



KOVÁCS KÁROLY

okl. gépészmérnök
ny. MÁV mérnök főtanácsos
ügyvezető
EDKOPRESS Kft.

Magyar vasút, villamos és/vagy dízel vontatás?

Osszefoglaló

A magyar villamosított vasúthálózat bővítése az elmúlt évtizedekben anyagi lehetőségtől függően változó ütemben haladt előre. Kitekintve az UIC tag vasutakra megállapíthatjuk, hogy az egyes országok a gazdasági lehetőségeiktől, az energiaár alakulásától függően villamosítanak, és a villamosítás térhódítása világszerte elterjedt gyakorlatnak tekinthető. Személyszállítás területén a nagysebességű és az elővárosi piaci szegmensben látványos a villamos vontatás térhódítása. A villamos vontatás gazdasági előnyei a környezetvédelemmel válnak teljessé. Az uniós előírások miatt erős az energiahatékonyság javítására és a káros anyagkibocsátás csökkentésére irányuló fejlesztési kényszer. Ez első lépésben 2020-ig, majd 2030-ig, 2050-ig a káros anyagkibocsátás kötelező mértékűre csökkentését írja elő.

A szerző töretlenül reméli, hogy a csendes, káros anyagban szegény és az utasok jobb kiszolgálását, olcsóbb vasútüzemet eredményező villamosítás hazánkban folytatódik, illetve ahol a villamosítás nem megtérülő ezért gazdaságtalan beruházás, ott a kettős erőforrású vontatójárművek hazai elterjedését az uniós környezeti előírások teljesítésének igénye fogja kikényszeríteni.

A cikk a magyar vasút előtt álló gazdaságossági és környezetvédelmi feladatokat és az uniós által kitűzött célok elérését elősegítő eszközöket, javaslatokat mutatja be.

KOVÁCS, KÁROLY
Dipl.-Ing. für Maschinenbau
MÁV Oberbaurat i.R.
Geschäftsführer
EDKOPRESS Kft.

Ungarische Bahnen – Elektro- und/oder Diesel-Traktion?

Zusammenfassung

Die Erweiterung des elektrifizierten Streckennetzes in Ungarn ging in den vergangenen Jahrzehnten in Abhängigkeit der finanziellen Möglichkeiten in wechselndem Takt vorwärts. Mit Ausblick auf die UIC-Mitgliedstaaten ist feststellbar, dass die einzelnen Staaten die Elektrifizierung in Abhängigkeit von den wirtschaftlichen Möglichkeiten, dem Verlauf des Energiepreises vornehmen, und die Ausbreitung der Elektrifizierung in der ganzen Welt als eine verbreitete Praxis anzusehen ist. Am Gebiet der Personenbeförderung ist in den Marktsegmenten Hochgeschwindigkeit und Vorortverkehr die Verbreitung der elektrischen Traktion sehenswert. Durch den Umweltschutz werden die wirtschaftlichen Vorteile der elektrischen Traktion komplettiert. Infolge der Unionsvorschriften übt der Entwicklungszwang im mit Zielen der Erhöhung der Energieeffizienz sowie der Reduktion der Schadstoffemission. Es ist als erste Stufe bis 2020, und danach bis 2030 und 2050 die Schadstoffemission bis zu Pflichtmaß zu reduzieren.

Der Autor hofft ungebrochen, dass die leise, schadstoffarme Elektrifizierung mit der daraus resultierenden besserer Bedienung der Fahrgäste sowie mit der kostengünstigen Betriebsabwicklung in Ungarn fortgesetzt wird, bzw. wo die Elektrifizierung unrentabel, also eine unwirtschaftliche Investition ist, dort die Verbreitung von Zweikraft-Triebfahrzeugen durch die Anforderung betreff Erfüllung der EU-Umweltvorschriften erzwungen wird.

Im Beitrag werden die vor der ungarischen Bahn stehenden Aufgaben betreff Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz, und die Mittel und Vorschläge zu Erreichen der durch die EU gesetzten Ziele behandelt.

KÁROLY KOVÁCS
Mechanical engineer
Retired MÁV senior engineer councillor
Managing director
EDKOPRESS Ltd.

Hungarian Railways, Electric or Diesel Traction?

