



KOVÁCS KÁROLY

okleveles gépészmérnök
mérnök főtanácsos
MÁV START Zrt.

A magyar vasút előtt álló aktuális környezetvédelemi szempontú fejlesztési feladatok és uniós követelmények (2. rész)

Összefoglaló

Ismeretes, hogy a hazánkra is vonatkozó uniós vállalás és aktuális feladat, a közlekedés káros anyag és széndioxid kibocsátási kötelezettségek betartása. Ez a feladat a közúti forgalom egy részének vasútra és más környezetbarát közlekedési ágra való áttételével, azaz a közlekedési munkamegosztás többek között vasút javára történő kedvező megváltoztatásával teljesíthető. A vasútnak is cselekedni kell. A cikk a vasút előtt álló fontosabb tennivalókat ismerteti.

Károly Kovács
Dipl.-Ing. Maschinenbau
MÁV-START Zrt.

Die aktuellen Entwicklungsaufgaben der Ungarischen Staatsbahnen im Hinblick auf Umweltschutz und EU-Anforderungen – Teil 2.

Kurzfassung

Die Erfüllung der Verpflichtungen in Verbindung mit der durch den Verkehr verursachten Schadschiff- und CO₂-Emission ist eine aktuelle Aufgabe. Durch Verlegen eines Teils vom Straßenverkehr auf einen anderen umweltfreundlichen Verkehrszweig, also durch eine unter anderen zu Gunsten der Eisenbahn durchgeführte Änderung der Arbeitsaufteilung vom Verkehr kann diese Aufgabe erfüllt werden. Die Eisenbahn ist verpflichtet auch etwas zu unternehmen. Der Artikel behandelt die durch die Eisenbahn zu absolvierenden wichtigeren Aufgaben.

Károly Kovács
M.Sc. Mech. Engineer.
MÁV-START Zrt.

Current environmental and development tasks as well as EU requirements that faces the Hungarian Railways – Part 2

Summary

It is known, that the EU pledge and other current tasks those relevant for our country, such as the pollution of transport and carbon dioxide emission needs to be accomplish. The actual task can be fulfill with the shift of one part of the road traffic to other environmental friendly transport modes like the railway. The railways needs to act. This article is about the main agendas that facing our railways.

Előzmények

A Vasútgépészet 2012. 4. számában megkezdjük a környezettudatos magyar vasút járműfejlesztési feladatainak ismertetését. Előre vetítettük a villamosítás előnyeire alapozott fejlesztés fontosságát és az előnyöket a folyamatban lévő esztergomi vasútfejlesztés példájával bizonyítottuk.

Aktuális számunkban folytatjuk azokat a vasúti vontatással kapcsolatos javaslatok közreadását, amelyek európai vasúti környezetben általános érvényűek, következésképpen a hazai vasúti, gazdasági környezetben is kimutathatóan gazdasági haszonnal

járó korszerű megoldások. Ezért a javaslatok megvalósítása időtálló, tartós eredményt hoz és indokolt. Olyan gazdaságos és környezetbarát műszaki, forgalomszervezési és egyéb megoldásokat javasolunk, amelyek a vonattovábbítás önköltségét és a vasút káros anyag kibocsátását egyaránt csökkentik, a vasút versenyképességét javítják.

5. A villamos vontatás előnyeire alapozott fejlesztések

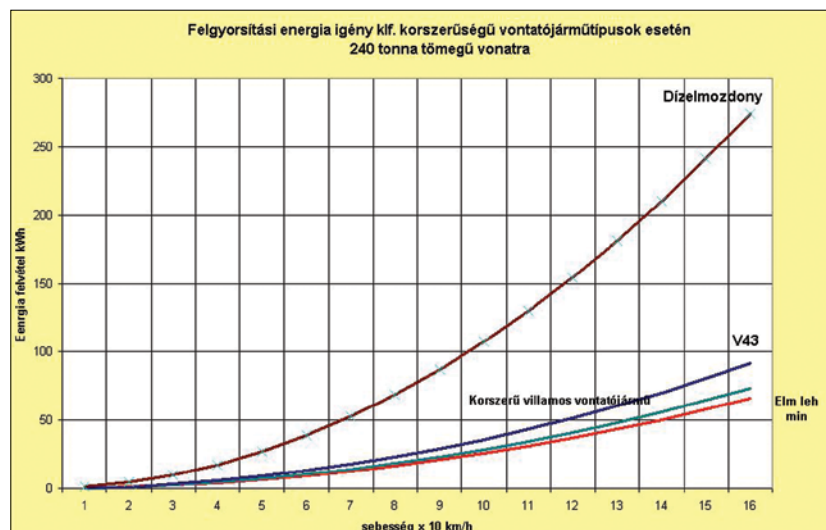
A következőben röviden összefoglaljuk azokat az érveket, amelyek azt bi-

