

**TÓTH BÉLA**

okleveles gépészmérnök
nyug. MÁV mérnök főtanácsos

KOVÁCS KÁROLY

okleveles gépészmérnök
műszaki fejlesztési koordinátor
MÁV-START Zrt.



Menetrendben nem tervezett kényszerű lassítások, rendkívüli megállások vontatásenergetikai és jármű karbantartási következményei a vasúti vontatásban (3. rész)

Összefoglaló

A Vasútépészet 1995. évi 3. számában a szerzők már foglalkoztak a lassújelek vontatásenergetikai és jármű karbantartási költségekre gyakorolt hatásával, következményeivel.

A cikk megjelenésétől eltelt 16 évre visszatekintve sajnálatos tényként állapíthatjuk meg, hogy a magyar vasúthálózat állapotának romlása miatt a címben jelzett problémák ma is léteznek, sőt tovább súlyosbodtak. Célunk e cikksorozat keretében a romló infrastruktúra következtében a vasút üzemeltetésében keletkező többletköltségek feltárása, javaslatok bemutatása a probléma megoldására.

Béla Tóth

Dipl. Maschinenbauingenieur
Oberbaurat a D., i. R. in MÁV

Károly Kovács

Dipl.-Ing. Maschinenbau
Koordinator – Technische
Entwicklung
MÁV-START Zrt.

Die Folgen der im Fahrplan nicht geplanten zwangsmäßigen Geschwindigkeitsreduktion und Sonderhalte im Hinblick auf die Traktionsenergetik und Fahrzeuginstandhaltung der Zugförderung – Teil 3.

Kurzfassung

Die Autoren haben schon früher – Vasútépészet 3/1995 – den durch die Langsamfahrstellen auf die Traktionsenergetik und auf die Fahrzeuginstandhaltungskosten ausgeübten Einfluss behandelt.

Zurückblickend auf die vergangenen 16 Jahre muss man bedauerlicherweise feststellen, dass die im Titel angedeuteten Probleme bedingt durch die Zustandsverschlechterung des Eisenbahnnetzes in Ungarn weiterhin - sogar in erhöhtem Maße – existieren. Im Rahmen dieser Artikelreihe wünschen die Autoren die infolge der sich verschlechternden Infrastruktur im Eisenbahnbetrieb ergebenden Mehrkosten anzugeben, bzw. Vorschläge für eine Lösung zu unterbreiten.

Béla Tóth

MSc Mech. Engineer
Retired MÁV Technical Adviser

Károly Kovács

M.Sc. Mech. Engineer.
Technical Development Coordinator
MÁV-START Zrt.

Consequencies in the Traction Energy Consumption and the Maintenance of the Constrained Compulsory Down-slowing Train Speed, Not Prescribed in the Timetable as well as the Extraordinary Stop on the Open Line – Part 3

Summary

In the periodical Railway Engineering, copy 3. 1995. the authors have studied the consequences of the compulsory train down-slowing to the traction energy and the running cost. It can be proved that almost nothing happened for this in the past 16 years. For that, this is to show the surplus expense rising by the badly maintained neglected infrastructure as well as to give some useful suggestions for the future.

Előzmények

A Vasútépészet előző számában felidéztünk egy 1995. évből való esetet, a sárvári Rába híd évtizedes kényszerű sebességkorlátozásának következményeit a vonattovábbítás energiaszükségletére és a fékkarban-

tartás költségének növekedésére. A témát folytatva idézzünk fel egy másik klasszikus hidas történetet.

A nyomdába adott 2011/2012. évi menetrend szerint a 30a vonalszakaszra a menetrend a 10. táblázat

szerinti lesz. A táblázat alapján látható, hogy a V43-asokkal továbbított vonatok, ha feszesen is, de tartani tudják a menetidőt, a FLIRT-ekkel pedig lehetőség lesz a menetidő kényelmes betartására, kisebb késések csökkentésére.

