

## Késési okok vizsgálata a vasúti személyszállításban

Nagy Enikő\*, Esztergár-Kiss Domokos\*\*, Dr. Csiszár Csaba\*\*\*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar  
Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék  
1111 Budapest, Stoczek utca 2.

\*(Tel: +36-1-463-1029; e-mail: eniko.nagy@mail.bme.hu)

\*\* (Tel: +36-1-463-1029; e-mail: esztergar@kku.bme.hu)

\*\*\* (Tel: +36-1-463-1978; e-mail: csizar@kku.bme.hu)

**Abstract:** A közösségi közlekedés egyik minőségi mutatója a pontosság. A menetrendi eltérés szolgáltatási színvonal csökkenést jelent. A késések okainak feltárásával és kategorizálásával olyan összefüggések írhatók fel, melyek alapján a várható késések és jövőbeli forgalmi tendenciák is részben előre jelezhetőek. A kutatás során a vasúti közlekedésben az állomásokon regisztrált menetrendi eltéréseket vizsgáltuk a MÁV Zrt. Pályavasút Üzletág által a rendelkezésünkre bocsátott adatok alapján. A késési okokat kategóriákba soroltuk. Azokra fókuszáltunk, amelyeket véletlenszerű külső tényezők okoznak. Különösen a különböző időjárási tényezők hatásaira tértünk ki. Az elemzést különböző infrastruktúrájú vasútvonalakon végeztük el. A kapott eredmények jelentősége abban rejlik, hogy ezek beépíthetők a forgalom előrejelzési modellekbe.

### 1. BEVEZETÉS, AKTUALITÁS

A személyszállítási szolgáltatási minőség több tényezőtől áll össze, melyek közül az egyik legfontosabb a pontosság. A menetrend betartása mind üzemeltetői, mind pedig utazói oldalról meghatározó tényező. Az utasok a menetrend alapján tervezik meg utazási láncukat, melyek legbizonytalanabb eleme az átszállási művelet. Üzemeltetői oldalról pedig a csatlakozások biztosítása, kezelése jelent kihívást.

A szolgáltatási minőséggel kapcsolatos összefüggések a minőségi hurokkal modellezhetőek. Ennek egyik eleme a tervezett minőség, melyet a szolgáltató nyújtani kíván utasainak. Ez a minőségi szint a költségvetési kondícióktól, az utasok által elvárt színvonalától és a versenytársak teljesítményétől függ. Ez alapján realizálódik a nyújtott minőség, amely naponként eltérő lehet a külső tényezők hatására. Az eltérések okai lehetnek: üzemeltetőre visszavezethető (pl. meghibásodások), illetve az üzemeltetőtől független tényezők (pl. időjárás, baleset, zsúfolt utak). A szolgáltatás hatékonyságát és minőségi szintjének növelését a minőségi hurok elemei közötti „rések” minimalizálásával érhetjük el. Az utazói minőségérzetet jelentősen befolyásolja az utastájékoztató is, mely a minőségi rés „tompítását” segíti.

A minőségi hurokban lévő rések közül a tervezett és a nyújtott minőség közötti eltérés okainak vizsgálatára fókuszáltunk. A nyújtott minőség számszerűen jellemezhető egy adott vonalon bekövetkezett késések számának, illetve az ebből adódó idővesztésnek a vizsgálatával. Késési eseményről beszélünk, ha a járműveket a menetrendtől eltérő érkezési és/vagy indulási idővel regisztrálják az állomáson. Az eredmények alapján a szolgáltatási színvonal értékelhető,

az egyes vasútvonalak összehasonlíthatók. A késési események és azok okainak feltárása egyrészt segíti a jövőbeli tervezést, másrészt pedig forgalmi előrejelzésekhez is felhasználható:

- üzemeltetői oldalról: a késési tendenciák ismeretében a menetrend és a csatlakozásbiztosítás pontosítható, módosítható;
- utazói oldalról: a befolyásoló tényezők ismeretében (időjárás, vonal, szolgáltatás típusa, stb.) a járművek pontossága (érkezési és indulási ideje) előrebecsülhető. Ezek az értékek mind az állomási, mind pedig a személyre szabott utastájékoztató alkalmazások (utazástervező rendszerek) működéséhez felhasználhatók.

A közlekedési módok közötti választást számos tényező befolyásolja, ezek egyike az utazási idő megbízhatósága. A [1] tanulmányban az egyes forgalmi körzetekben jellemző utazási idő megbízhatóságokat vizsgálták, és annak időbeli ingadozását. Nemcsak egy zónán belül, hanem a zónák között is változik a megbízhatóság; azaz a „bizonytalan” körzetek a nap folyamán „átkúsznak” az egyes területi egységek között (összefüggésben a fő áramlatokkal). Megvizsgálták, hogy a különböző utazói csoportok döntését (módválasztását) mennyire befolyásolja az utazási idő értéke és megbízhatósága együttesen. Az utazási távolság (idő) növekedésével nőtt a vasútra való áttérés valószínűsége, különösen akkor, ha a menetidő kiszámítható volt. A választást a munkahelyek körzetében különösen befolyásolta az egyes módok megbízhatósága.

