok meghatározása a [8], [12] alapján történt.

Az eljutási idő az utazási idő, valamint a rá- és elhordási idő, az eljutási távolság a rá- és elhordási távolság és az utazási távolság összegeként értelmezhető. Ezen értékeket az 1. táblázat tartalmazza. Amennyiben az adott viszonylaton eltérő menetidővel közlekednek a járatok, úgy azok számtani átlagát vettük figyelembe.

A számítás alapját Budapest Deák Ferenc tér és budapesti autóbusz-állomás vagy vasútállomás közötti szakaszon a különböző alternatív útvonalak közül a legkisebb időigény-nyel rendelkező képezi. Részletesen ez a

- Nyugati pályaudvar megközelítése esetén az M3 metró (3 perc, 1,5 kilométer),
- Keleti pályaudvar esetén az M2 metró (5 perc, 2,5 kilométer),
- Kelenföld esetén az M3 metró Kálvin térig, majd onnan az M4 metró (átszállással 17 perc, 5,8 kilométer),
- Stadionok esetén az M2 metró (7 perc, 4,3 kilométer),
- Népliget esetén pedig az M3 metró (7 perc, 4,3 kilométer) igénybevételét jelenti [1].

A vasút-, illetve az autóbusz-állomáson minden esetben 10 perc átszállási idővel számoltunk, amelyről feltételeztük, hogy az átlagosan elegendő a menetjegy megvásárlására és a helyszínen az indulással kapcsolatos információk beszerzésére, a jármű megközelítésére stb.

1. táblázat: Autóbusz és vonat eljutási idő- és távolsági paraméterei a vizsgált viszonylatokon

	Autóbusz					Vonat					Autóbusz-vonat különbség	
	Eljutási		Utazási		Különbőség	Eljutási		Utazási		Különbőség	Távolság [km]	Eljutási idő [perc]
	Távolság [km]	Idő [perc]	Távolság [km]	Idő [perc]		Távolság [km]	Eljutási idő [perc]	Távolság [km]	Idő [perc]			
Székesfehérvár	72,9	95	68,4	75	20	70,3	85	63	51	34	2,6	10
Dunaújváros	79,7	95	75,2	75	20	88,3	148	80	95	53	-8,6	-53
Eger	132,6	127	128,3	110	17	144	151	140	116	35	-11,4	-24
Kecskemét	84,6	90	80,1	70	20	107,5	90	106	77	13	-22,9	0
Zalaegerszeg	237	219,5	233	191	29	246,4	251	239	211	40	-9,4	-32
Keszthely	193,9	165	189,4	145	20	195,8	193	190	166	27	-1,9	-28
Veszprém	118,5	146	114	126	20	120,6	141	112	99	42	-2,1	5
Kaposvár	195,6	175	191,8	155	20	209,8	180	204	166	14	-14,2	-5
Hátvan	60,7	77	56,4	60	17	69,5	66	67	51	15	-8,8	11
Debrecen	223	228	217,4	200	28	223,6	173	221	149	24	-1,05	55
Nyíregyháza	231	237	226,3	220	17	272	196	270	182	14	-41,4	41
Pécs	212,8	268	208,3	248	20	230,7	203	224	163	40	-17,85	65
Szeged	177,3	204	172,8	184	20	195,2	172	191	142	30	-17,9	32
Szombathely	234	285	229,4	265	20	237,2	200	230	145	55	-3,3	85
Győr	132,1	130	127,6	110	20	132,8	97	127	70	27	-0,7	33

Az olyan vonalak, amelyeken jelenleg közvetlenül csak vasúti személyszállítás van (pl.: Budapest – Debrecen, Budapest – Győr, városközpont), autóbuszos nincs, ott csupán elméleti (empirikus úton a hivatalos menetrendekben nem korrigált) értékeket tüntetünk fel. A Budapest – Debrecen viszonylatban a csak külön rendeletre közlekedő – a 2008-as vasutassztrájk idején felmért – 1060 Budapest – Debrecen menetrendi mező adatai a mérvadóak. Budapest – Győr viszonylatában pedig a 2013. évben megszüntetett 1260 Budapest – Győr menetrendi mező adatait használtuk fel.

2. ábra: Autóbusz és vasút „versenye” (forrás: erdmost.hu)



Az utazási időt nagyban befolyásolja vasút esetében a pályán megengedett maximális sebesség, autóbusz esetében pedig az, hogy a főváros és az adott település között van-e autópályás kapcsolat. A vizsgált települések és a főváros között - a lakott területen kívüli szakaszon - részlegesen (pl. Zalaegerszeg, amelynek megközelítése Balatonszentgyörgytől a 76-os számú főúton) vagy teljes egészében (pl. Székesfehérvár) van autópályás kapcsolat. A vasúti pályán a legnagyobb tervezési sebesség minimum 100 km/h [13]. A ráhordási idő az adott város helyi közösségi közlekedési kapcsolatainak térbeniségétől és időbeliségétől függ.

3. ESZKÖZVÁLASZTÁS A FELHASZNÁLÓI OLDALRÓL

A felhasználói oldalról az eszközválasztást meghatározza az eljutási idő mértéke, valamint az utazás költsége. Döntő többségben

ezeket mérlegelve dönti el az utas, melyik – rendelkezésre álló – közlekedési módot választja.

3.1 Eljutási idő alapján

Budapest és a vizsgált városok közötti, különböző közlekedési módokkal számított eljutási idő- és távolságértékek összehasonlítására a Ritz-féle módszerek családjába tartozó regressziós függvényeket alkalmaztuk. A regressziós függvények lineárisan független rendszert alkotnak, tehát egyik függvény sem fejezhető ki a többi lineáris kombinációjaként.

A szóba kerülő függvények lehetnek trigonometrikusak, exponenciálisak, illetve n -ed (páros és páratlan) fokszámú polinomok.

A trigonometrikus függvények alkalmazása elsősorban periodikus folyamatok leírására megfelelő, ezért az abból következő hibák – mivel a jelenség nem periodikus – miatti felhasználása a vizsgálat szempontjából nem célszerű. Az exponenciális függvény használata – az előzőhöz hasonlóan – a várható nagy hibából kifolyólag nem szerencsés.

Páros fokszámú polinom a vizsgálat belső tartományán jól alkalmazható, de a jelenség vizsgálatára a szélső helyeken nem hasznosítható megfelelően. A páratlan fokszámú polinomok viszont teljesítik azt a feltételt, hogy a szélső helyeken is alkalmasak a jelenség jellemzésére.

A fentiek és a [18] alapján olyan első-, harmad-, ötödfokú polinomokat kerestünk, amelyek a legjobban illeszkednek az 1. táblázatban található értékpárokhoz.