Vonalszakasz a 30a vonalon	Menetrendi út (km)	2011/2012 menetrendi indulási adatokból számított időtartam (perc)+	Szimulációval számított legrövidebb menetrendi érték ++
Albertfalva–Budafok ¹	1,8	3	3
Budafok–Albertfalva ¹	1,8	3	3
Albertfalva–Budafok ²	1,8	3	2,5
Budafok–Albertfalva ²	1,8	3	2,4

10. táblázat A 30a vonalrész jövő évi, 2011/2012 évi menetrendi vizsgálata
1 – V43+5 kocsi; 2 – Flirt; + Elvira; ++ egyszeri 40 sec megállási tartózkodási idővel együtt

Vonalszakasz 70. vonalon	Menetrendi szakasz hossza (km)	2010/2011 menetrendi indulási adatokból számítva	Szimulációval számított érték+
Istvántelek–Rákospalota–Újpest	1,8	3	2,6
Rákospalota–Újpest–Istvántelek	1,8	3	2,7
71. vonal			
Istvántelek–Rákospalota–Újpest	1,8	6	2,6
Rákospalota–Újpest–Istvántelek	1,8	4	2,7

11. táblázat A 70. vonal menetrend szempontjából kritikus szakasz vizsgálata
+ 40 sec tartózkodással

Vonalszakasz 70. vonalon	Menetrendi szakasz hossza (km)	2011/2012 menetrendi indulási adatokból számítva	Szimulációval számított érték+
Istvántelek–Rákospalota–Újpest	1,8	3	2,6
Rákospalota–Újpest–Istvántelek	1,8	3 vagy 4	2,7
71. vonal			
Istvántelek–Rákospalota–Újpest	1,8	3	2,6
Rákospalota–Újpest–Istvántelek	1,8	3 vagy 4	2,7

12. táblázat A 71-es vonal egyvágányúsága indokolhatja a hosszabb menetidő tervezését, ugyanakkor ez feszesebbnek tűnik a jelenleginél
+ 40 sec tartózkodással

A vizsgálatot kettő másik budapesti elővárosi vonal azonos menetrendi hosszúságú szakaszára megismételtük.

A 70-es és 71-es vonalra (Istvántelek–Rákospalota–Újpest közös szakaszra) érvényes menetrendből látható, hogy a vizsgált vonalszakaszon a 70. vonalon kellően feszes, addig a 71. vonalon igen laza menetrend van. (11. táblázat)

A 2011/2012. évi menetrend Istvántelek–Rákospalota–Újpest szakaszára megismételt vizsgálat 12. táblázatban közölt eredményt adja.

Az előző példák, csak illusztrációk annak bemutatására, hogy a többször hivatkozott számítógépes program alkalmazásával feltárhatók és a menetrend bevezetés előtt még korrigálhatók azok a hibák, amelyek segítenek a vonatkésések számát csökkenteni.

Számítástechnika a vasútépítészet szolgálatában

Móttó: A modern, gazdaságosan működő vasút érdekében tájékozódjunk, tanuljunk, gondolkozzunk.

A 2011. 4. számban kifejtettük miért fontos a jól tervezett, betartható, és gazdaságos menetrend. Szóltunk a villamos fékezés fontosságáról is. Javaslatok adtunk a menetrendtervező és az -elfogadó szervezetek számára.

(Szerkesztő megjegyzése: A pálya-adottságok kihasználásával tervezett menetrend egyéb igen fontos előnyeit Vincze Tamás cikke tárgyalja.)

Mindezek mellett a vasút üzemeltetője gyakran találkozhat szokatlan, sajátos problémával. A nagyteljesítményű V43 villamos mozdonyok megjelenése a MÁV-nál hamarosan nagyon kellemetlen meglepetéssel ajándékozta meg a MÁV-ot. Az történt ugyanis, hogy a mozdonyokkal egy hónap körüli üzemidő után „kerékesedés” miatt meg kellett állni és az ún. padló alatti kerékesztergával a kerékprofil helyre kellett hozni. Mindez természetesen több napi üzemidő kieséssel járt. A vizsgálat eredményéből kiderült, hogy a rendellenes abroncskopást az okozza, hogy amíg az osztrák, német és francia vasúti pályán a talpfákon a sínzálalak 1:40 szög alatt vannak rögzítve, míg a MÁV-nál a sín-dőlés 1:20 arányú. A helyzetet később tovább javította az, hogy – nyugati mintára – a MÁV is bevezette a kúpos profil alkalmazása helyett az ún. „kopási profil” mintát (K5, K6). A beszámolóink eddigi részében számot adtunk azokról a műszaki okokról és üzemeltetési esetekről, amelyek a vasúti közlekedés folyamataiban különböző zavarokat és gazdaságossági problémákat okozhatnak, de amelyek rendszeres és szakszerű munkával itt is mint minden más esetben mérsékelhetők és elviselhetővé tehetők.