A [2] tanulmány szerint a választást befolyásoló szempontok esetében 1 percnyi csökkenés az utazási idő szórásában

egyenértékű 2 percnyi utazási idő csökkenéssel. Kockázatelemzési alapokon egy általánosan használható utazási idő megbízhatósági modellt is készítettek. Ebben a zavar események bekövetkezésének valószínűségét és súlyosságát állapították meg.

A [3] tanulmány a becsült utazási idő megbízhatóságával foglalkozik. Ennek értékét két eltérő módszerrel közelítették: átlag-szórás (mean-variance), illetve fajlagos együtthatók (specific coefficients) módszerrel. A megbízhatóság értékére két definíciót is kínálnak:

- az a maximum összeg, amit az utas hajlandó kifizetni a szolgáltatás árán felül, hogy a bizonytalanság eltűnjön (az utazási idő eközben nem változik),
- az a maximum plusz utazási idő, amit az utas elfogad, azért cserébe, hogy a bizonytalanság eltűnjön.

Továbbá olyan vizsgálatokat is végeztek, aminek a keretében azt figyelték meg, hogyan döntenek az utasok, ha egy biztos és bizonytalan utazási idő közül kell választaniuk.

Az irodalmi áttekintés alapján látható kutatási irányok szerint határoztuk meg elemzésünk célját: a Győr környéki, különböző infrastruktúrájú vasútvonalak forgalmi jellemzőinek vizsgálata és összehasonlítása a rendelkezésre álló (az állomási személyzet manuális adatrögzítésével keletkező) késési adatok alapján. A kutatás során aggregált mutatószámokat is képeztünk. Ezeket tovább „bontva” összehasonlítjuk az egyes megállóhelyeket, szolgáltatás típusokat, valamint vizsgáljuk a vonalak időjárási érzékenységét és a késések okait.

A számított értékekből korrekciós tényezőket állapítunk meg, melyeket felhasználva a valós idejű információk ismertetében egy adott megállóhelyre, szolgáltatás típusra az időjárási

körülmények ismertetében a várható késés előrebecsülhető. A megállapított korrekciós tényezők alapján intézkedési javaslatok is megfogalmazhatók a jelenlegi menetrend (csatlakozások) javítása érdekében.

## 2. MÓDSZERTAN

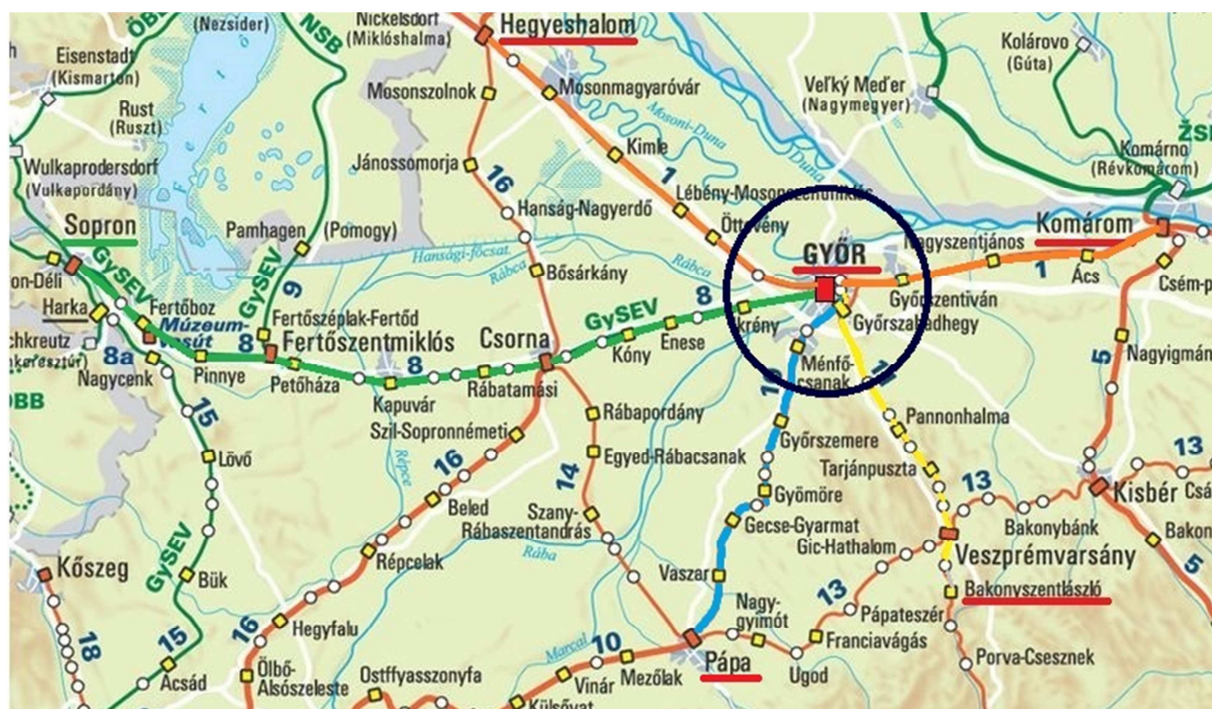
A vizsgálatokat a következő, eltérő infrastrukturális fejlettségű vasútvonalak állomásaira végeztük el:

