

A feltételes megállások hatásvizsgálata a menetrend stabilitására

Takács Ámon¹

¹Széchenyi István Egyetem

e-mail: takacs.amon@sze.hu

Absztrakt

A feltételes megállások vasúti menetrendi struktúrára gyakorolt hatása több szempontból is vizsgálatra érdemes. A kötött rendszerbe épített rugalmas elem a menetrendszerűség javítása mellett további lehetőségeket is felvet. A cikk éves késési adatok kiértékelése és OpenTrack szimuláció elemzése alapján demonstrálja, hogy már a jelenlegi, felszállásjelző berendezés nélküli rendszer is javítja a menetrendszerűség és társadalmi hasznót eredményez.

Kulcsszavak: feltételes megállás; menetrend-stabilitás; menetrendszerűség; OpenTrack szimuláció; 23. sz. vasútvonal; késés vizsgálat

DOI:<https://doi.org/10.24228/KTSZ.2025.5.4>

1. BEVEZETÉS

A menetrend számos jelzővel illethető, amelyek közül az egyik meghatározó elem a menetrend stabilitása. Ez a legegyszerűbben azt jelenti, hogy a hálózat bármely pontján összeszedett késés adott idő után külső beavatkozás nélkül rendeződik. A stabilitás ez alapján a menetrend egy önszabályozó képességét jelenti. A mai telített kihasználtságú vasútvonalak esetében, egy kismértékű késés is dominóeffektus szerint borítja fel egy egész ország vagy terület közlekedését. A stabilitás, a menetrendszerűség és a gyorsaság számos egyéb tényező (például az ár, és a kényelem) mellett a közösségi közlekedés versenyképességének is fontos kritériumai [1] [2].

A feltételes megállóhelyek alkalmazásának körülményeit Végrehajtási Utasítás szabályozza [3]. A mozdonyvezetőnek olyan sebességgel kell megközelítenie a megállóhelyet, hogy a le- és felszálló utasokat észlelve időben meg tudja állítani a vonatot. Ez a sebesség még a legjobb látási viszonyok mellett sem haladhatja meg a

40 km/h-t. A módszer alapja a mozdonyvezetői észlelésre épülő felszállásjelzés, amely hazai alkalmazás. A feltételes megállások egyik további vizsgálati területe a különböző felszállásjelző eszközök alkalmazása [3].

Nemzetközi szinten a feltételes megállások különböző típusai megtalálhatók. A vonatszemélyzet közreműködésére épülő rendszertől (ahol a fel- és leszállási szándék jelzése is a vonatszemélyzet igénybevételével történik) és a történeti magyar gyakorlatban is használtak ilyeneket. A korszerű felszállásjelző berendezésekkel támogatott üzemig, amely Németországban és Svájcban is elterjedt, igazolva a rendszer technikai működőképességét. A felszállásjelző készülékek telepítésének gazdaságossága, különösen kisforgalmú megállóhelyeken, a megfelelő üzletszabályzat módosításával és a feltételes állomáshasználati díj bevezetésével (ami jelen cikk terjedelmét meghaladja) hosszú távon a beruházás megtérülése is lehetővé válik.

A feltételes megállások alkalmazásának szakirodalmja mind hazai, mind nemzetközi szinten korlátozott, így a téma további kutatása számos új megállapítást kínál. A vizsgálat fő eredménye a feltételes megállási rend menetrendi stabilitásra gyakorolt kedvező hatása, valamint annak társadalmi haszna. További kutatási irányokat nyit az energiamegtakarítás, a jármű- és infrastruktúra-kopás csökkentése, illetve a menetrendi szerkezetre gyakorolt pozitív hatások vizsgálata. Ezek a hatások a megfelelő műszaki háttér – különösen a felszállásjelző berendezések – kiépítésével válhatnak pontosabban mérhetővé és optimalizálhatóvá.

2. VIZSGÁLATI TERÜLET KIJELÖLÉSE

A felételes megállások menetrend-stabilitási hatásának vizsgálatára optimális választás a 23. sz. Zalaegerszeg – Récics vasútvonal. A vonal Zalaegerszeg állomáson csatlakozik a 25. sz. Bóba – Zalaegerszeg – Bajánsenye vasútvonalhoz, azonban a másik végén már nincs csatlakozási pont, szárnvonal, ahogy az 1. ábra mutatja.



1. ábra: A 23. sz. Zalaegerszeg–Rédics vasútvonal (forrás: MÁV -csoport)

A vizsgált vonalon napi öt pár személyvonat közlekedik, személyvonati vonatkeresztes-nem fordul elő. Ezek a körülmények, valamint az a tény, hogy a vonal kizárólag Zalaegerszeg állomáson csatlakozik az országos hálózathoz, – míg Rédics végállomásként funkcionál, – lehetőséget teremt a feltételes megállások által generált késési különbségek láncolatának izolált

vizsgálatára. Így a vizsgálat egy jól kontrollálható, minimális külső zavaró tényezővel bíró környezetben valósulhat meg [4].