zonyítják, hogy a vasút miért legyen villamos vontatású, ha a gazdaságos és környezetbarát vonattovábbítás követelményeinek szeretnénk megfeleltetni, és a vontatás költségét tartósan csökkenteni.

5.1. Villamos vontatás előnye a dízellel szemben

A 4. ábra szemlélteti, hogy azonos vonattömeg felgyorsításához a villamos vontatáskor alig harmadannyi energia bevitelre van szükség mint a dízelvontatáskor.

A villamos vontatású üzemnek számos, a villamos rendszerből fa-



4. ábra A dízel- és a villamos mozdonyos azonos tömegű vonatok felgyorsításához szükséges energia 1 kWh-ban, a célsebesség függvényében

Figure 4. The amount of utilized shunting energy on wheel during electric and diesel shunting

	Személyszállítás				Áruszállítás	
	1999*				1999*	
költségelem/vontatójármű	villamos m.	dízelmozd.	dízelmot.	vill.mot	villamos m.	dízel mozd.
Értéksökkenés	3,3	8	12	14	3,3	8,8
Javítás és egyéb karbantartás	10,5	68	145	51	11	70
Bér és rezsi	28	135	32	25	24	62
Üzemanyag	51	204	127	62	18	109
Összesen:	92,8	415	316	152	56,3	249,8

5. ábra Vontatási egységköltségek (Ft/100etkm) *1999 I-VI. havi tényadatok

Figure 5. Maintenance and operating costs of a typical diesel and electric locomotives

kadó előnye van a dízelvontatáshoz képest.

- A villamos vontatás hatékonyabb energiahasznosítású. A korszerű villamos vontatásban 1 kWh keréken hasznosuló munkával szemben a korszerű dízelvontatásban csak 0,3-0,35 kWh hasznosul. (4. ábra)
- A magyar vasúthálózaton a dízelvontatás teljesítménye még kb. 5-7%-kal magasabb, mint a fejlett európai vasutaknál.
- A gázolaj felhasználás 5%-os csökkentésével, villamos vontatásra átállítással évente véglegesen megtakarított gázolaj a MÁV hálózatán 2500-2600 tonna. Ha ezt a vontatási teljesítményt a legalább háromszor hatékonyabb villamos energiából állítjuk elő, akkor az energiaköltség legalább 1500 tonna gázolaj egyenértékkel

csökken. A vontatójármű karbantartásban elérhető előny azáltal, hogy a villamos vontatójárművek kisebb karbantartás igényűek, élőmunka ráfordításuk alig fele a dízeleknek. (5. ábra)

- A villamos vontatás alacsony, nullához közeli széndioxid és károsanyag- és zajkibocsátású.
- A dízelvontatás környezeti előírásoknak megfeleltetéséhez vontatójárművenként több millió forintos szűrőberendezés felszerelése és üzemeltetése szükséges.

Az 5. ábra a dízel és villamos vontatás karbantartási igényének különbözőségét szemlélteti a MÁV tényadataiból készített táblázatban.