A vasúti közlekedési infrastruktúra összetevői

1. A vasúti pálya és a hozzátartozó berendezések rendszere.

2. A járműállomány és annak üzemeltetési és karbantartási rendszere.

3. Az irányító hálózat rendszere.

A mai korszerű vasúti jármű-rendszerek birtokában, azok üzemvitelét meghatározó fejlesztéseknél és megtervezésénél lehetségessé vált célzott számítástechnikai modellek intenzív használata. Az alkalmazhatóság legfontosabb tényezője a vasút „egydimenziós” közlekedési módjában rejlik, ami azt jelenti, hogy egy vonat mozgása csak egyetlen koordináta – a beállított vágányút – mentén mért ívhossz függvényében történhet. Ennek köszönhetően a vonatmenet dinamikai és energetikai viselkedése **számítógépes menet-szimuláció** segítségével jól modellezhetővé válik.

A vasúti pályán gördülő vonat fizikai szempontból egy több-tömegű – a pálya- és a járműelemeket magába foglaló – **dinamikai rendszer**. A pálya-jármű dinamikai rendszer – amely további számos különböző rugalmasságú elemet tartalmaz, **több-tömegű lengőrendszert** képez, aminek következtében a pályán gördülő vonatszerelvény nemcsak a súlyerejével terheli a pályát, de lengőrendszerként igen jelentős mértékű járulékos igénybevételt is előidéz a pályában. A pálya-igénybevétel így a következő két összetevőből áll:

1. fő összetevő: egy **kvázi-statisztikus igénybevétel**, amit a járművek függőleges irányú tengelyterhelései, a keresztirányú vezetőerők, valamint a hosszirányú vonó- és fékező erők hoznak létre,
2. járulékos összetevő: **dinamikai igénybevétel**, amit a pálya-jármű dinamikai rendszer lengéstani folyamata idéz elő.

Lengéstani folyamatok két ok miatt keletkezhetnek:

- a) minden járműtípusra vonatkozóan: a **pályaegyenletlenségek** – esetleg súlyosabb pályahibák – gerjesztő hatása,
- b) hibás járműkonstrukció vagy elhanyagolt karbantartási munka miatt előálló kigyózó, ún. **insta-**

bil járműfutás, illetve egyes gerjesztett lengésformák.

Mint mindenfajta járműüzemeltetés-nél, a vasút esetében is első számú követelménynek tekintendő mind a pálya, mind a jármű berendezéseinek rendszeres, tervszerű ellenőrzése és karbantartása.

Felismerve a vasútüzem irányításához tartozó szerteágazó ismeretrendszer meglétét, szükségszerűvé vált a korszerű számítástechnika alkalmazásának bevezetése a fejlesztés és üzemeltetés irányításában. Mindezek érdekében, megindulásként a MÁV kifejlesztett két számítástechnikai rendszert, amelyek a következő azonosítókkal lett ellátva:

- **MeDina** (Menet-Dinamika) rendszer
- **EnOpt** (Energia-Optimalizáció) rendszer.

E feladatok áttekintésében és végrehajtásában nagy segítséget nyújthat az ORE C 116 Kérdés 4. sz. jelentése, a jármű és a pálya együttműködése és a vasúti jármű mozgás egyenletei (lásd az irodalomjegyzéket).

A MeDina-rendszer feladatai

1. Menet-szimuláció

A menet-szimulációs művelet alapja a vonatmenet differenciál-egyenlete. Ennek keretében a program másodpercenkénti léptetéssel folyamatosan kiszámítja és leképezi az erőfolyamatok és a mozgás-jellemzők sorozatát és elkészíti a folyamatok részadatainak összesítését (integrálását).

2. Menetidő-számítás

Az adott vonatra előírt menetrendi adatok szabvány szerinti összeállítása a menet-szimuláció révén nyert menetidő adatokból.

A kapott „rövid” és „rendes” menetidő-páros jelentése:

- előbbi: az adott feltételek mellett, műszakilag elérhető legrövidebb menetidő,
- utóbbi: egy biztonsági pótidő-érték, az UIC 451-1 VS javaslat szerint.

A menet-szimulációs program folyamatosan és szigorúan ellenőrzi a megadott pályaszakaszokra előírt sebességhatárítás beállítását és a szükséges helyesbítést végrehajtja, továbbá, pontosan megadja az előírt kifutások kezdetét és ellenőrzi annak lefolyását.