A különböző, páratlan fokszámú regressziók az n -ed fokú polinom (1)

$$f(x, \underline{a}) = a_1 + a_2x^1 + a_3x^2 + a_4x^3 + \dots + a_{n+1}x^n \quad (1)$$

alakú egyenletéből vezethetőek vissza, ahol az $\underline{a} = [a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n+1}]$ ismeretlenek meghatározása az

$$1 \cdot a_1 + M[x_i]a_2 + \dots + M[x_i^n]a_{n+1} = M[y_i] \quad (2)$$

$$M[x_i]a_1 + M[x_i^2]a_2 + \dots + M[x_i^{n+1}]a_{n+1} = M[y_i x_i] \quad (3)$$

–

$$M[x_i^n]a_1 + M[x_i^{n+1}]a_2 + \dots + M[x_i^{2n}]a_{n+1} = M[y_i x_i^n] \quad (4)$$

(2), (3), (4) egyenletekből álló egyenletrendszer alapján történik.

Lineáris (elsőfokú) regresszió során az adott értékpárokat legjobban egy egyenes (5) illeszthető, amely az

$$f(x, \underline{a}) = a_1 + a_2 x \quad (5)$$

alakban adható meg, amelyben az $\underline{a} = [a_1, a_2]$ ismeretlen az alábbi, kétismeretlenes egyenletrendszer (6), (7) megoldásával kapható meg

$$M[(a_1 + a_2 x_i)] = M[y_i] \quad (6)$$

$$M[(a_1 + a_2 x_i)x_i] = M[y_i x_i] \quad (7)$$

ahol

x_i : eljutási távolság az adott relációban

y_i : eljutási idő az adott relációban.

Harmadfokú polinom alkalmazása során egy olyan

$$f(x, \underline{a}) = a_1 + a_2 x + a_3 x^2 + a_4 x^3 \quad (8)$$

alakú függvény (8) keresendő, ahol az ismeretlen $\underline{a} = [a_1, a_2, a_3, a_4]$ értékek a

$$M[(a_1 + a_2 x_i + a_3 x_i^2 + a_4 x_i^3)] = M[y_i] \quad (9)$$

$$M[(a_1 + a_2 x_i + a_3 x_i^2 + a_4 x_i^3)x_i] = M[y_i x_i] \quad (10)$$

$$M[(a_1 + a_2 x_i + a_3 x_i^2 + a_4 x_i^3)x_i^2] = M[y_i x_i^2] \quad (11)$$

$$M[(a_1 + a_2 x_i + a_3 x_i^2 + a_4 x_i^3)x_i^3] = M[y_i x_i^3] \quad (12)$$

egyenletekből (9), (10), (11), (12) álló egyenletrendszer megoldásával kaphatók meg.

Az (1), (2), (3), (4) alapján az ötödfokú polinom megadásához szükséges egyenletrendszer meghatározható, amelynek részletes kifejtésétől annak bonyolultsága miatt eltekintünk.

Az előzőekben említett páratlan kitevőjű polinomok alkalmazásának minősége – azaz az adatokra való illeszkedése – a regressziós analízissel jellemezhető, amely során egy (r) regressziós együttható képezhető a vizsgált változók között lévő kapcsolat leírására. Annál jobban illeszkedik egy polinom az adatsorra, minél jobban megközelíti az „1” értéket az „r” értéke [20].

2. táblázat: Regressziós együtthatók értékei az egyes polinomok esetében

	Regressziós együttható (r)	
	Autóbusz	Vonat
Lineáris	0,93	0,89
Harmadfokú polinom	0,94	0,89
Ötödfokú polinom	0,94	0,91

Az adatpárokat a megfelelő regressziós függvényt (5), (8) illesztve elmondható, hogy az autóbusz értékeire a harmadfokú polinom alkalmazható a lehető legkisebb hibával. Ötödfokú polinommal való közelítés, – a harmadfokúval egyező regressziós mutató-érték miatt – felesleges, mivel a számítás már túl bonyolult.

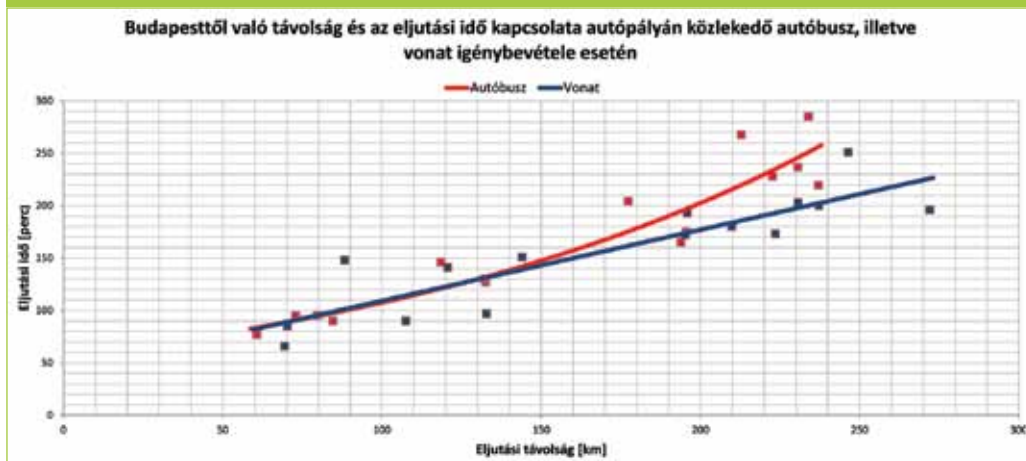
A vasút esetén a lineáris regressziós függvény illeszthető legjobban a vizsgált adatpárokat. Ugyan a 2. táblázat alapján az ötödfokú polinom adja a kedvezőbb értéket, de a 100 kilométer alatti adatsorra ez nem alkalmazható, hiszen körülbelül 30 kilométeres eljutási távolságnál 0 perc eljutási időértéket venne fel a függvény. (A későbbi vizsgálatok során a regressziós együttható részletes bemutatásától eltekintünk.)

A kapott eredményeket a 3. ábra szemlélteti.