További előnyök:

A vasúti operátorok számottevő haszna a korszerű villamos vontatásban kimutatható azzal, hogy a villamos energia visszatáplálásos fékezéssel

a mozgási energiából visszaalakított villamos energiának újra felhasználhatósága tovább csökkenti a vonatvábbítás költségét. Fontos szempont, hogy a vasúti villamos energiafogyasztás alaperőművekből előállított energiát használ fel, mert a menetrendszerű vasúti közlekedés következtében az energiavételezése és így az energiatermelés is tervezhető lesz. Hasonlóképpen ez az energiafogyasztásban meglévő kiszámíthatóság teszi lehetővé a megújuló forrásokból származó energia vasútiüzemi hasznosítását is annak kiszámítható és tervezhetősege következtében. (Lásd a DB, amely saját szélerőmű parkot üzemeltet.) (6. ábra)

A fentiekén kívül számos más, itt nem részletezett műszaki, gazdasági, vasútforgalmi és más oka van annak, hogy a villamos vontatás miért terjedt el és terjed tovább Európa szerte, ahol ma is villamosítanak, és újabb villamosításokat terveznek. (pl. Dánia). Ebben az európai valóságban igen lehangoló tény, hogy a MÁV az elmúlt 12 évben egyedül a Hodos–Boba közötti, összesen 102 km vonalát villamosította. A nagyságrenddel kisebb hálózaton üzemelő GYSEV ezen időszakban a magyar oldalon 116 km-t villamosított.

A már említett 1996-ban elkezdett Hodos–Boba vasútvonal fejlesztésén (amely ma is tart) és villamosításán kívül új MÁV vonal villamosítása nem fejeződött be, és 2015 előtt nem is fog. (Reményt keltő tény, hogy a 2. vonal villamosítása az elővárosi hálózat uniós támogatású fejlesztésével megvalósulhat 2015 végére.)

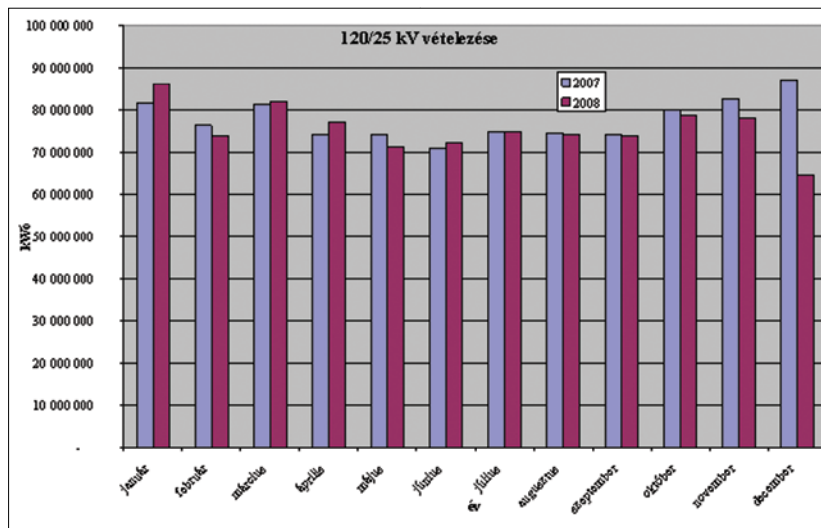
A feladat adott, a MÁV hálózatán a villamosítás folytatása, a villamos vontatási teljesítmény részarányának 90-93%-ra növelése. Ehhez koncepciók, jó tervek sora született, engedélytervek készültek, majd veszítették hatályukat, sajnos.

Pedig voltak reménykeltő kezdeményezések. A MÁV elnök-vezérigazgatója 2006 októberében egy pécsi vasút villamosítási konferencián bejelentette, hogy „a villamosítás

folytatását, mivel az megtérülő beruházás hitelből tervezzük megvalósítani és keressük a legjobb pénzügyi ajánlatot”. Mire megtaláltuk, jött a gazdasági válság. Az áru fuvarozás eladásával eltűnt a villamosítással elérhető haszon egy része, a MÁV csoport átalakítása pedig ellenérdekelté tette a csoporttagokat a villamosításban. (Ugyanis ami a személyszállítási üzemeltetőnél a villamosítás esetén nyereség, az a pályának beruházási költség, a Trakciónak pedig veszteség. Miközben a Cargo és más magánvasúti üzemeltetőknél, áru fuvarozóknál jelentkező hasznot a gazdasági számításokban a MÁV-csoport szemlélet nem tudta figyelembe venni... Így telt el újabb 6 év villamosítás nélkül.