- Győr-Sopron (8): egyvágányú, villamosított vonal [csak Győr állomás adatai álltak rendelkezésre],
- Komárom-Hegyeshalom (1): kétvágányú, villamosított vonal,
- Győr-Pápa (10): egyvágányú, nem villamosított vonal,
- Győr-Bakonyzentlászó (11): egyvágányú, nem villamosított.

A vizsgált vasúti szakaszok elhelyezkedését eltérő színekkel az 1. ábra mutatja. Ezen vonalszakaszok összesen 25 állomáson rögzítettek késési eseményt.

Az elemzések során kiemelt figyelmet fordítottunk azokra az állomásokra, melyek Győr elővárosában, kb. 10 km-es körzetében találhatóak. Ezek az állomások a következők:

- Győr,
- Győr-Gyárvaros,
- Győr-Rendező,
- Győrszabadhegy,
- Győrszentiván,
- Ménfőcsanak.



1. ábra: A vizsgált vasúti szakaszok elhelyezkedése [MÁV vasúti térképek alapján saját szerkesztés]

## 2.1 Adatgyűjtés

Az elemzések elvégzéséhez a következő adatcsoportokat használtuk fel:

- vonatkésések részletes listája,
- késési kódtábla,
- időjárás adatok.

### Vonatkésések részletes listája

A MÁV Zrt. Pályavasút Üzletága az adatokat vasútvonalanként .xls formátumban bocsátotta rendelkezésünkre. Előzetesen időbeli lehatárolást végeztünk, azaz kiválasztottunk olyan napokat, amelyek jellegzetes, eltérő időjárás kategóriákba sorolhatók. Az állomásonként rögzített tényadatokat egy központi adatbázisban gyűjtik és tárolják. Az Excel táblázatok tartalmazták a jármű azonosítására, a szolgáltatás jellegére, a késés mértékére (percben), helyére, idejére és okára vonatkozó adatokat az 1. táblázat szerint. A táblázat olyan adatokat is tartalmazott, amelyeket nem használtunk az elemzésekhez. Ezek a végállomási késésre, a felelős csoportra, a segédkódra, és a késés indoklására vonatkozó információk. A táblázatban szürke színnel jelöltük.

A feldolgozás megkezdése előtt az adatokat megtisztítottuk, a hibás és az elemzéshez nem szükséges adatokat kiszűrtük, és egy Access adatbázist hoztunk létre.

Az átadott adatok között több, az üzemeltetés során alkalmazott kód is szerepelt. Például a Vonatnem, a Felelős csoport, a Főkód és a Segéd kód értékek.

### Késési kódtábla

A késési okok visszafejtéséhez egy külön kódtáblázatot kaptunk, mely részletesen tartalmazza, hogy az egyes késési kódokat milyen esemény bekövetkezésekor kell alkalmazni. 67 különböző késési kódhoz tartozik magyarázat és kódalkalmazási segédlet is, melyek alapján a késések kategorizálását elvégeztük (kevesebb főcsoportot képeztünk).

## Időjárás adatok

Az időjárás események menetrendiségre gyakorolt hatásának vizsgálatához jellegzetes időjárású napokat jelöltünk ki. Ezeket a 2. táblázat foglalja össze. Az időjárás adatokat (napi csapadékösszeg, minimum és maximum hőmérséklet) az Időkép Kft. és az Országos Meteorológiai Szolgálat szolgáltatta, ez utóbbi radarképei alapján határoztuk meg a napon belül, időjárás eseményekkel érintett órák intervallumokat. Ezek alapján időjárás kategóriákat határoztunk meg, a hőmérséklettől és a csapadéktól függően. Az alábbiakban felsorolt 6 kategória kiegészült +1-gyel, melyet azokhoz a késési eseményekhez rendeltünk, ahol a késés időpontjában a közlekedés szempontjából eseménytelen időjárás volt:

- Hideg, száraz időjárás (-15 és -5 °C körüli hőmérséklet)
- Hideg, csapadékos időjárás (-3 és +3 °C körüli hőmérséklet, közepes, intenzív havazás)
- Mérsékelt, száraz időjárás (0 °C körüli hőmérséklet)
- Mérsékelt, csapadékos időjárás (0 °C körüli hőmérséklet, közepes, intenzív esőzés)
- Meleg, száraz időjárás (30 °C körüli hőmérséklet)
- Meleg, csapadékos időjárás (+15-23 °C körüli hőmérséklet, közepes, intenzív esőzés)
- Közlekedés szempontjából eseménytelen: azok a késési események kaptak ilyen kódokat, melyek a késés regisztrálásakor időbélyegük alapján egyik fenti kategóriába sem voltak besorolhatók.