A 3. ábra alapján megállapítható, hogy a vizsgált közlekedési módok eljutási idő és eljutási távolság viszonya három szakaszra osztható. Az első szakaszban, Budapesttől számított, körülbelül 150 km-es távolságon (3. ábra) belül lévő településeknél kialakulhat versenyhelyzet, amelynek több oka van:

- az autóbusz kiszolgálhat olyan településrészeket, amelyek megközelítése autópályát igénybe vevő autóbusszal kedvezőbb, mint

3. ábra: Budapesttől való távolság és az eljutási idő kapcsolata autópályán közlekedő autóbusz, illetve vonat igénybevétele esetén



- a vonattal (például Székesfehérvár Budai úti lakótelep, Kecskemét-Széchenyiváros, Hatvan-Kerekharaszt);
- ahol a vasútállomás a külvárosban, az autóbusz-állomás a belvárosban van, ott a vasútra a rá- és elhordás miatt a vasút hasonló utazási paramétereket garantál (például Dunaujváros)
 - a vasútra a rá- és elhordási idők nagyok a helyi járatok és a vasút közötti menetrendi átszállási kapcsolatok hiánya miatt (a közlekedési szövetség megoldhatná ezt a problémát, például Eger),
 - ezzel a vasúti fejlesztés, pályasebesség emelése nem váltja ki az optimális hatást (például Székesfehérvár);
- az autópályán közlekedő autóbuszok egy része rendelkezik Tempo100-as – azaz az autóbusz autópályán 100 km/h maximális sebességgel közlekedhet – vizsgálva és ez a szám az új járműbeszerzésekkel emelkedik,
- ezen eljutási távolságon belül nem jelentenek meghatározó kényelmi vagy minőségi igények/elvárások a felhasználó részéről.
- Következtetés, hogy ezen a szakaszon – az utasszám függvényében – érdemes mind a két közlekedési módot fenntartani.

A második szakaszban (4. ábra) – 150 és 180 kilométer között – minimális különbség (körülbelül 10 perc) érzékelhető az eljutási idő tekintetében a két közlekedési mód között. Eb-

ben az esetben az adott viszonylatra kiterjedő forgalomszervezési vizsgálatok (forgalom-számlálás, felhasználók kikérdezése, a vonalak hálózatban betöltött szerepének vizsgálata, részletes üzemeltetési költségek, menetrendi struktúra újragondolása stb.) szükségesek, amelyek alátámasztják vagy éppen elvetik a párhuzamos közlekedésnek az indokoltságát.

A 180 km feletti távolságon – azaz a harmadik szakaszban – túl lévő településeken (4. ábra) az autóbusz a vasútra ráhordó szerepet tölt be. Ezen szakaszon a rá- és elhordási idők nem számottevők az utazási időhöz képest, ezért az autóbusz eljutási ideje exponenciálisan növekszik. Az autóbusznál viszont számottevő mértéket ölt a városközpontból való ki-, illetve a városközpontba való bejutás (forgalmi torlódások, forgalomirányító jelzőlámpák stb.), mivel az autóbusz-állomások többsége ott található.

Jelenleg Magyarországon számos olyan, Budapesttől számított 180 kilométer távolságon túli település van, amelyet az autóbusz a vasúttal párhuzamosan és versenyképesen – sőt, számos esetben kedvezőbb paraméterekkel – szolgálhat ki.

Budapest és Zalaegerszeg között közlekedő vasúti szerelvények Bobától Zalaegerszegig minden állomáson és megállóhelyen, azaz

körülbelül 4-5 kilométerenként megállnak, pedig a kiépítési pályasebesség 120 km/h! Ezzel szemben az autóbuszok nem töltik be a „falujáró” szerepet, mert Balatonszentgyörgytől az autópályán, emelt sebességgel közlekednek, odáig pedig csak a főbb településeken állnak meg (pl. Keszthely, Hévíz, Sármellék).

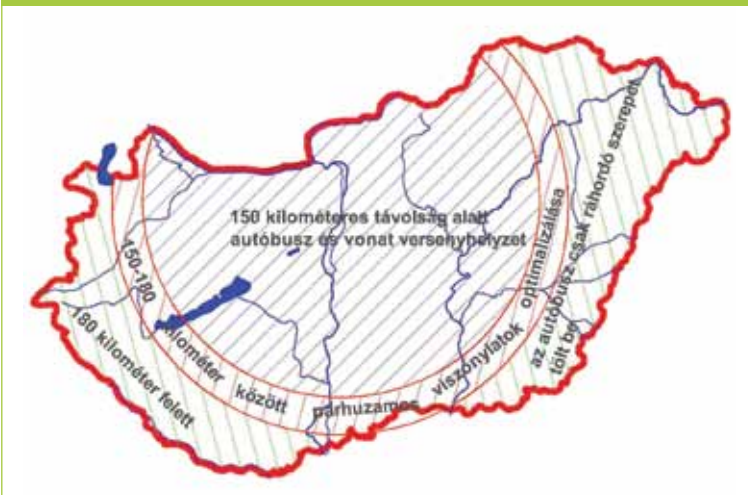
Fontos befolyásoló tényező az állomások térbeni elhelyezkedése. Amíg az autóbusz-állomások általában a központban találhatók (nincs szükség rá- és elhordásra), addig a vasúttállomások a központtól távolabb helyezkednek el.

Megállapítható tehát, hogy a vasút 180 kilométer feletti, eljutási időben betöltött dominanciája az alábbi feltételek mellett valósulhat meg:

- a megrendelők (állami vagy önkormányzati) és a különböző szolgáltatók (vasúti vagy autóbuszos) együttműködésével olyan átszállási kapcsolatok kiépítése mind menetrendileg (pl. menetrendi pókok), mind fizikálisan (pl. intermodális csomópont), amelyek lehetővé teszik az átszállási idő minimalizálását a komfortigények kiszolgálása mellett,
- a vasúti viszonylatok megállóhelyeinek utasforgalmi felülvizsgálata a főváros és a vidéki megyeszékhelyek, a megyei jogú városok, lényegesebb szerepet betöltő városok közötti gyorsabb eljutás érdekében.

Az ismertetett matematikai módszer alapján lehetőség van annak kiszámítására, hogy a vizsgált viszonylatokon történő utazások paramétereiben milyen mértékű változtatást jelentene az, ha – a jelenlegiekén kívül – az autópályán közlekedő autóbuszok mindegyike az autópályán emelt sebességgel, – menetrend-

4. ábra: A regressziós görbék által meghatározott szakaszok ábrázolása Magyarország térképén



ben is meghirdetve – 100 km/h-val közlekedhetne. Az így kapott adatokat – a fejezet elején ismertetett módon – a 3. táblázat tartalmazza. A tervezett Tempo 100-as járatok utazási idejének számítási módja a hatályos 1/1975. (II.5.) KPM-BM együttes rendelet a közúti közlekedés szabályairól alapján készült [6],[7],[10],[4].