A magyar vasút hátrányát fenntartó MÁV hálózat villamosítását hátráltató ellenérdekeltséget ezért meg kell szüntetni. Egy éve még úgy készítették megtérülési számítását, hogy a vasútvonalat használó operátoroknál keletkező hasznokat nem tervezték be, csak a MÁV-Start igényére történő villamosítás, így viszont a beruházás megtérülése kedvezőtlenebbnek tűnik, mint a valóságban lesz. A pályavasút értetően nem motívált a villamosítás folytatásában.

Ehhez meg kell változtatni a MÁV csoportot, a pályavasutat érdekeltté kell tenni a villamosítási beruházásokban, mert a villamosított vonalhálózat értékesebb, magasabb bevételű lesz, függetlenül attól, hogy az operátorok dízel, vagy villamos vontatást vesznek-e igénybe. A korábban említett pályahasználati díj struktúra módosítása alapvető fontosságú, a kiszámítható díjszerkezet, a felsővezeték alatti közlekedés, a villamos vontatás értékesebb vasútvonalakat jelent. A villamosított hálózat alatti közlekedés díja jogosan tartalmazza a felsővezeték használati díjemet, de szükséges az egész hálózaton egységesen a környezetterhelés miatti károkat beépíteni a díjba. Azon is el kell gondolkodni, hogy a GYSEV hálózatán miért lehet alacsonyabb a

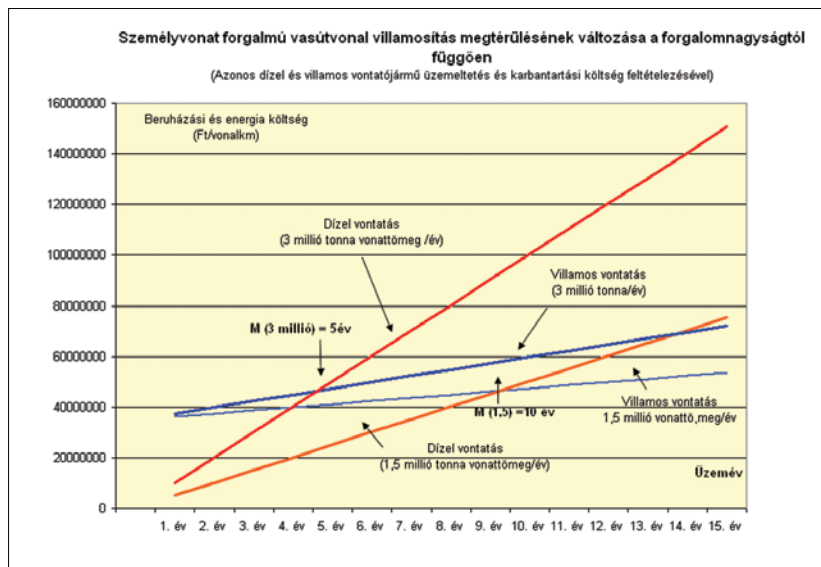


6. ábra A menetrendszerű vasút energiafogyasztása előre jól tervezhető, kivéve a gazdasági válság és egyéb rendkívüli események eseteit

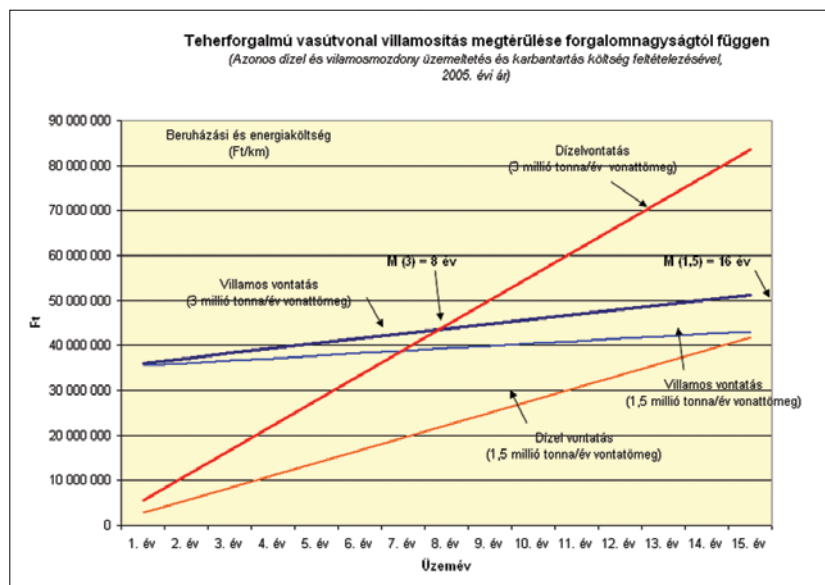
PHD díj. A pályahasználati díj korszerűsítése tehát elengedhetetlenül fontos a MÁV hálózaton. A közúton 2013-ban bevezetik a km alapú útdíjat, végre. A vasút versenyhátrányát ez csökkentheti. A többi már a vasúti szabályozóktól, a pályahasználatnak a gazdaságos vasutat ösztönző, támogató phd-től, azt támogató díjszerkezet bevezetésétől függ.