A cikk elsőként a feltételes megállások hatását valós közlekedési adatok elemzésén keresztül vizsgálja, majd egy OpenTrack szimuláció segítségével határozza meg a rendszer alkalmazásából származó maximális hasznot. A tényleges késési adatok alapján költség-haszon elemzés (CBA) készült, ami a feltételes megállások alkalmazása esetén elérhető menetidő-megtakarításokat becsüli.

3. A KÉSÉSI ADATOK VIZSGÁLATA

A késési adatok vizsgálatát a 2023.09.01. – 2024.08.31. időszakra vettem fel. A 2023. évi menetrendváltástól a GYSEV Zrt. a személyszállítást végző vasúti társaság. Az említett időtartam így tartalmaz a GYSEV Zrt., illetve a MÁV-START Zrt. szolgáltatásából származó értékeket is.

A vizsgálat szempontjából azok a releváns adatok, amelyek esetében a vonatok Zalaegerszeg állomásról késve indultak. Ezekhez az adatokhoz társítottam a vonal végállomásán, azaz Rédics állomáson regisztrált késési adatot és a kettő különbségét vizsgáltam az alábbi egyenlet (1.) szerint.

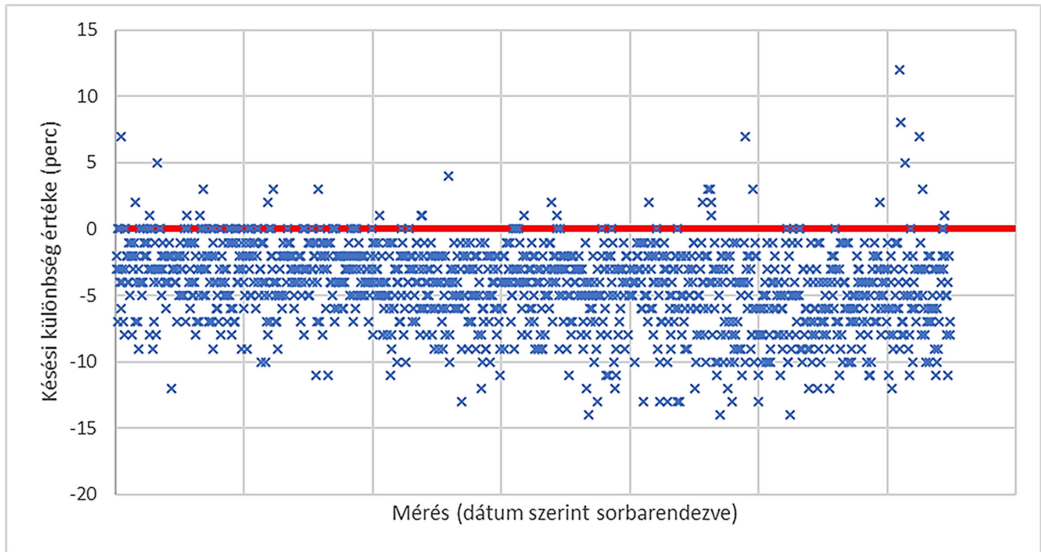
Ha a késési különbség negatív, az adott vonat menet közben csökkentette a késését, míg pozitív érték esetén növelte azt. Ezeket a különbségeket pontdiagram formájában mutatja a 2. ábra, amely egy teljes év adatait időrendi sorrendben ábrázolja. Az adatsor alapján megállapítható, hogy sem az időjárási tényezők változása, sem a szolgáltatóváltás nem befolyásolta érdemben a késési különbségek alakulását.

$$K_K = D_{vp} - D_{kp} \quad (1)$$

ahol: K_k : a késési különbség

D_{vp} : a végponti állomáson (jelenleg Ré-
dics) mért késés (delay)

D_{kp} : a kezdőponti állomáson (jelenleg Zalaegerszeg) mért késés (delay)



2. ábra: A késési különbségek megoszlása a vizsgált időszakban (forrás: saját szerkesztés)

Az értékek egész évben kiegyenlített módon, hasonló mértékben fordultak elő, így a hatások ezektől függetleníthetők. A késési különbség 0 értékét vörös vonallal kiemelttem, így jól látható, hogy az adatok nagy többsége a tengely alatt helyezkedik el. Ezek az értékek negatívak, ami azt jelenti, hogy alacsonyabb volt a végállomáson (Rédics) az érkezési késés, mint az indulóállomáson (Zalaegerszeg) mért késési érték. Az ábrán jól látható, hogy a sokaság 0 és -5 közötti része a legbővebb, azonban -5 és -10 közötti intervallumban is számos adat található, ami már jelentős késési különbséggel jár.