1. táblázat: A vonatkésések adatait tartalmazó táblázat szerkezete

Vonatnem	Ind.dátum	Végáll. késés	Felelős csoport	Fő-kód	Segéd kód	Szolgálati hely	Tényleges érkezési idő	Tényleges indulási idő	Esemény	Késés	Indoklás	Vonó mozdony
EN	2012-02-03	3	PV	31	3P	Győr	2012.02.03. 22:35:00	2012.02.03. 22:37:00	Érkezés	1	LASSÚJELEK	938111160439
EN	2012-02-03	8	PV	31	3P	Győr	2012.02.03. 20:37:00	2012.02.03. 20:39:00	Érkezés	2	LASSÚJELEK	915504700096
EN	2012-02-03	14	VV	22	2S	Győr	2012.02.03. 9:31:00	2012.02.03. 9:33:00	Indulás	1	utasforgalom	915504700088
FSz	2012-02-03	1	M	15	--	Győr		2012.02.03. 16:39:00	Indulás	8	vár	955553410031
Gy	2012-02-03	17	VV	20	2S	Győr	2012.02.03. 19:31:00	2012.02.03. 19:48:00	Indulás	2	FÉKPRÓBA, VONATFELVÉTEL	915504800029
Gy	2012-02-03	2	M	15	--	Győr	2012.02.03. 12:23:00	2012.02.03. 12:54:00	Indulás	14	12.49 érk.	925504181189



1. táblázat: Az egyes időjárási kategóriákhoz kiválasztott napok

		Csapadék szerint		
		száraz idő	csapadékos idő	
Hőmérséklet szerint	hideg	2012. február 3.	2013. január 18.	egész napos havazás
		2012. február 7.	2013. március 14.	egész napos közepes intenzitású havazás
		2012. február 8.	2013. március 26	egész napos intenzív havazás
		2013. január 26. 2013. január 27.	2013. március 27	délelőtti közepes intenzitású havazás
	0 C	2013. február 7.	2013. április 2	intenzív csapadék 17 órától
		2013. február 8.	2013. április 3	intenzív csapadék 10 óráig
	meleg	2012. július 04. 2013. április 29. 2013. április 30.	2012. november 28	enyhe csapadék 18-19 óra között, majd 22 óra után intenzív csapadék éjfélig
			2012. november 29	18 óra körül közepes intenzitású csapadék
			2013. május 6.	18-20 óra között zivatar, intenzív csapadékkal
			2013. május 7. 2013. május 8	12 óra körül zivatar, heves csapadékkal, jéggel hajnali 5 körül zápor, közepes csapadékkal

## 2.2 Az adatok feldolgozása

A kapott táblázatok elemzése után meghatároztuk, hogy a rendelkezésre álló adatokból milyen szempontok szerint végezhetjük el az elemzést. Szolgáltatás típusonkénti (vonatnem), állomásonkénti (szolgálati hely), késési okonkénti (főkód) vizsgálatokhoz a nyersadatokat is megfelelő információt nyújtottak. A vizsgálat fő célja azonban az időjárási események elemzése volt. Erre vonatkozó adatokat nem rögzítettek. A meteorológiai adatokat felhasználva vált lehetővé az időjárási események figyelembe vétele a késések vizsgálatánál.

A kapott táblázatok adatainak szűrése után 2948 rekordból dolgoztunk. A létrehozott Access adatbázis szerkezetét a 2. ábra foglalja össze, mely 9 táblát tartalmaz. A „központi tábla” az Excel tábla alapján létrehozott **Késési főtábla**. A tábla tartalma az adatok szűrése után importálással képződött. A táblát kiegészítettük egy új mezővel: a „képzett mező” meghatározza, hogy a regisztrált esemény (a késés) a nap melyik órájának hányadik negyedórájában következett be. Ez az időjárási körülményeknek és az egyes események bekövetkezési idejének pontosabb összerendezéséhez szükséges. A főtáblához kapcsolódnak a lekérdezések elvégzéséhez szükséges melléktáblák. A melléktáblákat az elemeket tartalmazzák, melyeket a késési főtáblában egyszerűsítettünk.