A korszerű, környezetbarát vasutat támogató és azt preferáló pályahasználati díjra történő mielőbbi áttérés fontos és sürgető feladat. Kiemelve,

nem lehet elégszer hangsúlyozni, hogy ennek fontos része a vasúti operátorok számára köteleesség, szükséges a versenysemlegesség miatt a környezetterhelési díjelemnek a phd részeként történő bevezetése, amely a dízelvontatást terhelne annak szennyező mértékétől függően. Célszerűen a környezetterhelési díjnak tükröznie kell a tényleges környezetterhelés nagyságát is. Vagyis a dízeljármű, dízelmotor teljesítményétől, környezeti tisztaságától függően a környezetterhelési díj elem nagysága. Ez nem a



7. ábra A villamosítás megtérülése különböző forgalomnagyság esetében a személyszállításban



8. ábra A villamosítás megtérülése különböző forgalomnagyság esetében az áruszállításban

phd díjmelését jelenti, csupán annak újra felépítését.

A 9. ábrán látható vontatás önkorlátozását segítené elő a korszerű, a tiszta és környezetbarát vasút használatát ösztönző phd bevezetése.

Az előzők ismeretében megválaszolható, hogy miért találkozunk nap, mint nap a villamos vontatású vonalakon és állomásokon nem elhanyagolható teljesítményű dízel vontatással, indokolatlan többletköltséget okozva az utasoknak, az államnak és a fuvaroztatóknak, károsítva a környezetet.

A jó pályahasználatra ösztönzés igen fontos, de nem elégséges feltétele a dízelvontatás gazdasági és vasútüzemi szempontból optimális üzemméretre csökkentésének. Ehhez korszerű és a fenti célokat támogató, elégséges mennyiségű vontatójárművek üzembe állítására van szükség.

6. A villamos vontatás kiterjesztésével elérhető gázolajfogyasztást csökkentő intézkedések összefoglalása

Az intézkedések két fő csoportra oszthatók, azonnali (elrendelem) és hosszabb, fejlesztést igénylő, beruházás után eredményre vezető intézkedésekre.

6.1. Intézkedési lehetőségek

A meglévő villamosított hálózat alatti fokozottabb és hatékonyabb villamos vontatással azonnali eredményre vezető intézkedések:

- Villamosított állomásokon a tolatás villamos tolatómozdonyal történjen. (A villamos mozdonyok ácsorgási fogyasztása közel 0 kWh). A villamos vontatás energetikai és üzemeltetési gazdaságosságát a 4. és az 5. ábrával bizonyítottuk. A jelentős szabad kapacitású és üzemképes V46-os flotta intenzívebb foglalkoztatása azonnal megoldható pl. Budapest fejpályaudvarain, tolatós állomásain stb. A villamos tolatásra átállított állomásokon indokolt üzembiztonsági okból az üzemképesen tartott dízelmozdonyok jelenlétét fenntartani.
- A vonali, ún. drót alatti dízelvontatás megszüntetésében is vannak még tartalékok. Ezzel viszont óvatosan kell bánni. Gondoljunk pl. a 29-es vonalra, ahol a gépcsere az amúgy is hosszú menetidőt tovább rontja, utasokat veszítve emiatt. A feladat ebben az esetben a gyors villamosítás lehet. Még ha ez meg is valósul, akkor is több évig a jelenlegi kedvezőtlen állapotot, a

hosszú menetidő fennmarad, vagy pedig, mint 2012-ben is történt, marad a Déli pályaudvartól Tapolcáig a dízelvontatás, annak más káros következményeivel együtt. A Déli pályaudvari zajos dízel vasútüzem miatt sokmillió bírságot fizetett ki már a MÁV.

c) További, azonnali dízel üzemidőt csökkentő intézkedések pl.