Az 1. táblázat az elemzéshez felhasznált értékeket és az azokból képzett alapvető statisztikai mutatókat tartalmazza, amelyek alkalmasak a vizsgált jelenség kvantitatív jellemzésére. A 2. ábra esetén megfigyelhető eloszlás alapján várható volt, hogy az átlagérték negatív irányú lesz, amely az adatok alapján -4 percnak adódott.

Átlag	- 4 perc
Szórás	+ 3 perc
Módusz	- 3 perc
Medián	- 4 perc
Legnagyobb plusz késés	+ 12 perc
Legnagyobb csökkenés	- 14 perc

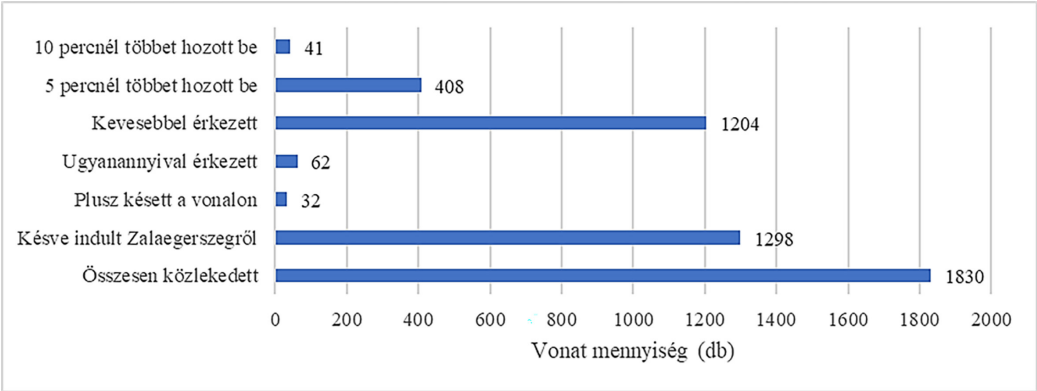
1. táblázat: Késési különbségek fő adatai
(forrás: saját szerkesztés)

Az érték – még a 3 perces szórás figyelembevételével is – a negatív tartományban marad, a legnagyobb csökkenés eléri a -14 percnél. Az eloszlás jellemzésére használt további középértékek, mint a módusz és a medián, az átlag közelében találhatók, ami a változások kiegyensúlyozottságát jelzi. A 2. ábra, a 3. ábra és az 1. táblázat együttes vizsgálata jól szemlélteti a késési különbségek jellemző arányait és alakulását.

A vizsgált időszakban – figyelembe véve, hogy 2024 szököév – összesen 3660 személyvonat közlekedett a vasútvonalon.

Ebből 1830 vonat képezte a vizsgálat alapját, mivel a páros számú, Zalaegerszegről induló járatokat elemeztem. A ténylegesen leközeledett vonatok számáról nem áll rendelkezésre pontos adat, de ez a vizsgálat szempontjából nem jelent releváns hiányosságot.

Ahogy a 3. ábra szemlélteti a vizsgálat tárgyát képező vonatok 71%-a késve indult Zalaegerszegről, a csatlakozó járatokra történő várakozás következtében. A vizsgálat szempontjából a késve induló vonatokat bírnak relevanciával, mivel csak ezek esetében válik értékelhetővé a menetidő-korrektúra lehetősége, valamint a feltételes megállási rend hatása a késési különbségek alakulására.



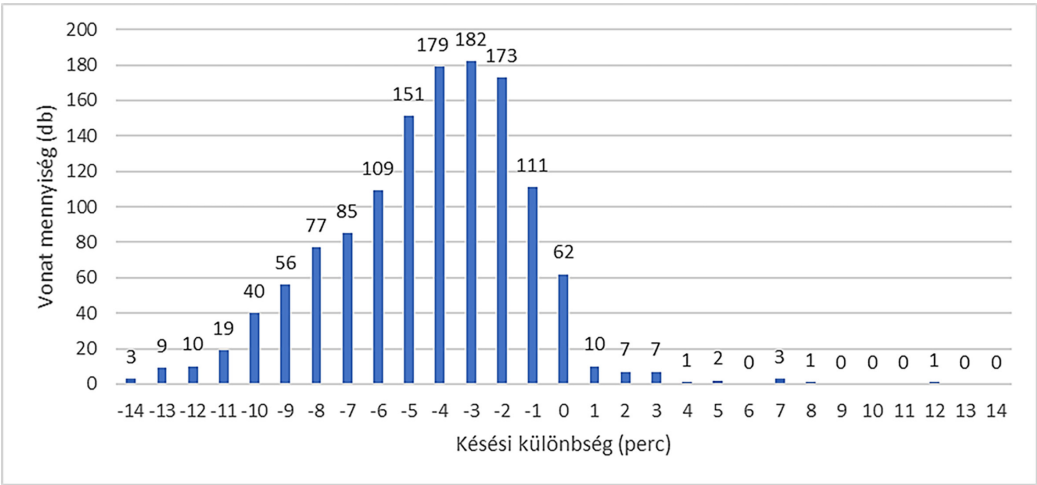
3. ábra: A vonatok mennyiség szerinti megoszlása a késési különbségek alapján
(forrás: saját szerkesztés)