3. Energetikai számítás

A program a vonóerő és a fékezőerő munkájának elemeit minden állomásköze meghatározza és a végén a teljes menetre összegezi.

A tényleges energiafogyasztást a vonóerő-munkának a hajtás hatásfokával helyesbített értéke adja meg. A vizsgálatok elvégzéséhez szükséges a hajtásrendszer energiaátalakítását jellemző hatásfok jellegfelület megléte.

4. Hivatalos menetrendi adat-meghatározások

A menetrend adatai teljes mértékben a menetidő-számítás szimulációs eredményeire támaszkodnak.

A program lehetővé teszi a megállási helyeken kívánt tartózkodási időtartamok meghatározását is. A program eredményeinek adattartalma megfelel a „szolgálati menetrend-könyv” igényeinek.

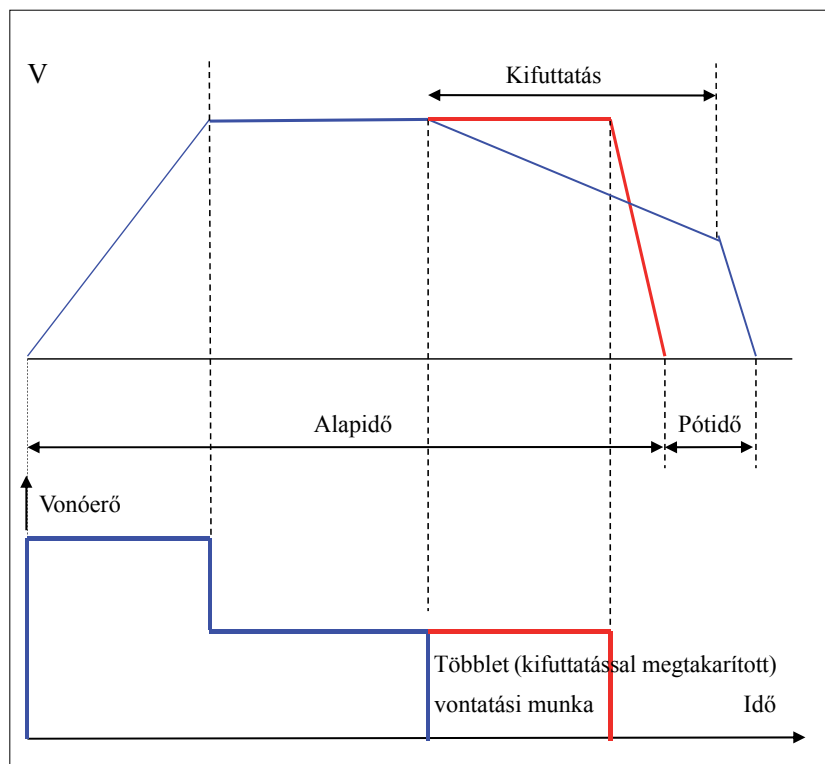
Az EnOpt-rendszer feladatai

1. Jármű-fedélzeti egység

- az előírt algoritmus szerinti utasításokat előállító és megjelenítő számítógépi program
- a valós idejű menetadatok érzékelését és bevitelét ellátó berendezés

2. Földi kiszolgáló egység

- a mindenkori érvényes menetrendi adatok tárolására, szükség szerinti módosítására szolgáló számítógépi berendezés
- kétirányú adatátviteli berendezés a földi és a fedélzeti egység között
- értékelő egység.