A 3. táblázat és az előzőekben ismertetett – regresszió-analízis – matematikai módszer felhasználásával készült 5. ábra alapján megállapítható, hogy a különböző közlekedési módok eljutási idő és eljutási távolság között fennálló viszony ugyanúgy három szakaszra bontható, mint az előzőekben.

Az első szakaszban (körülbelül 100 kilométerig) az autóbusz kedvezőbb eljutási idő értékekkel rendelkezik, ám a Budapest és ahhoz közel lévő városok között jelentkező utazási igény kielégítését az autóbusz-közlekedés önmagában nem képes ellátni, így a párhuzamosság fenntartása indokolt.

A másik két szakaszra már a fejezetben taglaltak mondhatók el annyi különbséggel, hogy az eljutási kilométer értékek tolódtak el, ugyanis a második szakasz értéke 150-180 kilométer-

¹ Hivatalos Autóbusz Menetrend 2015/2016. 2. kötet, Jelmagyarázat

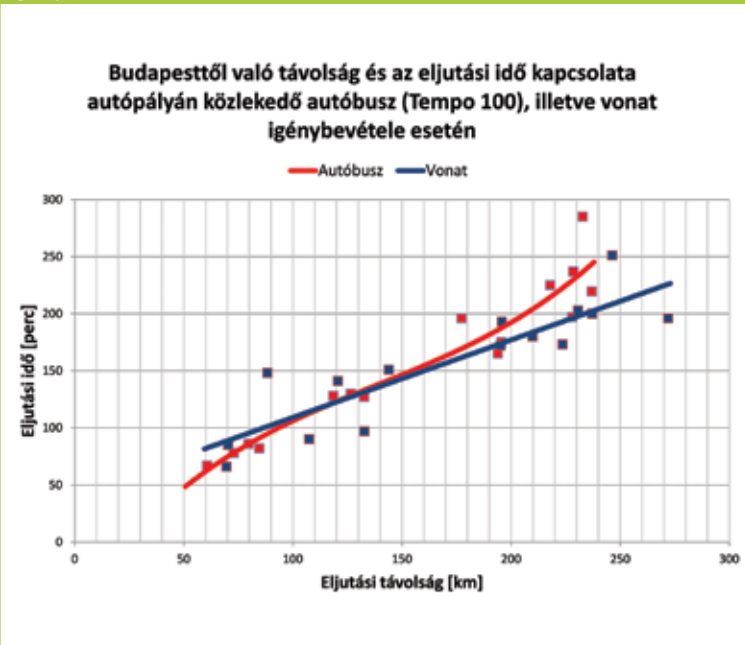
ről 180-200 kilométerre, a harmadiké pedig 200 kilométer fölé emelkedett. Megállapítható, hogy az autópályán, a Tempo100-as minősítésű autóbuszok – teljes körű – alkalmazásával körülbelül 30 kilométerrel nőne az eljutási kilométer értéke az autóbusz jávára.

A 100 km/h-val közlekedő autóbuszok szerepének elemzése a hazai közösségi közlekedésben – kiváltképp a párhuzamos közlekedésben – egy rendkívül összetett, számos paraméter elemzését magába foglaló témakör, amely az itt tár-

3. táblázat: Autóbusz és vonat eljutási idő- és távolsági paraméterei Tempo 100-as autóbuszok alkalmazásával a vizsgált viszonylatokon

	Autóbusz		Vonat	
	Távolság [km]	Idő [perc]	Eljutási távolság [km]	Eljutási idő [perc]
Székesfehérvár	72,9	78	70,3	85
Dunaújváros	79,7	86	88,3	148
Eger	132,6	127	144	151
Kecskemét	84,6	82	107,5	90
Zalaegerszeg	237	219,5	246,4	251
Keszthely	193,9	165	195,8	193
Veszprém	118,5	128	120,6	141
Kaposvár	195,6	175	209,8	180
Hatvan	60,7	67	69,5	66
Debrecen	228	197	221	161
Nyíregyháza	228,5	237	270	196
Pécs	218	225	237	183
Szeged	177,3	196	195,2	172
Szombathely	232,8	285	230	145
Győr	126,6	130	140	87

5. ábra: Budapesttől való távolság és az eljutási idő kapcsolata autópályán közlekedő Tempo100-as minősítésű autóbusz, illetve vonat igénybevétele esetén



gyaltak keretein kívül esik, ezért ez a későbbi vizsgálataink részét képezi.

3.2 Utazási költség alapján

Az eljutási idő mellett a felhasználó eszközválasztását az utazással kapcsolatban felmerülő költségek is befolyásolják.

A vasúti és közúti szolgáltatók – ideértve a városi közlekedési vállalatokat is – a megrendelő Minisztérium és az Önkormányzat jóváhagyásával – a [22] alapján – alakítják ki díjszabásukat, amelyek az egyes szolgáltatók

által közzétett Üzletszabályzatban találhatók meg [2],[3],[5],[9],[11],[17].

Ezek alapján, a vizsgált viszonylatokban a felhasználó az adott utazása során a közlekedési módok szerint a 4. táblázat szerinti költségeket köteles megfizetni. Az utazásért kifizetett összegek az alábbi díjtételekből állnak:

- kilométer-intervallum alapú, teljes áru menetjegy a helyközi közlekedésben,
- a menetrendben jelölt, emelt szintű autóbussz szolgáltatás esetén kiegészítő menetjegy,
- pót-, illetve helyjegy megváltása nélkül igénybe nem vehető vasúti szolgáltatás esetén a pénztárban, elővételben megvásárolt pót-, illetve helyjegy,
- Budapest városi közlekedésére érvényes vonaljegy vagy átszállójegy,
- az adott vidéki település helyi közösségi közlekedési eszközén alkalmazott vonaljegy.

A felsorolt díjtételek közül az egyes esetekben csak az adott utazási relációban megváltandókat alkalmaztuk.

Felhasználói oldalról költségcsökkentő elemként értelmezhetők a jelenleg érvényben lévő közlekedési szövetségek, közlekedésszervezők által alkalmazott egyesített jegyek vagy bérletek. A vizsgált relációkat alapul véve ilyen

tekintetben jeggyel nem, bérlettel (Budapest-bérlet) pedig csak Budapest és Székesfehérvár – csak vasúton -, valamint Budapest és Hatvan – autóbusszon és vasúton egyaránt – elérhető.