## Késési kódok és Képzett késési kód

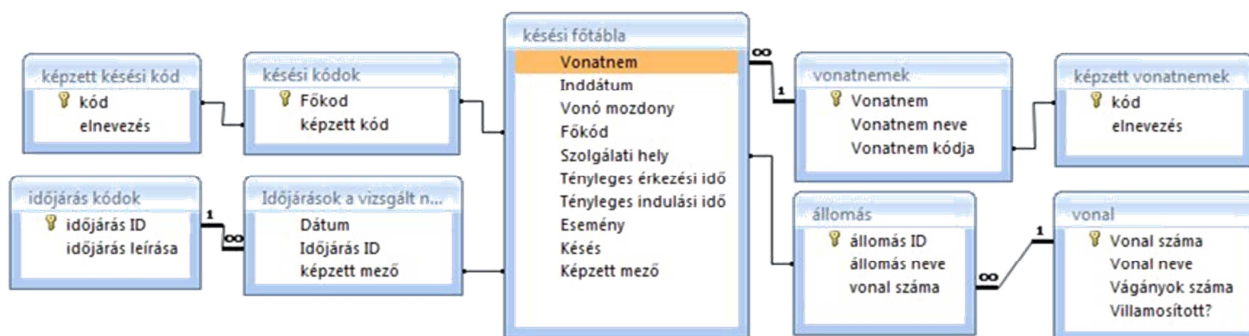
A regisztrált késési eseményekhez egy-egy késési kódot rendeltek hozzá. Egy kódtáblázat segítségével - mely tartalmazza az üzemeltető által megadott főkódot és annak szöveges leírását - egyértelmű volt az esemény oka. Mivel nagyon sok késési ok volt (és azok egy köre nagyon hasonlós is), ezért az okokat rendszerszemléletű megközelítéssel kevesebb számú ok-kategóriába rendeztük. Több késési főkódot is besoroltunk ugyanabba a képzett kód kategóriába. A kategóriák fa-ábráját szemlélteti a 3. ábra, az elnevezéseket a **Képzett késési kód** tábla foglalja össze.

## Vonatnemek és Képzett vonatnemek

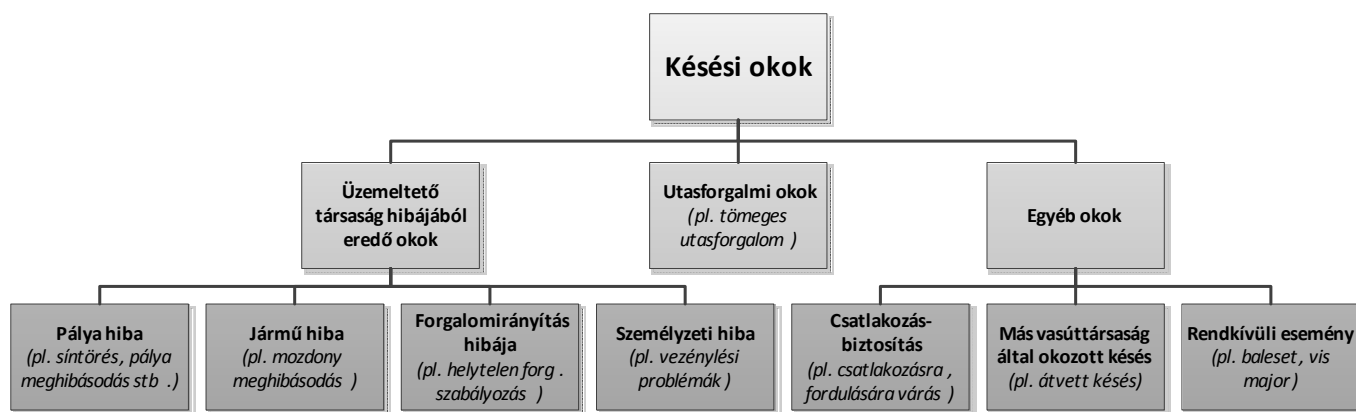
A kapott „nyersadatok” között 10 különböző vonatnem kategóriát különítettek el. A késési okok és a szolgáltatás típusok vizsgálatához az egyes vonatnemekből nagyobb csoportokat képeztünk. A csoportok elnevezését tartalmazza a **Képzett vonatnemek** tábla. 3 fő kategóriát határoztunk meg, melyek a következők:

- magas minőségű gyorsvonat (EuroNight, Intercity, Nemzetközi gyors és Railjet összevonásával),
- gyorsvonat (gyors és sebes vonat összevonásával),
- személyvonat (EuroRegio, fővonalai személyvonat, személyvonat és vidéki elővárosi személyvonat összevonásával).

A lekérdezéseket az „új” kategóriák szerint készítettük el.



2. ábra: Az adatbázis szerkezete



3. ábra: Késési okok kategóriái [saját szerkesztés]

### Állomás

A tábla tartalmazza az állomás elnevezését és a vasútvonal jelölését.

### Vonal

A tábla tartalmazza a vasútvonalak nevét és tulajdonságait a villamosításra és a vágányok számára vonatkozóan.

### Időjárások a vizsgált napokon

A tábla az időjárás kategória kódját rendeli a késési eseményt tartalmazó negyedórás intervallumhoz (a képzett mező alapján). Ez alapján határozható meg, hogy az adott késési esemény milyen időjárási körülmények között következett be.

### Időjárási kódok

A tábla tartalmazza az időjárási kategória kódját és az ehhez a kódhoz tartozó elnevezést (leírást).