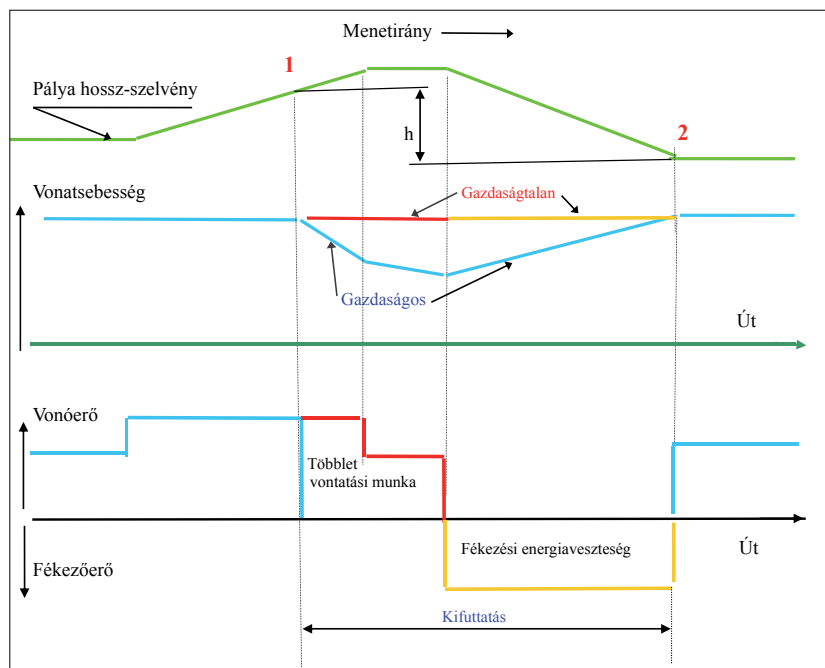
1. ábra Példa a MeDina-rendszer egy alkalmazására

3. A működés részletei

A vasúti jármű műszaki állapota meghatározza a közlekedés minőségét és gazdaságosságát, míg a pálya állapota jelentősen befolyásolja a

közlekedés minőségét. A közlekedés biztonságáért a jármű és a pálya közösen felelős.

Gazdaságossági feltételnek minősül egyrészt a helyi pályahibák



2. ábra Példa az EnOpt-rendszer egy alkalmazására

haladéktalan kiküszöbölése, és az ezzel összefüggő sebességhatárolások mielőbbi felszámolása. A gazdaságos üzemeltetés azonban döntően a vonatvezetési technika függvénye.

A gazdaságos vonatvezetés módszereiről, eszközeiről, technikájáról valamint ezek fizikai feltételeiről és lehetőségeiről számos tanulmány, kísérleti program készült. Ez utóbbiakban egyetemek, kutatási intézmények is kivették részüket. De a vasút műszaki irányító inézményeinek közreműködése ebben, valamint a tapasztalatok szakszerű hasznosításában nem mellőzhető.

A fedélzeti számítógép adattárának tartalmaznia kell a kiszolgáló vasúti hálózat pálya-, jármű- és menetrendi adatait. Egy adott vonathoz csak a vonatazonosítót, a vonat aktuális tömegét és a fékezési jellemzőjét (féksúly) kell beírni. A program ezek alapján a háttér-tárolóból feltölti az operatív tárat a vonatkozó adatokkal, és a vonat ezzel menetkésszé válik.

A fedélzeti rendszer folyamatosan informálja a mozdonyvezetőt a pillanatnyi menet-paraméterekről, valamint az optimális menetstratégia adott időpontban szükséges teendőiről.

E feladata ellátásához a program folyamatosan meghatározza a következő megállásig rendelkezésre álló

- maradék-út és
- maradék-idő

értékét, majd ezekből az adatokból előállítja az előírt időpontra érkezéshez szükséges további menet-paramétereket (betartandó sebesség, kifuttatás-, fékezés megkezdése, stb.).

A maradék-út és maradék-idő folyamatos generálásán alapuló algoritmus megfelelő rugalmasságot nyújt a pontos érkezések megvalósítására. Ennek révén a program az idő közben előforduló, nem tervezett menetmódosulás következményét – a fizikai lehetőség határain belül – képes kiegyenlíteni.

A fedélzeti rendszer működési pontosságának biztosítására szükség van egy megbízható útmérési

rendszeren kívül egy ún. **pálya-helyazonosító rendszerre** is (pl. GPS). A mozdonyvezető látóterében elhelyezett megjelenítőn a program által generált következő vezetési utasítások – szövegesen és/vagy kódokkal – informálják a vezetőt az általa végrehajtandó műveletről:

- Gyorsítás!
- Sebességtartás!
- Kifuttatás!
- Fékezés!
- Túl-sebesség vészjelzés

Az energiatakarékos vonattovábbítás legfontosabb algoritmusai

1. Személyvonati algoritmus

Rövid távolságonként megálló személyszállító vonat elővárosi üzemenként 10...20 % energia-megtakarítás érhető el a megállásokat megelőző 500...1500 m hosszú kifuttatásokkal.