- A nem villamosított vágányok miatt ahol szükséges a dízeltoztatás fenntartása, ott a dízeltoztatásban a motor és kipufogórendszer miatt egyébként is káros magas üresjáratú üzemidőt csökkentendő, a dízelmotor működését a tényleges feladat elvégzés idejére kell korlátozni.
- A fordulóállomási a szerelvény előfűtés, előhűtés kizárólag villamos előfűtő telepekről történjen, és ne a mozdony, vagy motorkocsi dízelmotor használatával. A feltételek nem mindenütt adóttak, azok megteremtése jármű és infrastruktúra oldalon költségráfordítást igényel.

6.2. A villamosítás folytatása sürgető tennivaló

Az előzőekben bizonyított és Európa-szerte eredményesen alkalmazott végleges gázolaj felhasználást csökkentő intézkedés vasútvonal villamosítással érhető el.

Mint az szakmai körökben közzismert a magyar vasúthálózatból a villamosított arány 2000. év végén elérte a 35%-ot. Ezzel a meghatározó nemzetközi fővonalak, és a páneurópai korridorok vonalszakaszainak többsége villamos üzemű lett, de a villamosított hálózat aránya ma is jelentősen elmarad az EU 12 és a szomszédos országok átlagától és tovább távolodott attól. (EU-s átlag: 2000-ben 53,5%, 2005-ben 54,9. 2001-2006 között a magyar vasúthálózaton a GYSEV, a kezelésében lévő Sopron–Szombathely valamint a Fertőszentmiklós–Pomogy (Pamhagen) vonalakat villamosította ezzel a

GYSEV-nél villamosított hálózatának aránya közel 96%-os lett. (A MÁV-tól átvett dízelvonalak ezt a mutatót átmenetileg lerontották.)

Ugyanezen időszakban a MÁV hálózatán új vonal villamosítására nem került sor. A vasúthálózathoz 1917 km, még 1985-öt megelőzően lett villamosítva. A MÁV vonalakon folyó rekonstrukciós munkák eredményeképpen az elmúlt évtizedben részben megújult az 1., 100., és a 120. vonal felsővezetési hálózata. Halaszthatatlan feladat még e régi hálózathoz mintegy 1500 km felújítása. A MÁV vezetése 2001-ben tárgyalta meg a MÁV hosszú távú villamosítási koncepcióját. Döntés született az európai V. közlekedési folyosó részét képező 25. vonal (Hodos oh.–Zalalövő–Zalaegerszeg–Zalaszentiván–Ukk–Boba) villamosításáról is, továbbá a IV. és az V. korridor villamos vontatású összeköttetésének kiépítéséről is. (10. Celldömölk–Győr és a 16. Mosonszolnok–Csorna–Porpác vonal) a 2000-ben elkészített koncepció további vonalak villamosítását is javasolta. A 2001–2005 évek forgalmi adatainak elemzése szerint a villamosítási koncepció prioritásai ma is helytállóak: A 10. a 16. és a 25. vonalak a MÁV legforgalmasabb nem villamosított vonalai közé tartoznak.

Az időközben a GYSEV kezelésébe került át a MÁV-tól a 15. 16. 17. 18. és 21. vonal, amelyek többségének villamosítását az új üzemeltető be is tervezte 2015 végéig. A magyar dízelvontatású vasúthálózat 2005. évi felmérése szerint villamosításra érett (10 ezer 100etkm/vkm fajlagos értéknél forgalmasabb vonalak) a következők voltak. (Növekvő vonalszám szerinti sorrendben, zárójelben a vonal villamosítási helyzete.)