A késéssel induló vonatok 93%-ánál a késés mértéke csökkenést mutatott a menetidő során, ami kimagasló arányként értelmezhető. Azon esetek száma, amikor a vonat további késést szenvedett, illetve amikor a késés mértéke nem változott a teljes szakasz alatt, jelentősen alacsonyabb: ezek aránya rendre 2%, illetve 5%, amit a 3. ábra is szemléltet.

A teljes késési különbségek eloszlása a 4. ábrán látható, amely kizárólag a Zalaegerszeg állomásról késéssel elindult vonatokat jelzi. Az adatok a késési különbségek szerint kerültek csoportosításra és szemléltetésre. Az ábrából egyértelműen kirajzolódik egy aszimmetrikus, negatív irányba eltolódott eloszlás, amelynek

legnagyobb gyakoriságú tartománya -1 és -5 perc közé esik – összhangban a korábban bemutatott statisztikai jellemzőkkel. Ugyanakkor a -5 percnél túli, még nagyobb mértékű késéscsökkenések is számottevő arányban jelennek meg az adatsorban.

Az eloszlás általános alakja a normális (Gauss-) eloszlás karakterisztikáit idézi, azonban annak pozitív oldala meredeken visszaesik. Ez a jelenség annak tudható be, hogy az eredetivel megegyező mértékű késéssel célba érkező, illetve a további késést szenvedő vonatok száma minimális a késést korrigáló járatokhoz viszonyítva.



4. ábra: A vonatok mennyiségének összesített megoszlása a késési különbségek alapján
(forrás: saját szerkesztés)

4. KÖLTSÉG-HASZON ELEMZÉS

A költség-haszon elemzés a korábban bemutatott késési adatokon alapul, figyelembe véve a jelenlegi feltételes megállási rendszer működését. A fajlagos időérték szerepét több kutatás is kiemeli, ugyanakkor a feltételes megállások teljes körű gazdasági értékelése a jövőbeli vizsgálatok egyik fontos irányát jelentheti [5].

A számítások alapját a HEATCO projekt dokumentációja és a COWI módszertan képezte [6] [7]. Az inflációval korrigált uniós értékeket a jogszabályokban megadott átváltási árfolyam alapján számítottam át forintra, figyelembe véve a hazai viszonyokat. Az adatok alapján meghatározható az utazási idő fajlagos értéke, amely a módszertani irányelvek szerint elkülönül üzleti és nem üzleti célú utazásokra. A kapott aktuális értékek az Európai Bizottság GDP-növekedési előrejelzései alapján a jövő időszakaira is kivetíthetők [8]. A számítás eredményeit a 2. táblázat foglalja össze.

A forgalmi adatok értelmezéséhez becslés készült az egyes késési kategóriák által érintett utasszámokra. Ezeket a késési percszámokkal súlyozva meghatározható a vizsgált időszakban keletkezett összesített késés Récicsig. Egyenletes késésmegoszlást feltételezve az értékek körülbelül a felükre becsülhetők. Az utasforgalom térbeli eloszlása hasonló módon közelítően egyenletes, azonban a belső utazások torzító hatását jelen vizsgálat nem veszi figyelembe.

	2023	2024	2025	2026
GDP növekedés		0,60%	1,80%	3,10%
Százalékos utazási idő növekedés		0,42%	1,26%	2,17%
Monetáris utazási idő növekedés (HUF / utasóra)		35	106	186
Üzleti utazási idő fajlagos értéke (HUF / utasóra)	8 407	8 443	8 549	8 735
Üzleti utazás aránya az összes utazáshoz	35%			
Nem üzleti utazási idő fajlagos értéke (HUF / utasóra)	2 943	2 955	2 992	3 057

2. táblázat: A fajlagos utazási időértékek a feltételezett GDP növekedés alapján
(forrás: saját szerkesztés)

Az egyenletes vonali eloszlás feltételezése mellett, az előző fejezet forgalmi és késési időadatainak számítása alapján a 3. táblázat tartalmazza a meghatározott idő- és költségértékeket.