Az adatbázisban a vizsgálati szempontok (kategóriák) szerint külön-külön, vagy a szempontok együttes figyelembe vételével lekérdezéseket készítettünk. A menetrendi eltérési események gyakoriságát és az eltérések mértékét, valamint statisztikai jellemzőit határoztuk meg. Kismértékű késés (1-2 perc) gyakran előfordul; tipikusan ilyenek az utasszolgálat okozta késések. Nagymértékű késések ritkán adódnak; ilyenek például a baleseti okból származó késések.

## 3. EREDMÉNYEK

Az Access adatbázis segítségével különböző lekérdezéseket állítottunk elő. A feldolgozás során elkülönítettünk lekérdezéseket, melyeknél a teljes adathalmazt felhasználtuk (mind a 25 állomás adatait) és olyanokat, amelyeknél csak a Győr környéki állomásokra fókuszáltunk. Külön vizsgáltuk az indulási és az érkezési késési eseményeket. Érkezési késési esemény regisztrálásakor a vonat állomásra érkezésének pillanatában meglévő menetrendi eltérést rögzítik, percben. Induló késési esemény regisztrálásakor pedig az állomáson „összeszedett” késés mértékét rögzítik.

Az adatok feldolgozásakor látható volt, hogy nem minden állomáson regisztráltak indulási és érkezési késési eseményt

is. Emiatt az eredmény táblázatokban néhány helyen nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű információ. Ez a későbbiekben a feldolgozott adatok mennyiségének növelésével, több nap késési eseményeinek vizsgálatával kiküszöbölhetővé válik.

### 3.1 Aggregált mutatószámok

A teljes adathalmazra, majd csak a Győr környéki állomásokra vonatkozóan aggregált mutatószámokat képeztünk. Vizsgáltuk a megállóhelyenkénti napi állomási késések gyakoriságát (az események darabszámát) és a mértékét. Az eredményeket a 3. és 4. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat: Aggregált mutatószámok a teljes adathalmazra

	Állomási késés napi előfordulási gyakorisága (db)		Állomási késés mértéke (perc)	
	Indulás	Érkezés	Indulás	Érkezés
<b>Átlagos érték</b>	4,1	3,6	5,4	4,1

3. táblázat: Aggregált mutatószámok a Győr környéki állomásokra

	Állomási késés napi előfordulási gyakorisága (db)		Állomási késés mértéke (perc)	
	Indulás	Érkezés	Indulás	Érkezés
<b>Átlagos érték</b>	8,67	7,57	7,45	5,60

A táblázatok alapján megállapítható, hogy csak a Győr környéki állomások vizsgálatok magasabb értékeket kaptunk mind a késések gyakoriságára, mind a késések mértékére. Ez alapján több késés következik be a Győr környéki vasútállomásokon, mint a vizsgált vasútvonalak további megállóinál.

### 3.2 Állomásonkénti vizsgálatok eredményei

A 3.1. pontban feltett állítás bizonyítására létrehoztunk egy olyan lekérdezést, mely állomásonként vizsgálja a napi késési események gyakoriságát és a késések átlagos mértékét. Ezek összefoglalása látható az 5. táblázatban, kiemelve a Győr környéki állomásokat.

4. táblázat: Állomásonkénti késések napi előfordulási gyakorisága és mértéke

Állomás	Állomási késés napi előfordulási gyakorisága (db)		Állomási késés mértéke (perc)	
	Indulás	Érkezés	Indulás	Érkezés
Ács	1,9	1,0	9,4	4,3
Bakonyzentlászló	1,1	3,7	3,8	2,0
Gecse-Gyarmat	3,1	1,4	3,7	1,7
Gyömöre	3,2	2,5	4,0	1,7
Gyömöre-Tét	1,5	n.a.	1,7	n.a.
<b>Győr</b>	<b>38,7</b>	<b>14,3</b>	<b>8,1</b>	<b>11,4</b>
Győr-Gyárváros	2,0	n.a.	21,5	n.a.
Győr-Rendező	1,0	n.a.	6,5	n.a.
Győrszabadhegy	5,8	6,9	4,2	1,9
Győrszemere	5,7	1,5	4,2	8,3
Győrszentiván	3,5	1,6	2,5	3,6
Hegyeshalom	4,0	2,3	6,6	7,8
Kimle	3,0	1,2	1,5	3,9
Komárom	1,9	1,3	9,3	4,1
Lébény-Mosonszentmiklós	1,0	1,5	3,0	6,3
Ménfőcsanak	1,0	n.a.	2,0	n.a.
Mosonmagyaróvár	9,4	20,0	1,6	1,7
Nagyszentjános	2,4	1,4	4,0	4,3
Öttevény	1,5	1,7	2,8	3,4
Pannonhalma	1,4	1,9	13,9	7,8
Pápa	2,0	1,1	3,3	1,2
Szerescsény	3,5	n.a.	1,6	n.a.
Tarjánpuszta	1,7	1,7	4,5	1,5
Vaszar	2,2	2,2	3,9	1,6
Veszprémvarsány	1,2	2,7	8,3	2,6