Summary

The electrification of railway network in Hungary progressed in a variable measure in the past decades because of financial opportunities. Gazing to the UIC member railways we can find that different countries electrify their networks according to their economics and the fuel prices. The electrification is a worldwide practice. The expansion of electric traction is spectacular on the high speed and on the suburban market segment. The economic advantages of electric traction become complete with the environment protection. The pressure for the improvement of energy efficiency and for the reduction of polluted material emission is very strong because of the EU requirements. The reduction of air polluted material emission to the defined limits is ordered until 2020, then until 2030 and 2050. The author hopes with undiminished energy that the electrification keeps going in Hungary offering a better, silent and cheaper railway operation with less air pollution and dual system traction units will be used where the electrification is not economic, since the fulfilment of the EU requirements will force it. The article introduces the economic and environment protection tasks which the Hungarian railways are facing for, and the tools and proposals also for helping to reach the aims of the EU.

Bevezetés

A magyar villamosított hálózat bővítése az elmúlt évtizedekben anyagi lehetőségtől függően változó ütemben haladt előre. Kitekintve az UIC tag vasutakra megállapíthatjuk, hogy az egyes országok gazdasági lehetőségeitől, az energiaár alakulásától függően villamosítanak, és a villamosítás térhódítása világszerte elterjedt gyakorlatnak tekinthető. Személyszállítás területén a nagysebességű és az elővárosi piaci szegmensben látványos a villamos vontatás térhódítása. A villamos vontatás gazdasági előnyei

a környezetvédelemmel válnak teljessé. Az uniós előírások miatt erős az energiahatékonyság javítására és a káros anyagkibocsátás csökkentésére irányuló fejlesztési kényszer. Ez első lépésben 2020-ig, majd 2030-ig a káros anyagkibocsátás kötelező mértékűre csökkentését írja elő.

Két évtizede a MÁV-nál elkészítettük a személyszállító járművek fejlesztési koncepcióját, és számos kiegészítő hatásvizsgálatot. Ezekkel válasz kaptunk arra, érdemes-e folytatni a villamosítást és mekkora az a hálózat-rész, amelyen a gazdaságosabb üzemű villamos vasútüzem a kedvezőbb. A

rendszerátalakítás harmadára csökkent áruszállítás elősegítette, hogy a személyszállításban több vonatot közlekedtessünk, növeljük a személyvonati gyakoriságot. Új járműtípusokra volt szükség, mert a nagytömegű mozdonyos személyvonatokkal „gyakrabban kis egységekkel” közlekedni nem gazdaságos.

Írásomban a bevezetőben hangsúlyozott gazdaságos és környezetbarát vasút vontatójárműveiről, a vasúti járműfejlesztés elmúlt évtizedekben megtapasztalt fejlődési tendenciáiról összegyűjtött gondolataimat, tapasztalatimat adom közre.

I. Kitekintés az uniós vasútfejlesztésekre 2000-2015

1.1 Nemzetközi kitekintés, a MÁV és néhány EU vasút járműbeszerzéseinek összehasonlítása

A nyugat-európai vasutak a közép-európai régió előtt 15-20 évvel estek át az áruszállítás markáns csökkenésének krízisének. Az egyre erősödő közúti konkurencia kényszere alatt az áruszállítás csökkenése miatt „szabaddá vált” infrastruktúrán a személyszállító vonatok gyakoriságának növelésével tudtak piacon maradni.

Folyamatosan nő a vonatkilométer (a személyszállítási kínálat) az EU-s országok 2000-ben 15 tagállam vasútjánál, ugyanakkor enyhén csökken az üllőhelykínálat, ami a kisebb egységek (motorvonatok) használatára utal. Mindezek eredményeként az utasok száma és a fizető utaskilométer folyamatosan növekszik, amely döntően két személyszállítási – nagysebességű és elővárosi – üzleti szegmensben mutathatók ki:

1.1.1. A nagysebességű közlekedés Európában

Ebben a piaci szegmensben az érintett európai vasutak 1995-2001 között átlagosan 12%-os éves növekedést értek el, és ezzel az említett időszak alatt a nagysebességű közlekedés teljesítménye megduplázódott.

A hosszú távú utazásoknak ma Franciaországban több mint a kétharmadát, Németországban, mint egy 50%-át a nagysebességű vasúti személyszállítás teljesíti.

A fejlődés töretlen: 2000-ben az európai nagysebességű vasúthálózat hossza 3260 kilométer volt, 2015-ben meghaladta a 6000 km-t. Európa nyugati felén elterjedt, közép Európában viszont alig, egyedül Lengyelországban épült meg a Varsót – Szlovákiával, Csehországgal összekötő vonal 200km/h sebességre alkalmasa téve. Ebben a statisztikában nem szerepel a magyar vasúthálózat, és középtávon sem remélhetjük, hogy a bővös 160km/h-t jelentősen átlépjük és csatlakozunk a nagy sebességű

vasutat üzemeltetők táborához, ezért ezzel a szegmessel a továbbiakban nem foglalkozunk. A nagysebességű vasút definíciója: a 200km/h-nál nagyobb csúcsebességgel közlekedésre alkalmas és engedélyezett villamosított vasútvonal.