A fajlagos utazási időértékeket az Európai Bizottság GDP-növekedési előrejelzése alapján határoztam meg. Az egyenletes vonali késésmegoszlást és az órára átváltott késési időket figyelembe véve kiszámítható a késések társadalmi költsége, illetve az elmaradt késésekből származó haszon. A 3. táblázat a 2023–2024-es értékek mellett a következő két év előrejelzéseit is tartalmazza.

Az üzleti utasok időmegtakarításának pénzürtéke a 2023–2026 közötti időszakban évről évre 880, 885, 895 és 915 ezer forint, míg a nem üzleti utasok esetében ez az érték 720, 725, 735 és 745 ezer forintra tehető. Ennek megfelelően a vizsgált mellékvonalon már az egyik irányban évente több mint másfél millió forint társadalmi haszon érhető el a feltételes megállások bevezetésével.

Tovagyűrűző hatások is jelentkezhetnek, amelyek a szerelvények és a személyzet fordulási késéseiből adódnak. Ezek részletes elemzése jelen tanulmány keretében nem indokolt, mivel a vizsgálat célja a feltételes megállásokból származó haszon közelítő becslése. Ugyanakkor a 23. számú vonalon rövid fordulóidő (3 és 6 perc) miatt több esetben is előfordul, hogy a késve érkező vonat csak késéssel tud visszaindulni az ellenkező irányba, ami közvetetten a menetrendszerű közlekedésre is hatással lehet.

	2023	2024	2025	2026
Üzleti utasok megtakarított késései (perc)	6 294			
Üzleti utasok megtakarított késései (óra)	105			
Üzleti utazási idő fajlagos értéke (HUF / utasóra)	8 407	8 443	8 549	8 735
Üzleti utazási megtakarítás (ezer HUF)	880	885	895	915
Nem üzleti utasok megtakarított késései (perc)	14 686			
Nem üzleti utasok megtakarított késései (óra)	245			
Nem üzleti utazási idő fajlagos értéke (HUF / utasóra)	2 943	2 955	2 992	3 057
Nem üzleti utazási megtakarítás (ezer HUF)	720	725	735	745
Összes elérhető megtakarítás (ezer HUF)	1 600	1 610	1 630	1 660
	2023	2024	2025	2026

3. táblázat: A feltételes megállások menetrend-szerűsége alapján nyerhető hasznok
(forrás: saját szerkesztés)

5. OPENTRACK SZIMULÁCIÓ A KÉ- SÉSEK VIZSGÁLATÁRA

A feltételes megállások hatása a menetrendi stabilitásra a valós közlekedésből származó késési adatok vizsgálata mellett szimulációval is feltárható. Ebben az esetben is alkalmas a 23. sz. vasútvonal, a már korábban is megjelenített szempontok szerint. A szimuláció mellett továbbá olyan érvek is szólnak, mint a mozdonyvezetők különböző vezetéstechnikája, az időjárási körülmények, de még akár a járművek különböző műszaki állapota is. Így a modell célja egy elméleti, maximális hasznosság szimulálása.

A vizsgálathoz az OpenTrack Railway Technology nevű programot használtam. A vasúti szimulációs szoftver valós menetrendi és infrastruktúra-adatok alapján modellezi a vonatok mozgását és forgalmi folyamatait. A rendszer segítségével elemezhetők a különféle üzemeltetési forgatókönyvek, a késések és a kapacitáskihasználtság. A szimuláció vizuálisan is követhető, így jól alkalmazható tervezési és döntéstámogatási célokra [9].

A szimuláció első lépéseként a Zalaegerszeg–Rédics vasútvonal pályaadatainak részletes modellezése történt meg az OpenTrack rendszerben, Vertex-pontokkal megadva a közlekedést befolyásoló elemeket (pl. jelzők, lassújelek, megállóhelyek).

A vasútvonalon MERÁFI jelzőrendszer van kiépítve, amelynek modellezése a program szempontjából nehézkes, mivel hagyományos biztosítóberendezés alapján építi fel a vágányutakat. Azonban erre nem is volt szükség, mivel a MERÁFI állomásokon 30 km/h sebesség az alkalmazható, a szimuláció szempontjából nem számított, hogy kitérőben jár be a vonat, vagy pedig egyenesben [10].

A vasútvonal egyszerűsítése szerint jelzőket csak a bejárando szakaszok meghatározása miatt vettem fel Zalaegerszeg és Rédics állomáson. Megtörtént a lassújelek felvétele a vonalon, mivel ezek nagyban meghatározzák a menetidőt [11]. A pálya paraméterei és az engedélyezett sebesség közti összefüggések jelen szimuláció esetében is jelentősek [12]. Az 5. ábra az így felépített 23. sz. vasútvonal szimulációs környezetét szemlélteti.