Az utazási költségeket a 4. táblázat tartalmazza, ahol:

- K_{ub} : az autóbusszal történő utazás esetén a regionális Közlekedési Központ által alkalmazott menetdíj,
- K_{bp} : a Budapesten, helyi tömegközlekedésre (BKK Zrt.) felhasználható menetjegy vagy átszállójegy,
- K_{vb} : az autóbusszal történő utazás esetén a vidéki rá- és elhordásnak a költsége (helyi autóbusszjegy stb.),
- $K_{öbBp-bérlettel}$: azokon a kijelölt autóbusszjáratokon, amelyeken a Budapest-bérlet felhasználható a bérlettel csökkentett, összesített menetdíj mértéke,
- $K_{öb}$: az autóbusszal történő utazás során felmerült költségek összege (13).

A $K_{öb}$ értéke a regionális Közlekedési Központ által alkalmazott menetdíj, valamint a budapesti és a vidéki rá- és elhordás összegeként értelmezhető, azaz a

$$K_{ub} + K_{bp} + K_{vb} = K_{öb} \quad (13)$$

egyenlettel adható meg.

4. táblázat: Utazási költségek a vasúttal, illetve autóbusszal történő utazás esetén

	Autóbusz					Vonat					Vonat-autóbusz	
	K_{ub} [forint]	K_{bp} [forint]	K_{vb} [forint]	$K_{öbBp-bérlettel}$ [forint]	$K_{öb}$ [forint]	K_{uv} [forint]	K_{bp} [forint]	K_{vv} [forint]	$K_{övbBp-bérlettel}$ [forint]	$K_{övb}$ [forint]	$\Delta K_{ö}$ [forint]	$\Delta K_{öBp-bérlettel}$ [forint]
Székesfehérvár	1450	350	0	-	1800	1300	530	280	1210	2110	310	-240
Dunaújváros	1490	350	0	-	1840	1490	530	240	-	2260	420	-
Eger	2725	350	0	-	3075	2725	350	255	-	3330	255	-
Kecskemét	1830	350	0	-	2180	2375	350	0	-	2725	545	-
Zalaegerszeg	4305	350	0	-	4655	4305	530	0	-	4835	180	-
Keszthely	3705	350	0	-	4055	3705	530	0	-	4235	180	-
Veszprém	2375	350	0	-	2725	2375	530	250	-	3155	430	-
Kaposvár	3705	350	0	-	4055	4315	530	0	-	4845	790	-
Hatvan	1120	350	0	930	1470	1450	350	0	930	1800	330	0
Debrecen	4305	350	400	-	5055	4605	350	400	-	5355	300	-
Nyíregyháza	4305	350	0	-	4655	5140	350	0	-	5490	835	-
Pécs	3690	350	0	-	4040	4605	530	400	-	5535	1495	-
Szombathely	4305	350	0	-	4655	5400	530	275	-	6205	1550	-
Győr	2725	350	0	-	3075	3025	530	0	-	3555	480	-

A vasút esetében az utazás költségének jelölése és számítása hasonló az autóbushoz, azaz

$$K_{uv} + K_{bp} + K_{vv} = K_{\bar{ov}} \quad (14)$$

ahol

- K_{uv} : a vasúttal történő utazás esetén az Üzletszabályzatban meghatározott menetdíj,
- K_{vv} : a vasúttal történő utazás során a vidéki rá- és elhordásnak a költsége (helyi autóbuszjegy stb.),
- $K_{\bar{ovBp}-bérlettel}$: azokon a kijelölt vonatokon, amelyeken a Budapest-bérlet felhasználható a bérlettel csökkentett, összesített menetdíj mértéke,
- $K_{\bar{ov}}$: a vasúttal történő utazás során felmerült költségek összege (14).

A két közlekedési mód közötti utazási költség különbséget a $\Delta K_{\bar{o}}$ (15) és a $\Delta K_{\bar{ovBp}-bérlettel}$ (16), (17) mutatja, amelyek számítása a

$$K_{\bar{ov}} - K_{\bar{ob}} = \Delta K_{\bar{o}} \quad (15)$$

és a

$$K_{\bar{ovBp}-bérlettel} - K_{ub} = \Delta K_{\bar{ovBp}-bérlettel} \quad (16)$$

vagy a

$$K_{\bar{ovBp}-bérlettel} - K_{\bar{obBp}-bérlettel} = \Delta K_{\bar{obBp}-bérlettel} \quad (17)$$

képletekkel lehetséges attól függően, hogy az adott autóbuszjáraton vagy vonaton érvényesíthető-e a Budapest-bérlettel járó kedvezmény.

A 4. táblázat alapján elmondható, hogy Budapest és a vizsgált városok tekintetében – a Székesfehérvárra vasúttal, Budapest-bérlet birtokában eset kivételével – az autóbusz igénybe vételének esetén kedvezőbb utazási költségek jelentkeznek a felhasználó oldalán, amelyek a következő okokkal magyarázhatók:

- az egyes, vonattal történő utazások esetében a kedvezőbb eljutási időt kínáló Kelenföld vasútállomás megközelítése átszállójeggyel

lehetséges Budapest központjából (dunántúli utazás),

- a vasút tekintetében a vidéki városok döntő részében szükség van rá-, illetve elhordásra, amelyhez a felhasználónak helyi közösségi közlekedési menetjegyet kell váltania (például Zalaegerszeg, Eger, Dunaújváros, Veszprém),
- a vasúti szolgáltatók által alkalmazott pót-, illetve helyjegyek ára magasabb lehet az autóbushoz alkalmazott kiegészítő jegynél (például Pécs, Nyíregyháza, Szombathely),
- az adott viszonylatban az autóbushoz képest a vonat által megtett kilométer nagyobb, így az a díjtételeknél alkalmazott következő kilométer-intervallumba esik (például Kécskemét, Kaposvár, Nyíregyháza, Pécs).

4. ESZKÖZVÁLASZTÁS ÜZEMELTETŐI SZEMPONTBÓL

Az üzemeltetőnél jelentkező költségek meghatározása összetett feladat, hiszen a jármű- és pályahasználati díjon felül egyéb költségek (kiszolgáló személyzet, létesítmények fenntartása, tárolás stb.) is szerepet játszanak, amelyeket – mikroszkopikus, az adott vonalra kiterjedő részletes vizsgálat nélkül – csak becsülni lehet. A [15],[16],[19] alapján becsült, járműre vonatkoztatott, – de a pálya és egyéb költségeket is tartalmazó – kilométerenkénti költségértékeket az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat: Járműtípusonkénti üzemköltségek

	Járműtípus	Költség [Ft/km]
Autóbusz	Dízel	531
	2 csatolt FLIRT	2750
Vonat	V43	2928
	Traxx, Taurus, ÖBB 1116	2811