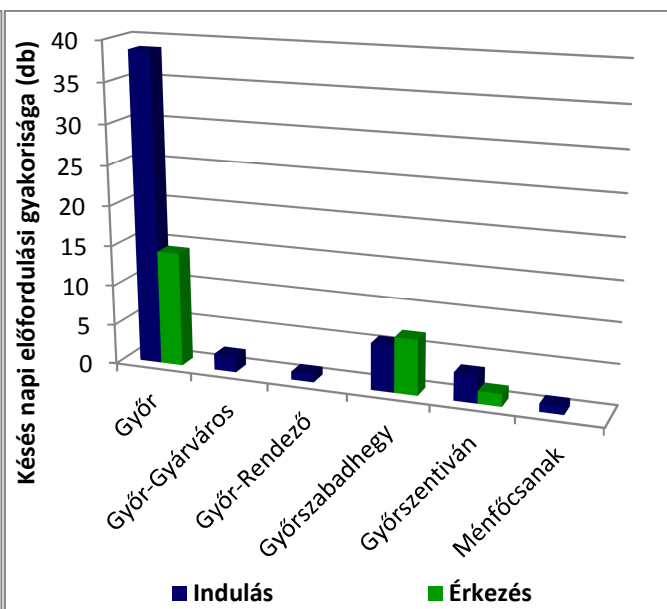
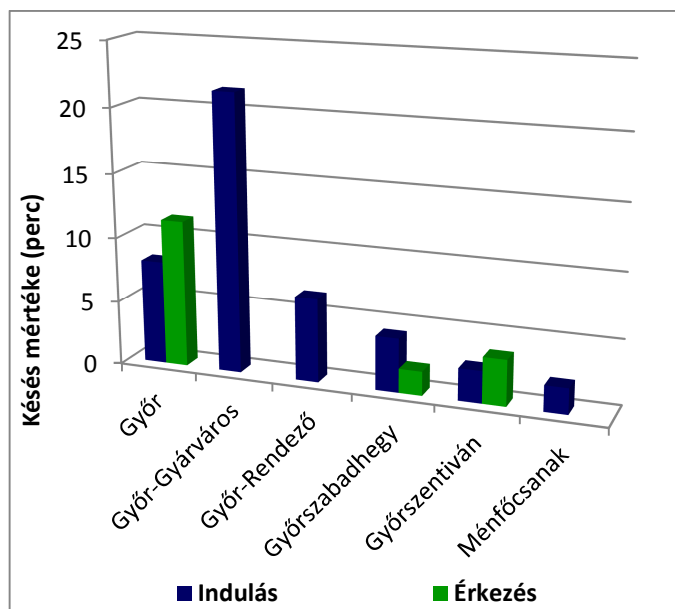
A táblázat kiemelt soraiból megállapítható, hogy Győr állomáson az átlagértékeken felüli napi késési esemény számot és késés mértéket regisztrálnak (ennek oka a jelentős forgalom). Tovább vizsgálva a Győr környéki állomásokat az 1. diagramon látható, hogy Győr állomáson kisebb az induló késés mértéke, azonban ezekből több következik be, míg az érkező késés mértéke nagyobb, azonban kevesebb ilyen esemény fordul elő (azaz néhány vonat jelentős késéssel érkezik az állomásra, míg viszonylag sok vonat kisebb késéssel indul). A késési okok vizsgálatánál megállapítottuk azt is, hogy mi okozza ezeket a kiugró értékeket.

### 3.3 Késési okonkénti vizsgálatok eredménye

Számos késési ok közül a Győr környéki állomásokat vizsgálva megállapítottuk, hogy a leggyakoribb késési ok a csatlakozásbiztosítás. Mértéke kevéssel ugyan, de meghaladja az átlagos értéket. Ilyen esetekben további vizsgálatok után megállapítható, hogy mely vonatok okozzák a csatlakozásra váró vonatok késését. Ezek menetrendi korrekciója növelheti a szolgáltatási színvonalat.

Átlagot meghaladó késések más vasúttársaságnak, illetve a rendkívüli eseményeknek köszönhetően következnek be. Rendkívüli eseményként rögzítik az időjárás esemény miatt bekövetkezett késést is (pl. havazás, extrém hideg esetén a váltók működésének hibájából eredő késést is). Azokat a késési eseményeket, melyek a kiugró értékeket eredményezték, a januári és márciusi napokon rögzítették.

A leggyakoribb és a legnagyobb mértékű késést okozó tényezőket a 6. táblázat foglalja össze.



1. diagram: Késések napi előfordulási gyakorisága és mértéke a Győr környéki állomásokon

5. táblázat: Késések okai a Győr környéki állomásokon

Késési ok	Állomási késés napi előfordulási gyakorisága (db)		Állomási késés mértéke (perc)	
	Indulás	Érkezés	Indulás	Érkezés
Pálya	1,6	4,0	3,4	1,6
Jármű	1,1	1,0	12,4	4,1
Csatlakozásbiztosítás	10,8	1,3	7,8	2,6
Utastforgalom	3,5	1,0	1,7	1,0
Más vasúttársaság	3,2	8,5	15,9	15,7
Rendkívüli esemény	3,1	3,8	18,7	8,6
Forgalomirányítás	2,4	2,2	6,1	2,4
Személyzet	4,9	n.a.	1,8	n.a.