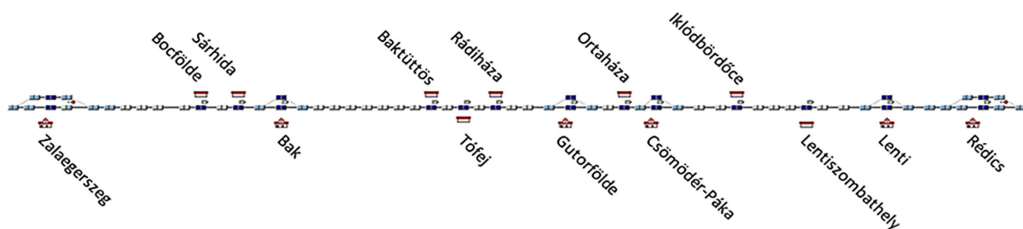
A feltételezett rosszabb menetdinamikai adatok és a könnyebb összehasonlítás miatt, a vonalon ma már nem közlekedő, de más mellékvonalakon meghatározó 117 sorozatú motorvonat alapadatait vettem fel a vizsgálat elvégzéséhez.

A vizsgálatom legutolsó MÁV-START Zrt. által szolgáltatott időszakában (2023. évi éves menetrendváltásig) jellemzően szóló motorkocsik jártak, így a szimuláció során vonatként is ezt alkalmaztam.

A közlekedő vonathoz vonatszámot és menetrendet kell rendelni. A szimulációhoz a délutáni csúcsidőben közlekedő 39016 sz. vonatot választottam, amelynek a menetrendjét a 4. táblázat első oszlopa szemlélteti.

A szimuláció célja a feltételes megállási rend alkalmazásával elérhető maximális menetidő-megtakarítás becslése volt a vizsgált mellékvonalon. Bár az elérhető megtakarítás mértéke hálózati szinten vasútvonalanként eltérő lehet, általánosságban elmondható, hogy a feltételes megállások hozzájárulhatnak a menetrendi stabilitás növeléséhez, ezáltal javítva a vasúti személyszállítás pontosságát és versenyképességét.

A szimulációs modell kialakításánál alapvető szempont volt, hogy a menetidőket ne a hivatalos menetrendi adatok határozzák meg, hanem



5. ábra: A 23. sz.vasútvonal modellje az OpenTrack szimulációs környezetében
(forrás: OpenTrack szimuláció)

kizárólag a vasútvonal fizikai és technológiai jellemzőin alapuló tiszta menettartam legyen vizsgálható.

Ennek érdekében a Zalaegerszegen a vonatok indulási idejéhez szándékosan 15 perces késés került hozzárendelésre – a valóságban jellemző, csatlakozás miatti várakozásból kiindulva, – ami lehetővé tette a menetrendi kötöttségektől mentes közlekedés szimulálását. Ez a módszer biztosította, hogy a vizsgálat fókuszában a feltételes megállások menetrendi stabilitásra gyakorolt hatása álljon, a vonatok közlekedése pedig ne a menetrendi struktúra követésére, hanem annak „utolérésére” épüljön.

I. szimuláció (nem feltételes)

Az I. szimuláció során a vonatok valamennyi állomáson és megállóhelyen megálltak, a megállóhelyeken 30 másodperces, míg az állomásokon 1 perces tartózkodási idővel.

Állomások	39016		I. szimuláció		II. szimuláció	
	Érkezés	Indulás	Érkezés	Indulás	Érkezés	Indulás
Zalaegerszeg	14:15		14:30		14:30	
Bocsfölde	14:25	14:25	14:38	14:38		
Sárhida	14:28	14:28	14:42	14:42		
Bak	14:32	14:33	14:46	14:47	14:43	14:44
Baktüttös	14:41	14:41	14:57	14:57		
Tófeje	14:45	14:45	15:01	15:01		
Rádháza	14:49	14:49	15:06	15:06		
Gutorfölde	14:54	14:57	15:10	15:11	15:02	15:03
Ortaháza	15:02	15:02	15:17	15:17		
Csömödér-Páka	15:06	15:07	15:22	15:23	15:12	15:13
Iklódbördöce	15:11	15:11	15:29	15:29		
Lentiszombathely	15:14	15:14	15:34	15:34		
Lenti	15:20	15:21	15:40	15:41	15:26	15:27
Rédics	15:29		15:48		15:34	

4. táblázat: A 39016. sz. vonat menetrendje és a két szimuláció érkezési és indulási adatai (forrás: MÁV-csoport és OpenTrack szimuláció alapján saját szerkesztés)

Ez a modell alkalmas annak a gyakorlatnak a közelítésére, amikor az utasforgalom hiánya ellenére a jegyvizsgálónak „Indulásra készen” jelzést kell adnia. Ezt alkalmazzák a nem feltételes megállóhelyeken, illetve abban az esetben, ha a jármű nem rendelkezik működő leszállásjelző rendszerrel.