Mivel a közúti és vasúti személyszállító járművek különböző kapacitásúak, ezért szükséges az egy férőhelyre jutó fajlagos költségek kiszámítása adott viszonylatonként. A vasútnál felmerülő értékek meghatározása a [14] alapján, Budapest és az adott település között közlekedő vonatok által nyújtott kapacitások átlagolásával történt, míg az autóbushoz az

adott viszonylaton alapijáratként közlekedő autóbuszok kapacitását (2 vagy 3 tengelyes) vettük figyelembe, az esetlegesen mentesítő járatként (másod- vagy harmadrész) induló autóbusz(ok) kapacitásától eltekintettünk. Az 5. táblázat és az előzőekben rögzítettek alapján kiszámíthatók az eddigiekben vizsgált városokat illetően az autóbuszra és vonatra vonatkoztatott egy férőhelyre jutó fajlagos költségek a (18) alapján.

$$\text{Fajlagos költség} = \frac{\text{utazási távolság} \cdot \text{költség}}{\text{férőhely}} \quad (18)$$

Az így kapott fajlagos költségértékeket a 6. táblázat és a 7. táblázat tartalmazza.

A 3. fejezetben már ismertettett matematikai módszer (regresszió-analízis), valamint a 6. táblázat és a 7. táblázat alapján lehetőség van az autóbusznál és a vasútnál jelentkező fajlagos költségek közötti kapcsolat vizsgálatára.

A 6. ábra alapján kitűnik, hogy a vizsgált viszonylatokat érintően az autóbusz és a vasút fajlagos költségei tekintetében lineáris függvény illeszthető, amelyek széttartanak. Ez azt jelenti, hogy körülbelül 150 kilométeres távolság felett az autóbusznak kedvezőbb a férőhelyre vetített üzemeltetési költsége. Érdekes megvizsgálni a fajlagos költségek alakulását Kaposvár és Zalaegerszeg városok nélkül. Ezen települések neve már felmerült a 3. fejezetben is, hiszen az eljutási idő és az eljutási távolság kapcsolatának meghatározására felállított regressziós egyenesek

azt mutatták, hogy a vasútnak kedvezőbb értéket kellene felvennie az autóbuszról, míg ez a gyakorlatban pont fordítva történik.

Ebben az esetben (7. ábra) már olyan lineáris regressziós egyenesek illenek legjobban mind az autóbusz, mind pedig a vasúti fajlagos költségekre, amelyek között minimális különbség van.

Az üzemeltetőnél jelentkező költségek terén tehát megállapítható, hogy Kaposvár és Zalaegerszeg tekintetében az autóbusz és a

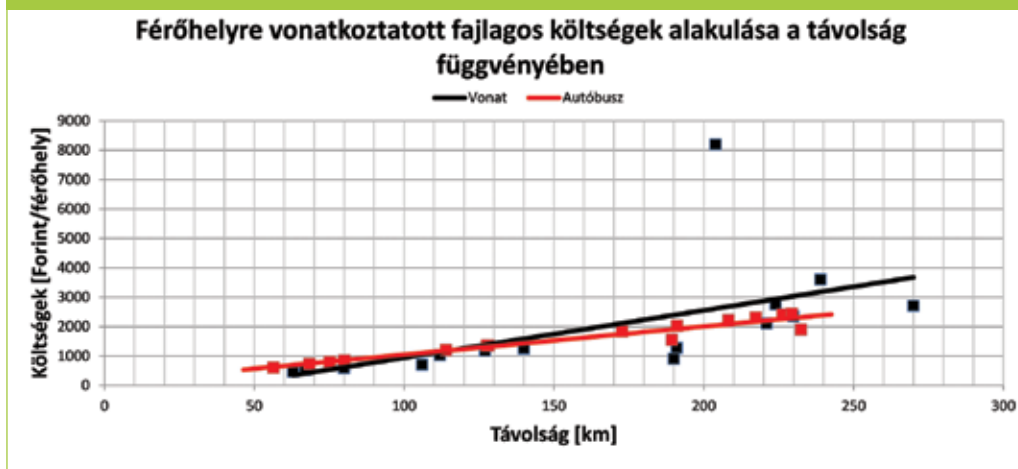
6. táblázat: Autóbuszra számított fajlagos költségek

	Autóbusz				
	Utazási távolság [km]	Autóbusz tengelyeinek száma	Teljes költség [Ft]	Férőhely	Fajlagos költség [Ft/férőhely]
Székesfehérvár	68	2	36320	50	726
Dunaújváros	75	2	39931	50	799
Eger	128,3	2	68127	50	1363
Debrecen	217,4	2	115541	50	2311
Nyíregyháza	226,3	2	120271	50	2405
Pécs	208,3	2	110705	50	2214
Szeged	172,8	2	91838	50	1837
Kecskemét	80,1	2	42533	50	851
Zalaegerszeg	232,5	3	123458	65	1899
Keszthely	189,4	3	100571	65	1547
Kaposvár	191,1	2	101474	50	2029
Szombathely	229,4	2	121919	50	2438
Győr	127,6	2	67815	50	1356
Veszprém	114	2	60534	50	1211
Hatvan	56,4	2	29948	50	599

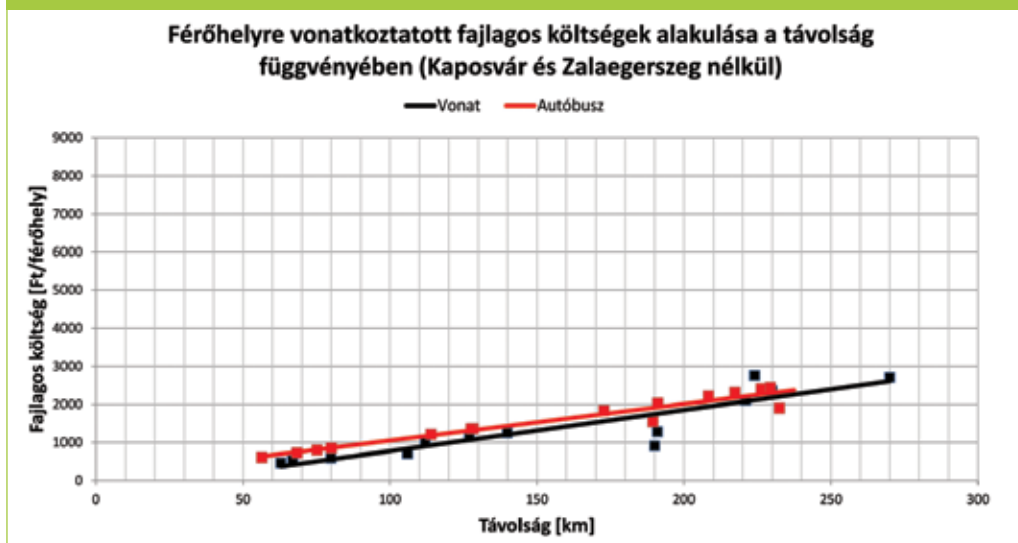
7. táblázat: Vasútra számított fajlagos költségek