2. Esztergom–Rákosrendező (villamosítás megkezdődött)
5. Székesfehérvár–Komárom (a V0 része)
10. Celldömölk–Győr (villamosítása 2003-ban már tervezve volt, de hatósági engedélye lejárt)
15. Sopron–Szombathely (GYSEV villamosította)

16. Porpác–Csorna–Mosonszolnok (GYSEV tervezi a villamosítást)

17. Szombathely–Nagykanizsa (GYSEV tervezi a villamosítást)

21. Szombathely–Szentgotthárd (GYSEV villamosította)

25. Hodos–Boba (MÁV villamosította 2006-2010.)

26. Tapolca–Ukk

29. Tapolca–Szabadbattyán

30b Tapolca–Keszthely

46. Sárbogárd–Bátaszék

80c. Mezőzombor–Sátoraljaújhely

81. Hatvan–Somoskőújfalu

92. Kazincbarcika–Ózd

101. Püspökladány–Biharkeresztes

110. Debrecen–Mátészalka

135. Szeged–Békéscsaba

142. Kőbánya Kispest–Lajosmizse

További kettő vasútvonal forgalma haladta meg a villamosítás megtérülése szempontjából kritikus 10 ezer 100etkm/vkm értéket. Ezek:

18. Szombathely–Kőszeg

36. Kaposvár–Fonyód

A listán szereplő magyar vasúthálózat hossza közel 1275 km, ebből még villamosításra vár mintegy 1000 km. A cél, hogy a villamos vontatás részaránya a MÁV hálózatán elérje a 90-92%-ot. Ma is érvényes adat, ha egy százalékkal csökkentjük a dízelvontatás részarányát, az kb. 500 millió Ft-tal csökkenti éves szinten a vonattovábbítási energiaköltséget.

7. Egyéb költségtakarékos illetve fejlesztés, beruházást igénylő intézkedések a vonattovábbítási energia felhasználás csökkentésére

7.1. A vonattovábbítás energetikai optimalizálása

A feladat kettős.

- a) Egyrészt rövidtávú intézkedésként bevezethető a mozdonyvezetők energiatakarékos vezetését ösztönző, a gazdaságos mozdonyvezetést elősegítő képzés és visszaállítható a korábban alkalmazott takarékos mozdonyvezetésre ösztönző bérrendszer.

- b) Másrészt viszont kifejlesztendő a vonattovábbítás energia felhasználásának optimalizálása alkalmas eszköz, a mozdonyvezetést támogató szabadszámra alapozva.

Ismeretes, hogy az Enopt szabadszám alkalmazása már tervezve volt 2008-ban a BPR projektben. A fejlesztés megvalósításra vár. A remélt haszon, az Enopt bevezetése 1-1,5%-al csökkenti a MÁV hálózatán vonattovábbítási energiafogyasztást, amely a villamos és dízel vontatásban együtt kb. 1,5 milliárd Forint/év megtakarítást eredményezne. Ezzel a témával foglalkozó írásokat lásd még a Vasútgépészet 2010. 2. számában Dr. Zobory István professzortól *A vasúti közlekedés energetikai optimalizálásának három fő feladata* című írás olvasható.

7.2. A pályaállapot romlás következményei a vasúti közlekedés költségeire

A pálya romlása miatti lassújelek által a vasúti operátoroknak okozott károkkal a Vasútgépészet 1995 óta több írásban, vissza-visszatérően foglalkozott. E tárgykörben az elmúlt években megjelent írásokat az olvasók 2011-2012-ben minden részletre kiterjedően megismerheték. Cikkünkben ezért ezt a témakört nem részletezzük. A téma iránt érdeklődők figyelmébe ajánljuk a következő írásokat. A Vasútgépészet 2011. 3. 4. és 2012. 1. számában Kovács Károly–Tóth Béla szerzők tollából a *Menetrendben nem tervezett kényszerű lassítások, rendkívüli megállások vontatásenergetikai és jármű-karbantartási következményei a vasúti vontatásban* címmel jelent meg cikksorozat.

A Vasútgépészet 2012 2. és 3. számában Dr. Ercsey Zoltán, Kisteleki Mihály és Vincze Tamás szerzőktől adtunk közre cikksorozatot *Lassújelek hatásai a vasúti közlekedés költségeire* címmel. A téma megítélésünk szerint alaposan körüljárt. Döntésre, megvalósításra, cselekvésre vár.