1.1.2 Az elővárosi (hivatásforgalmú) közlekedés fejlődése

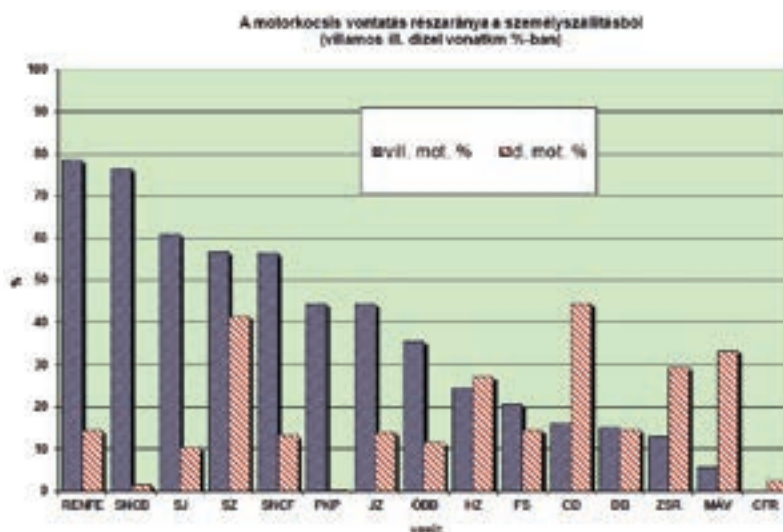
A mobilizáció robbanásszerű fejlődése Nyugat Európában odavezetett, hogy az erőteljesen fejlődő közúti konkurencia az érintett vasutakat a személyszállításhoz is korábban kényszerítette a technológia erőteljes megváltoztatására. A „kisebb vonatokkal gyakrabban, gazdaságosabban” alapelve az ütemes, gyakori közlekedés bevezetését, az áruszállítás csökkenése miatt „szabaddá vált” infrastruktúrán a személyszállítási piaci kínálat növelését jelentette. Szükségesnek tartjuk felhívni a figyelmet arra, hogy a személyszállítás növekedésének üteme, néhány kiemelkedően jól működő európai vasútnál nagyobb, mint az EU várható átlagos növekedése. Az átlagszámok – noha kétségtelen növekedést mutatnak – tartalmazzák a gyengébb eredményességű (esetenként a MÁV-nál is gyengébb!) EU-s vasutak számait is. Itt elsősorban a görög, finn, ír, portugál vasutakra gondolunk. Ez a „markáns” technológiaváltás meg-

követelte a járműpark módosítását, a kis egységek üzembeállítását, a mozdonyok helyett a motorkocsis üzem széleskörű bevezetését.

Az 1. ábrán bemutatott diagram jól mutatja, hogy a MÁV elmaradottsága a villamos vontatásban (kék) a legnagyobb, a dízelvontatású motorkocsis személyszállításban a legjobbak közé tartozik.

A személyszállítási szolgáltatások egyéb területeken történő javítása mellett a nyugat-európai vasutak személyszállítási sikereit elsősorban a járműpark módosítása alapozta meg. A hazai személyszállító vasúti járműpark részletett tulajdonságai, életkoruk, műszaki elavultságuk feltétlenül szükségessé teszik a járművek cseréjét, részben rekonstrukcióját. A magyar vasút csak akkor számíthat a társadalom szempontjából hosszú távon szükséges, „környezetkímélő”, költségtakarékos személyszállítási tevékenységének piaci sikerére, ha a járműcsere, illetve átalakítási program tervezése és megvalósítása során figyelembe veszi a fejlettebb vasutak tapasztalatait.

A 2000-ben kidolgozott MÁV vasútfejlesztési program lehetővé teszi a teljes közlekedési munkamegosztásban a vasút hazai előnyének megtartását az Európai Unió átlaghoz képest.