A 4. táblázat középső oszlopai tartalmazzák ennek a szimulációnak az érkezési és indulási értékeit. Ebben az esetben a Rédicsre történő érkezés 15:48-kor történt, ami 19 perccel később van, mint a menetrendi adat szerinti időpont. Ez azt jelenti, hogy a vonat összesen +4 perc késést

halmozott fel a vonalon. A késés oka, hogy a vonal menetrendjét úgy alakították, hogy bizonyos megállóhelyeken 0 perces tartózkodást vettek figyelembe mintavételezés alapján, ezzel kompenzálva a feltételes megállóhelyeket.

II. szimuláció (feltételes)

A II. szimuláció futtatásakor egy küszöbsetet vizsgálva a vonat az összes feltételes megállóhely esetében csak a Végrehajtási Utasításban előírt 40 km/h sebességre lassított, de nem állt meg. Az állomásokon pedig 30 másodperces időtartam tartózkodással állt meg, amit a biztosítóberendezés kezelése miatt fent kell tartani.

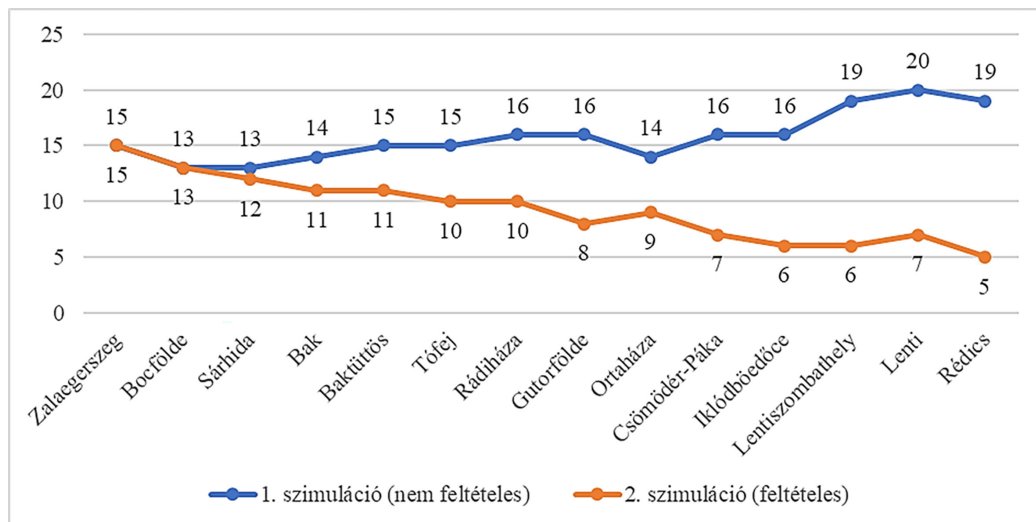
A 4. táblázat jobb oldali oszlopai tartalmazzák ezt az esetet, ahol a szimuláció nem teszi lehetővé az áthaladó megállóhelyeken az időadat kiolvasását, így csak az állomások jelennek meg. Rédicsre 15:34-re érkezik a szimuláció szerint a vonat, ami 5 perccel a menetrendi adat utáni idő. Ez azt jelenti, hogy a feltételes megállások kihagyásával a menetrendhez képest maximálisan 10 percet tudott csökkenteni a késéséből a szimuláció.

Ez az érték több összetevőből áll, egyrészt a kihagyott megállások miatti várakozási időből, másrészt nagyobb mértékben a lassítási és gyorsítási időkből, amelyek 40 km/h-ra történő lassítás esetén jelentősen kisebbek, mint egy teljes megálláskor. A valós késési adatok elemzése ennél nagyobb csökkenést is mutatott, amikor lehet, hogy nem történtek meg adott intézkedések (például az előírt sebességre lassítás). Ezeket a szimuláció nem vette figyelembe.

Összehasonlítás

A mindenhol megálló vonat a késett időn felül további késéssel érkezett. Ennek oka, hogy a jelenlegi menetrendet is a feltételes megállások figyelembevételével alakították ki, ahol akár 0 perces tartózkodásokat is kalkuláltak.

A szimuláció során azonban egy más vonalalon alkalmazott 30 másodperces tartózkodást használtunk. Ha olyan motorvonat közlekedik a vonalon, amelyen nincs, vagy nem működik a leszállásjelző berendezés, akkor a +4 perc késés várhatóan hozzáadódik a menetidőhöz, még a pufferidők figyelembevételével is.