	Utazási távolság [km]	Vonat			Férőhely	Fajlagos költség [Ft/férőhely]
		Mozdony "kategória"	Teljes költség [Ft]			
Székesfehérvár	63	2 csatolt FLIRT V43	173242 184471	400 321	464	
Dunaújváros	80	2 csatolt FLIRT	219990	373		
Eger	140	V43	409935	328	1251	
Debrecen	221	V43	647112	307	2108	
Nyíregyháza	270	V43	790589	292	2707	
Pécs	224	V43	655896	238	2756	
Szeged	191	V43	559269	438	1276	
Kecskemét	106	V43	310380	438	709	
Zalaegerszeg	239	V43	699818	194	3605	
Keszthely	190	V43	556341	613	908	
Kaposvár	204	V43	597334	73	8201	
Szombathely	230	Traxx, Taurus	646530	275	2352	
Győr	127	Traxx, Taurus	356997	302	1182	
Veszprém	112	V43	327948	317	1035	
Hatvan	67	V43	196183	372	528	

6. ábra: Férőhelyre vonatkoztatott fajlagos költségek alakulása a távolság függvényében



7- ábra: Férőhelyre vonatkoztatott fajlagos költségek alakulása a távolság függvényében (Kaposvár és Zalaegerszeg nélkül)



vasút párhuzamos közlekedésének optimalizálásával az üzemköltségek csökkenthetők – a 3. fejezetben ismertetett forgalomszervezési beavatkozásokon túl - a vonatok kapacitásának növelésével a felmerülő közlekedési igények függvényében. A költségek finanszírozása jelenleg a regionális Közlekedési Központok és a MÁV-Start Zrt. eladott jegyein/bérletein felül állami – tulajdonosi – kompenzációval történik. Ezért elengedhetle-

nül fontos az állami kompenzációt illetően is a párhuzamos járatok optimalizálása, hiszen ezek „párhuzamos” anyagi kiegészítést is vonhatnak maguk után, ami többletköltségekkel járhat.

5.KONKLÚZIÓ

Magyarországon napjainkban a közösségi közlekedésben problémát jelent a párho-

zamos közlekedés – azaz két város közötti autóbuszos és vasúti kínálat – kérdése. A fenntartható közlekedés és a hazai közlekedéspolitikai megköveteli, hogy a különböző közlekedési módok egymás kiegészítői legyenek. Ehhez szükséges a párhuzamosan futó vonalak vizsgálata, illetve forgalom-megosztásának optimalizálása.

A téma összetettségéből adódóan jelen vizsgálat csak olyan Budapestről induló, megyeszékhelyek (vagy 20 ezer főnél nagyobb lakos számú város) úti célú viszonylatokra terjed ki, ahol a használt pálya minőségi paraméterei bizonyos kritériumnak (vasút esetében minimum 100 km/h-s kiépítési sebesség, az autóbusz útvonala pedig részben vagy teljes egészében autópályával fedett) megfelelnek. A pálya minősége mellett a hálózaton töltött idő (eljutási idő) minimalizálása is a vizsgálat fontos kritériumfeltételeként jelenik meg, az üzemeltetőnél és a felhasználónál jelentkező költségekkel egyetemben.

A vizsgálat tárgya 15 db viszonylatra (Zalaegerszeg, Keszthely, Győr, Szombathely, Kécskemét, Hatvan, Debrecen, Nyíregyháza, Eger, Szeged, Pécs, Kaposvár, Székesfehérvár, Dunaujváros, Veszprém) terjed ki, amelyeket Budapest városközpontjától a vidéki megyeszékhelyig vagy 20 ezer főnél nagyobb lakosszámú vidéki város városközpontjáig tartó utazási láncokkal elemeztünk.

A közösségi közlekedési módonként kapott eljutási idő és eljutási távolság adatok, valamint a regressziós-analízis matematikai módszer segítségével, a kapott egyenesek, illetve görbék alapján, a távolság függvényében a párhuzamosság kérdése három szakaszra osztható:

- a Budapesttől számított 150 kilométerig az autóbusz és a vonat között az eljutási időben eltérés nem – vagy csak nagyon csekély mértékben – tapasztalható, ezért ezen relációban megfontolandó mindkét közlekedési mód fenntartása,
- a Budapesttől számított 150 – 180 kilométer között a vasút felel meg jobban a kritérium-

feltételeknek, de az eltérés kicsi, maximum 10 perc,

- a Budapesttől számított 180 kilométer felett pedig egyértelműen a vasút bizonyul kedvezőbbnek az eljutási idő tekintetében.

A probléma aktualitását mutatja, hogy – a vizsgálati eredményekkel ellentétben – néhány esetben (például Kaposvár, Zalaegerszeg) jelenleg 180 kilométeres távolság felett is az autóbusz dominál a kínálati paraméterek (járatsűrűség, eljutási idő, üzemidő stb.) tekintetében. Ennek orvoslása egyrészt a forgalom-szervezési beavatkozással (például menetrendi struktúra újragondolása), másrészt pedig a helyi közösségi közlekedési szolgáltatóval való együttműködéssel (rá- és elhordás) lehetséges.

Az előbbieken említett megoldások a felhasználónál jelentkező költségek minimalizálására, mint kritériumfeltételre is alkalmazhatók, hiszen a közösségi közlekedési módok közötti árkülönbséget a helyi járat menetjegyárak és a pót-, illetve helyjegyárak befolyásolják. Mivel a vasútállomások többségében a város szélén helyezkednek el, ezért az utasok városközpontba történő utazásai során helyi járatokat kénytelenek igénybe venni, ami többletköltséget okoz.