### 3.4 Időjárás kategóriánkénti vizsgálatok eredménye

A vasúti közlekedés is érzékeny az időjárás hatásokra. Megvizsgáltuk, hogy az adott szakaszokon milyen időjárás esemény(ek)re érzékeny a közlekedés. A 7. táblázat szerint az extrém időjárás körülmények (nagyon hideg, csapadékos, intenzív havazással egybekötött vagy a nagyon meleg, száraz) okoznak késéseket. A táblázat adatai a Győr környéki állomásokra vonatkoznak, de a teljes adathalmazon történt vizsgálat során kiderült, hogy nincs szignifikáns különbség a kétféle adathalmaz között e tekintetben.

7. táblázat: Győr környéki állomási késések napi előfordulási gyakorisága és mértéke időjárás kategóriánként

Időjárás kategória	Állomási késés napi előfordulási gyakorisága (db)		Állomási késés mértéke (perc)		
	Indulás	Érkezés	Indulás	Érkezés	
Közlekedés szempontjából eseménytelen	8,3	4,2	2,9	n.a.	
Hideg	csapadékos	10,3	10,3	10,0	10,5
	száraz	11,5	7,5	3,6	2,8
Normál	csapadékos	5,6	2,9	6,2	5,7
	száraz	7,1	3,8	3,1	4,2
Meleg	csapadékos	2,5	1,0	2,3	1,5
	száraz	11,7	4,1	3,1	2,8

## 4. ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás során a vasúti személyszállításban bekövetkezett késési eseményeket vizsgáltuk Győr környékén, időjárás szempontok alapján kiválasztott napokon a szolgáltató által gyűjtött adatok alapján. Az összefüggések (a vizsgálat típusától függően) vagy a teljes vonalakra, vagy azon belül (szűkebb lehatárolást követve) csak a Győr környéki állomásokra, vagy csupán Győr állomásra vonatkoznak. A késési események darabszáma átlagosan egy napon, egy állomáson induló vonatok esetén 4,1 db, érkező vonatok esetén 3,6 db. A késés mértéke induló vonatok esetén átlagosan 5,4 perc, míg érkező vonatok esetén átlagosan 4,1 perc. A késési okok előfordulása és mértéke szerint a következők a legfontosabbak:

1. csatlakozásra várás,
2. más vasúttársaság által felhalmozott késés,
3. rendkívüli események bekövetkezése [ide sorolhatók az extrém időjárás körülmények (pl.: intenzív havazás) miatt bekövetkezett menetrendi eltérések]. [Az időjárás kategóriákra vonatkozó vizsgálatunk alátámasztotta, hogy szélsőséges időjárás esetén következik be a legtöbb késés.]

A késési okok feltárásával a késés mértéke előre jelezhető. Kutatásunk folytatásának célja matematikai összefüggések felállításával a valószínűsíthető késés becslésére vonatkozó eljárás készítése. A személyszállításban alapvető cél a késési időveszteségek csökkentése. Az elszorított időveszteség a késés mértékének és az érintett utasok számának szorzataként képezhető.

A késési okok ismeretében a vasúttársaságok intézkedéscsomagokat fogalmazhatnak meg. Az időveszteséget leginkább a forgalomirányítási és a műszaki hibák kiküszöbölésével lehet csökkenteni (szervezési, beruházási intézkedések). A más vasúttársaságok okozta késések kezelését a szolgáltatók között szorosabb kooperáció és adatcsere segíti; ezáltal az átszállások is hatékonyabban kezelhetők. Az utasok esetében nemcsak a tényleges, hanem az érzékelt késés okozza a minőségromlást. Ez a személyre szabott tájékoztatás fejlesztésével (tényleges, előre jelzett késés mértéke, oka) mérsékelhető.

Az elemzések eredményei és a felállított összefüggések alapján előrebecslő eljárást kívánunk kifejleszteni. Ennek kalibrálását más térségek hasonló adatai alapján kívánjuk elvégezni. Az előrebecslő eljárás beépíthető személyi információs alkalmazásokba (útvonaltervező eljárásokba) is.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0012: „Smarter Transport” - Kooperatív közlekedési rendszerek infokommunikációs támogatása - A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

## 5. IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] SWEET M. N. - CHEN M.: Does regional travel time unreability influence mode choice? *Transportation*, volume 38, issue 4, 2011 July, pp. 625-642.
- [2] TU H. – LI H. – LINT H. – ZUYLEN H.: Modeling travel time reliability of freeways using risk assessment techniques. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, volume 496, issue 10, 2012 December, pp. 1528-1540.
- [3] BEAUD M. – BLAYAC T. – STEPHAN M.: Value of travel time reliability: two alternative measures. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, volume 54, 2012 October 4., pp. 349-356.