A vonatmenet egymást követő megállások közötti menetciklusokból áll. Egy-egy menetciklus a következő részekből tevődik össze (1. ábra):

alapidő + menetidő-pótlék + tartózkodási idő

A paraméterek értelmezése:

- alapidő: az adott vonattal, adott vonalon, a megengedett legnagyobb-, ún. vonat-alapsebesség mellett műszakilag elérhető leg-rövidebb menetidő
- menetidő pótlék: biztonsági időtartalék, az alapidő néhány százaléka, (UIC 451– IVS számú ajánlás)
- tartózkodási idő: az utasok le- és felszállásához szükséges időtartam.

Általános esetben az állomási érkezések tényleges időpontja a pótidő sávokon belül véletlenszerűen oszlik el. Az EnOpt-rendszer képes a pótidő teljes kihasználására.

2. Tehervonati algoritmus A gravitáció kihasználása pálya-lejtőben

Dombvidéki vonalakon a vonatnak egymást követő emelkedős és lejtős

szakaszokon kell áthaladnia. Ha a vonat fajlagos teljesítménye elegendően nagy, akkor az ezekre a vonalakra jellemző 3...8‰ emelkedőben a rendelkezésre álló vonóerő sebességcsökkenés nélkül képes a vonatot továbbítani. Egy-egy jelentős nagyságú lejtőn azonban a sebesség-tülpelés ellen energiaveszteséget okozó **sebességtartó fékezést** kellene alkalmazni (2. ábra „Gazdaságtalan” jelű szakasz).

Ezt az energiaveszteséget célszerű vezetési technikával teljes mértékben elkerülni oly módon, hogy a lejtős szakaszhoz közeledve, a vonatsebes-

séget szabad kifuttatással olyan értékre engedjük lecsökkenni, amelyről a vonat a lejtőben a gravitációs erő hatására éppen az alapsebességre képes felgyorsulni (2. ábra „Gazdaságos” jelű szakasza). Túl hosszú lejtő esetén ezzel a módszerrel legalább is csökkenteni lehet a veszteséget okozó sebességtartó fékezés hosszát.

Következtetés az 1. ábra alapján: Optimális energiafogyasztás akkor érhető el, ha – megfelelő kifuttatásos vezetési technika alkalmazásával – a vonat mindig pontosan a pótidő végére és nem előbb érkezik az állomásokra.

RÖVID ÉS RENDES MENETIDŐ-ADATOK

Vonalazonosító: 80
 Vonattípus: Személy
 Vonatterhelés: 320 t
 Vonathossz: 220 m
 Max. vonatsebesség: 100 km/h
 Vontatójármű: V43

km		perc	perc
0,0	Bp. Keleti pu.		
4,6	Kőbánya-felső	4,0	4,2
3,1	Rákos	2,6	2,8
6,5	Rákosliget mh.	4,7	4,9
1,0	Rákoscsaba Ujt. mh.	0,6	0,7
1,3	Rákoscsaba mh.	0,8	0,8
4,1	Pécel	2,8	3,1
8,5	Isaszeg	6,4	6,7
3,1	Gödöllői áll.t. mh.	2,6	2,8
3,5	Gödöllő	2,6	2,7
35,7		27,1	28,7
Min. tartózkodási idő: 3,0 perc			

ENERGETIKAI ADATOK

Vonóerő-munka: 410,1 kWh
 Fékerő-munka: 150,2 kWh
 Bruttó energiafogyasztás: 513 kWh
 Visszatáplálható energia: 0 kWh
 Nettó energiafogyasztás: 513 kWh

MENETREND-ADATOK

	Út km	M.idő perc	Tartózkodási perc	Érk.idő óra-perc	Ind.tdő óra-perc
Bp. Keleti pu.	0	0			7, 0
Kőbánya-felső	5	4			7, 4
Rákos	8	3	3	7, 7	7, 10
Rákosliget mh.	14	5			7, 15
Rákoscsaba Ujt. mh.	15	1			7, 16
Rákoscsaba mh.	17	1			7, 17
Pécel	21	3	1	7, 20	7, 21
Isaszeg	29	7	2	7, 28	7, 30
Gödöllői áll.t. mh.	32	3			7, 33
Gödöllő	36	3		7, 36	

3. ábra Példa a McDina menetszimulációs program szolgáltatásaira

Következtetés a 2. ábra alapján: Optimális energiafogyasztás érhető el akkor, ha az adott, h-értékű pályaszint különbség mellett, – alkalmas vezetési technika birtokában – el tudjuk kerülni a sebességtartó fékezés alkalmazását a lejtős pálya-szakaszokon az által, hogy pontosan a helyesen választott 1-jelű pályaponton kezdjük el a kifuttatást, mely esetben a vonat pontosan az alapsebesség értékéig gyorsulhat fel a lejtőn, a 2-jelű pályapontig.