A vizsgált viszonylatokban a jelenleg közlekedő vasúti és autóbuszos járművek paramétereinek elemzésével, valamint a már említett matematikai módszer segítségével lehet meghatározni az üzemeltetőnél jelentkező költségeket, illetve azok közlekedési módok közötti viszonyát. Ebből kiderül, hogy a férőhelyre vetített fajlagos költségek – a kapott görbék jellegéből adódóan – körülbelül 150 kilométer felett magasabb értéket vesznek fel a vasútnál, mint az autóbusznál. A kiugró értékkel rendelkező viszonylatok esetében (például Budapest – Zalaegerszeg, valamint Budapest – Kaposvár) a forgalom-szervezési eljárások optimalizálásával ezek az értékek szabályozhatók. Az autóbuszos és a vasúti közlekedés egyidejű fenntartása esetén az üzemeltetőnél jelentkező fajlagos költségek kiegyenlítődnek.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] A BKK Zrt. által megrendelt közösségi közlekedési járművek menetrendjei. Letöltés dátuma: 2016. június 10., forrás: <http://www.bkk.hu/menetrendek>
- [2] A Budapesti Közlekedési Központ Zrt. Üzletszabályzata (hatályos: 2014. október 07. napjától). Letöltés dátuma: 2016.. június 10., forrás: <http://www.bkk.hu/apps/docs/kozerdeku/20141007.pdf>
- [3] AKMKKKözéphelet-magyarországi Közlekedési Központ Zrt. Üzletszabályzata 2.2. számú melléklet. (2015. január 1.). Letöltés dátuma: 2016. augusztus 19., forrás: http://kmkk.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=13
- [4] A koncessziós M6 autópálya részletes térképe. Letöltés dátuma: 2016.. június 10., forrás: <http://www.m6duna.hu/m6-szolgáltatások/m6-trkpek/21.htm>
- [5] Az ÉNYKK Északnyugat-magyarországi Közlekedési Központ Zrt. Üzletszabályzata 4. sz. módosítás. (2016. január 20.). Letöltés dátuma: 2016.. augusztus 19., forrás: <http://www.enykk.hu/cikk/kozvetetel.html>
- [6] Az M3 autópálya vonalvezetése. Letöltés dátuma: 2016.. június 10., forrás: http://motorways-exitlists.com/europe/h/m3.htm#m3_m30
- [7] Az M7 autópálya vonalvezetése. Letöltés dátuma: június. 10., forrás: <http://motorways-exitlists.com/europe/h/m7.htm>
- [8] Hivatalos Autóbusz Menetrend 2-20. kötete a 2015/2016. évre.
- [9] Kivonatós tájékoztató az autóbuszszal végzett helyközi menetrend szerinti személyszállításról szóló Közszolgáltatási Szerződés viteldjairól. Hivatalos Autóbusz Menetrend 5. számú kötet 2015/2016 (old.: 30-31). Miskolc: ÉMKK Zrt.
- [10] M5 autópálya csomópontjai és pihe-női. Letöltés dátuma: 2016. június 10., forrás: <http://www.aka.hu/hu/m5-autopalya/terkep>
- [11] Személyszállítási szolgáltatásokról szóló 2012. évi XLII. törvény. Letöltés dátuma: 2016.. június 10., forrás: http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1200041.TV
- [12] Vasúti menetrend a 2015/2016. évre.
- [13] Vasúti Pályakapacitás-elosztó Kft. adatbázisa alapján a vasútvonalak listája és műszaki paraméterei. Letöltés dátuma: 2016.. június 20., forrás: http://www2.vpe.hu/takt/vonal_lista.php
- [14] Vonatösszeállítás. Letöltés dátuma: 2016.. június 10., forrás: <http://vonatosszeallitas.hu>
- [15] Traxx-tapasztalatok: takarékosak a mozdonyok. <http://iho.hu/hir/traxx-tapasztalatok-takarekosak-amozdonyok-120306#>
- [16] Ezerarcú Magyarország. Letöltés időpontja: 2016. október 20. http://www.volanbusz.hu/files/public/rpdf/Kulonjaratiajanlatcsomag_2_1024x768px.pdf
- [17] Pót- és helyjegy árak. Letöltés dátuma: 2016.október 20. <https://www.mavcsoport.hu/mav-start/belfoldi-utazas/arak-es-kedvezmenyek/potes-helyjegyarak>
- [18] dr. Péter Tamás: Matematikai Módszerek I. PhD egyetemi jegyzet. Letöltés ideje: 2016. szeptember 10.
- [19] Hálózati Ügyfélszolgálat. Letöltés dátuma: 2016. október 20. <https://www2.vpe.hu/hu/halozati-uzletszabalyzat-husz>
- [20] Két mennyiség kapcsolatának vizsgálata, korreláció és lineáris regresszió. Letöltés dátuma: 2016. augusztus 8. <http://rs1.szif.hu/~szorenyi/elm/bioselm7.htm>
- [21] Lakatos András: A budapesti villamosközlekedés versenyképességének fejlesztése
- [22] 1990. évi LXXXVII. törvény az árak megállapításáról (letöltés dátuma: 2016. augusztus 5.) forrás: http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99000087.TV



Questions about the parallelism of railway passenger and coach passenger transport in Hungary, from the point of view of travel parameters

A recurring question in Hungary's transport is the issue of the parallelism of long-distance bus and rail passenger transport, since sustainable and efficient transport as well as transport policy in Hungary require that the sub-sectors are complementary to each other. There are currently several parallel bus and rail public transport services between a number of major cities and the capital, Budapest, which results in a competitive situation between the two sub-sectors, thus their roles are not complementary to each other. In order to address this problem, it is necessary that the existing parallel public transport opportunities are optimized.



Fragen zur Parallelität der Personenbeförderung mittels Eisenbahn- und Fernbusverkehr in Ungarn, unter dem Gesichtspunkt der Reiseparameter

Eine wiederkehrende Frage im ungarischen Verkehr ist die Frage der Parallelität des Fernbus- und Schienenpersonenverkehrs, da ein nachhaltiger und effizienter Verkehr sowie die Verkehrspolitik in Ungarn die Komplementarität der Teilsektoren erfordern. Es gibt derzeit mehrere parallele Bus- und Schienenverkehrsdienste zwischen einer Reihe von Großstädten und der Hauptstadt, Budapest, die zu einer Wettbewerbssituation zwischen den beiden Teilsektoren führt, so dass ihre Rollen nicht komplementär zueinander sind. Um dieses Problem zu lösen, ist es notwendig, dass die bestehenden parallelen öffentlichen Verkehrsmöglichkeiten optimiert werden.

ÚJ KONFERENCIA!

I. Magyar Közlekedési Konferencia

42. Ütügyi Napok és 8. Nemzeti Közlekedési Napok

Dr. Fónagy János miniszterhelyettes úr támogatásával a közutas szakterületen nagy hagyományokkal rendelkező Ütügyi Napok és az összközlekedési szakmai fórumként többször megrendezésre került Nemzeti Közlekedési Napok szellemiségének továbbéltetőjeként kerül megrendezésre ez a konferencia, a Közlekedéstudományi

Egyesület szervezésében.

Helyszín: Eger

Időpont: 2017. október 18-20.

További aktuális információ a KTE honlapján

www.ktenet.hu