9. ábra Egy M41 sorozatú nem korszerűsített dízelmozdony füstölve indul Egyházasrádóc megállóhelyről Kőrmend felé. A felvétel elkészítése óta a 21. vonalat a GYSEV villamosította

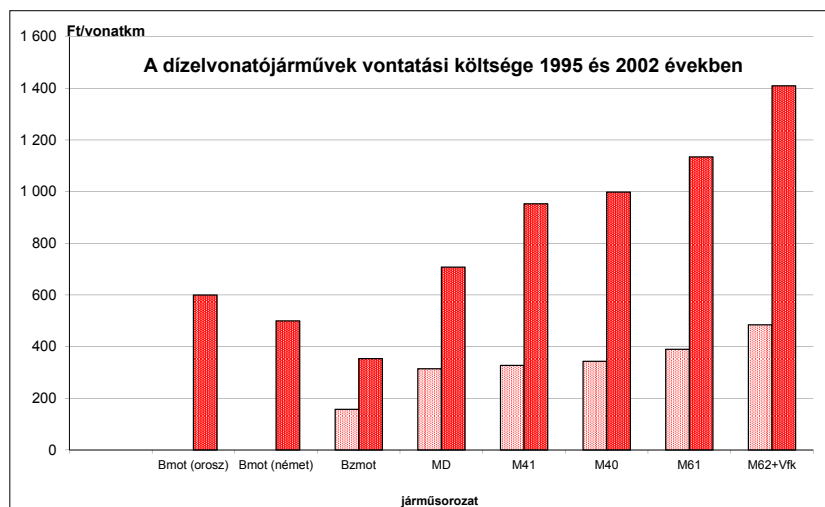
Fotó: Mórocz Veronika

7.3. Dízelvontatású hálózaton vonattovábbítási energiafogyasztást tovább csökkentő intézkedések:

- a) Ahol az infrastruktúra ezt lehetővé teszi, ott a dízelvontatású személyvonatok előfűtése vontatási célú villamos energiával történjen és ne dízelmotor használatával. (A villamos előfűtés közel háromszoros energiahatékonyságú, így

a villamos előfűtés használata révén a gázolaj felhasználás tovább csökkenhet.)

- b) A kisebb vonattömegű, célszerűen dízel-motorkocsis vonatok közlekedtetésének kiterjesztése. Erre vonatkozóan a következő 10. ábra ad támpontot.
- c) A dízel motorkocsival ki nem váltható dízelvontatásban a remotorizált dízelmozdonyok



10. ábra A dízel vonatjárművek fajlagos vontatási költsége 1995 és 2002 években (Ft/vonatkm)

használatát kell biztosítani azok kedvezőbb fogyasztása miatt. Az új motoros dízelmozdonyokba a beépített segédmotorok és az indító akkumulátorok üzemképesen tartása követelmény. E követelmény teljesítése után az állomási tartózkodás alatt az indulás előtt a fékrendszer betüzelésére szükséges idő előtt a főmotor kikapcsolt állapotban legyen. Ezen intézkedés előfeltétele az akkumulátorok és a segédmotorok gyakori újraindítást biztosító jó műszaki állapota. A motorcserék eredményeképpen a dízelvontatás fajlagos fogyasztásából képzett mutatószám a 2000. évi 13,96 kWh/100 etkm-ről, 2006-ban 11,8 kWh /100 etkm értékre javult.)

Be kell látni, hogy a remotorizált dízelmozdonyos vontatásban rejlő tartalékok kimerültek, az esedékessé váló motorfelújítás nélkül az elhasználódott dízelmotorok tüzelőanyag fogyasztása ismét emelkedést mutat.

8. Végleges megoldás a gazdaságosan nem villamosítható dízelvontatású vonalak gázolaj felhasználásának csökkentésére

A gazdaságosan nem villamosítható vasútvonalakon, a dízelvontatás tovább korlátozható kettős erőforrású motorkocsik üzemeltetésével. A villamosított állomások nem villamosított vágányain, iparvágányokon célszerűen V46-os alapmozdonyból fejlesztve készíthető gazdaságos üzemű „dízelmozdony”.

A részben villamosított vonalakon a vonatközlekedés felgyorsításának gazdaságos eszköze a kettős erőforrású (villamos-dízel) motorvonatok közlekedtetése. A trakciós határokon elmaradó gépcserék a járműpótlási költséget csökkentik és további gázolajfogyasztás csökkenés érhető el a hibridhajtással.

Mindezekről a következő számban olvashatunk. (Folytatjuk)