Összefoglalás

Háromrészes dolgozatunkban példákkal bizonyítottuk, hogy a vasútüzemben váratlanul kialakult, ezért menetrendben előre nem tervezett pályahibák miatti menetidő növekmény, vonatkésés jelentős többlet energia-bevitellel mérsékelhető. Példákkal igazoltuk, hogy ha egy pályahiba hosszú évekig fennmarad, az jelentős költségtöbbletet okoz a vasúti operátoroknak.

A jól tervezett menetrend ugyanakkor jelentősen mérsékelni képes a vonattovábbítási energiaköltséget és lassítja a fékek elhasználódását is, amennyiben a mozdonyvezetők ösztönzése is támogatja ezt a gazdasági ösztönzöt, mint célt. A menetrendet betartó vonattovábbítás látszólag

egyszerű feladata a valóságban igen is bonyolult, sokváltozós probléma, mint ezt cikksorozatunkban remélhetően sikerült szemléltetni.

A cikksorozat harmadik befejező részében pedig reményeink szerint közérthetően sikerült bemutatni és megértetni mekkora energia megtakarítási potenciál és költségmegtakarítási lehetőség van az energia optimális vezetési vonatvezetési mód napi gyakorlatában, annak következetes betartatásában, alkalmazásában.

Az optimális vonattovábbításban rejlő költségsökkentés lehetőségét elmulasztó MÁV cégek esetében a veszteség évente elfecsérelt milliárd forintokban mérhető. (Vége)

Felhasznált irodalom

Az UIC 451–1VS számú ajánlása

Az ORE C 116 Kérdés 4. sz. jelentése,

Dr. Zobory István: On the dynamics of drive-system of railway traction vehicle under stochastic track excitation Periodica Politechnica (Transportation Engineering) Vol 12. Nos 1-2) Budapest, 1984. pp.73-83

Tóth Béla–Dr. Benedek Teofil: Vezetési erők és keréknékfutási szögek meghatározása forgóvázakban. (KÖZDOK 1980)

Várszegi Gyula–Tóth Béla: Bejelen-

tett szabadalom. Cato system 1986. Budapest.

Dr. Benedek Teofil: A vonatok menetdinamikai jellemzőinek meghatározása MÁV VTKI 1988.

Tóth Béla: Villamos motorvonatok és mozdonyvontatású szerelvények energetikai összehasonlítása GANZ-HUNSLET kutatás 1995.

Tóth Béla–Kovács Károly: A lassújelek vontatásenergetikai következményei a vasúti üzemben (Vasútgépészet, 1995. 3. szám)

Dr. Benedek Teofil: Vasúti futóműdiagnosztikai eljárás járműrendszerdinamikai alapon (Doktori értekezés tézisei 1996.)

Dr. Zobory István–Előhegyi István–Tóth Béla: P0600099 számú szabadalmi bejelentés Vasúti vontatójárművek és motorvonatok energiatakarékos vezetéséhez kialakított irányítási rendszer

Kovács Károly: Gyorsítja a gazdasági válság a vasútfejlesztést? (Vasútgépészet 2009. 4. szám)

Tóth Béla: Vasúti menetrend-tervezés a menetdinamika számítástechnikai eszközeinek segítségével (Vasútgépészet 2010. 1.sz.)

Prof. Dr. Zobory István: A vasúti közlekedés energetikai optimalizálásának három fő feladata (Vasútgépészet 2010. 2. szám)

MVJ HÍREK



A MÁV Központi Felépítésvizsgáló Kft. tulajdonában lévő 99 55 9162 004-3 (volt FMK-004) pályaszámú jármű egy „téli karbantartás” jellegű javítás keretében kapott új diagnosztikai berendezést a szombathelyi MÁV Vasjármű Kft.-ben. A diagnosztikai berendezések villamos szerelését, beállítását olasz szakemberek végezték. Ezen kiegészítéssel a jármű alkalmassá válik Magyarország teljes vasúthálózatának a vizsgálatára – ürszelvény szempontból is.