6. ábra: A késések alakulása a két szimuláció során (forrás: saját szerkesztés)

A késések alakulása a 6. ábra diagramján látható. A nem feltételes (mindenhol megálló) szimuláció kezdetben csökkentette a késést, majd növekvő trendet mutatott. Ezzel szemben a másik szimuláció csökkenő tendenciát követett, de kisebb kilengéseket is tartalmazott mind pozitív, mind negatív irányban. A kapott értékek, bár a vonal alacsony pályasebessége mellett is jelentősek, magasabb sebességértékek esetén tovább javulhatnak.

6. KONKLÚZIÓ

A feltételes megállások jelentősen javíthatják a regionális és a törzshálózati vasútvonalak menetrendszerűségét és versenyképességét. A 23. sz. Zalaegerszeg – Rédcics vasútvonal a tanulmányban említett kritériumok alapján ideális választásnak bizonyult a feltételes megállások menetrendszerűségének vizsgálatára.

Az OpenTrack szimuláció lehetőséget biztosított egy lokális küszöbérték meghatározására, amely a késés csökkenésének elméleti maximumához vezetett. Ez az érték közelíti a valós közlekedésből származó adatok maximumát, így megerősítve a szimuláció megközelítésének helyességét.

A vizsgálat eredményei alapján a Zalaegerszegről csatlakozásra várás miatt késve induló vonatok átlagosan 4 percet tudtak csökkenteni a

késésükön a feltételes megállóhelyek alkalmazásával. Éves szinten ez a becslés szerint több mint másfél millió forintnyi társadalmi hasznot eredményez. Ezen kívül a feltételes megállások további előnyökkel is járnak, például energiamegtakarítással, a kopások csökkenésével stb.

A cikkben ismertetett vizsgálatok alapján a jelenleg alkalmazott rendszer is jól demonstrálja a feltételes megállások menetrendi stabilitásra és menetrendszerűsége gyakorolt kedvező hatásait, valamint azok társadalmi hasznosságát. A pozitívumok azonban csak részben aknázhatók ki a jelenlegi körülmények között, mert a jobb eredményekhez is legalább a felszállásjelző berendezések kiépítése lenne a következő lépés. Nemzetközi példák igazolják a vizsgált megoldások technikai és működési realitását, azonban hazai szinten a műszaki, üzemeltetési és gazdasági feltételek még nem teljes körűen ismertek, amelyek feltárása a további kutatások egyik meghatározó irányát képezi.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] I. A., Hansen, J., Pachel (2008) Railway Timetable & Traffic, Analysis, Modelling, Simulation, Eurailpress, Hamburg. 58-81
- [2] B., Molnár (2020) A nemzetközi vasúti személyszállítás versenyképessége. Közlekedéstudományi Szemle. 70(2):40-50. DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2020.2.4>
- [3] Végrehajtási Utasítás: Személyszállító vonatok áthaladásának feltételei feltételes megállóhelyeken (a 23-as sz. Rédics – Zalaegerszeg vasútvonalon), MÁV-START Vasúti Személyszállító Zrt., 2018.
- [4] MÁV: 23. sz. vasútvonal menetrend URL: https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/23_gysev.pdf (2024.10.15.)
- [5] T., Strommer, A., Munkácsy, L., Tanczos (2021) Az utazási időmegtakarítás értéke a szakirodalom tükrében. Közlekedéstudományi Szemle. 71(2):4-15. DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2021.2.1>
- [6] COWI Magyarország, Nemzeti Fejlesztési Ügynökség: Módszertani útmutató költség-haszon elemzéshez, 2009
- [7] <https://transportation.bme.hu/research/international/heatco-developing-harmonised-european-approaches-for-transport-costing-and-project-assessment/> (2024.11.12.)
- [8] https://ngmszakmaiteruletek.kormany.hu/download/2/05/13000/2024_tervezesi_tajekoztato.pdf (2024.11.21.)
- [9] https://www.opentrack.ch/opentrack/opentrack_e/opentrack_e.html#Simulation (2024.10.24.)
- [10] Végrehajtási Utasítás: Zalaegerszeg (kiz.) – Rédics MERÁFI vonalon és szolgálati helyeken a szolgálat végzésére, MÁV Zrt., 2023.
- [11] Kimutatás a lassúmenetekről: 023_02-1. Rédics – Zalaegerszeg viszonylat, 2024.11.22. napon
- [12] Z., Zábori (2023) A vasúti pálya állapotának hatása a megengedhető haladási sebességre. Közlekedéstudományi Szemle. 73(6):4-14 DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2024.6.1>



The Impact of Conditional Stops on Timetable Stability

Keywords: conditional stop, timetable stability, schedule regularity, OpenTrack simulation, Line 23, delay analysis

The effect of conditional stops on railway timetable structure is worth examining from several aspects. The flexible element integrated into the fixed system raises additional possibilities while improving schedule regularity. The article demonstrates, based on the evaluation of annual delay data and OpenTrack simulation analysis, that even the current system without departure signal equipment improves timetable regularity and results in social benefits.