1. ábra: a diagram a dízel és villamos motorkocsi vontatás részaránya a személyszállításból, UIC statisztika 2000-ben. (forrás: MÁV FKI)

1.2. A vasúti technika fejlődésének hatásai

Magyarországon harminc-negyven évvel ezelőtt, a korábbi nagy hagyományú vasúti járműipart licenz vásárlásokkal és folyamatos nagy volumenű megrendelésekkel sikerült átlagos európai színvonalon tartani. A MÁV jelenlegi vontatójárműveinek és személykocsi állományának nagy részét ebben az időszakban még a hazai járműipar szállította. Az elmúlt évtizedek jelentősen megváltoztatták az európai vasúti járműipar szerkezetét. Erőteljes tökekoncentráció volt megfigyelhető. A vasúti járműtechnika és különösen elektronika látványosan fejlődött. A korszerű technikai elemek beépültek az új járművekbe, a vasútüzem és a vasúti szolgáltatások új, magasabb minőségét eredményezve. Ezek jelentős része a MÁV és a GYSEV járműparkjából 2000-ben hiányzott, ilyenek, mint:

- a visszatápláló fékezés energia- és élettartamköltség csökkentő hatása.
- korszerű dízelmotorok alkalmazásával környezetkímélő és energiatakarékosabb vasút kialakítása
- sebességnövelés a vasúti hálózaton, annak járműbeszerzést, járműpótlást kiváltó következményei
- tárcsafékek elterjedt alkalmazása
- zárt, nyomásálló járműszerkezetek követelményei a motorvonatoknál, személykocsiknál különösen a nemzetközi forgalomban, alagutakon áthaladás miatt
- mágneses sínfékes járművekkel az utasvédelem, ütközésbiztonság javítása.

A vonatgyakorosság növelésének hatása a járműkonstrukciókra:

- kis szerelvény-alapegységek és azok többszörözésének lehetőségei
- a helyi személyszállításban szinte kizárólagos az 1-4 egységből álló motorvonatok üzembeállítása a villamos és dízel vontatásnál egyaránt
- a regionális forgalomban rohamosan terjed a könnyű építésű, modul rendszerű, 2-8 tengelyig terjedő változatokban kialakítható villamos és dízel kivitelben egyaránt előállítható motorkocsi üzem. E járműti-

pusoknál kiterjedve alkalmazzák a városi közlekedésnél kifejlesztett könnyű járműszerkezeti technológiát. A zárt, regionális jellegű vasúti hálózatok lehetővé teszik a hagyományos nagyvasúti üzemeltetési technológia egyszerűsítését, a szigorú hatósági előírások könnyítését. Ennek következménye a könnyített járműszerkezet, amely azonban élettartam csökkenéshez is vezet

- a távolsági forgalomban is terjed a vezérlőkocsi, ingavonati rendszer, a fejpályaudvarokon elérhető fordulási idők minimalizálása érdekében.
- a regionális és a távolsági forgalomban egyaránt bevezetésre ke-

rülő gyakori, ütemes jellegű közlekedés – egy bizonyos határig – a szükséges jármű darabszám csökkentéséhez (vagy legalábbis szinten-maradásához), ugyanakkor a napi vonatfutási teljesítmény, jelentős méretű növekedéséhez vezet.

Egyre nagyobb az érdeklődés a modulokból felépítendő „járműcsaládok” iránt.

A kevesebb típus,

- kevesebb tárolandó tartalék alkatrész,
- csökkenthető veszteségidők,
- összességében olcsóbb üzemeltetés miatt.

Vonal-szám	Vonalak és vonalszakaszok (a kezdőponttól az első rendelkező szakaszig)	Új kettős vágány	Forduló állomások	Gyakoriság (perc)	Dolgozó szerelvény (db)
1	Bp. Déli pu - Bicske Bicske - Tatabánya Tatabánya - Komárom		Bicske Tatabánya Komárom	30 60 60	6
2	Bp. Nyugati pu - Pilisvörösvár Pilisvörösvár - Esztergom	X	Pilisvörösvár Piliscsaba Esztergom	20 40 40	9
30a	Bp. Kelenföld - Tárnok Tárnok - Martonvásár	X	Kelenföld Martonvásár	40 40	13
30b	Bp. Déli - Érd felső - Szfvár		Székesfehérvár	40	
40a	Bp. Déli - Érd felső Érd felső - Pusztaszabolcs		 Pusztaszabolcs	20 40	
70	Bp. Nyugati - Vác Vác - Szob		Vác Nagymaros Szob	20 40	12
71	Bp. Ny. pu - Veresegyház Veresegyház - Vác	X	Veresegyház Vác	20 40	8
80a	Bp. Józsefv. - Kőbánya felső Bp. Keleti pu - Gödöllő Gödöllő - Hatvan	X	Gödöllő Hatvan	20 40	8
100a	Bp. Ny. pu - Monor Monor - Albertirsa Albertirsa - Cegléd		Monor Albertirsa Cegléd	20 20-40 40	12
100R	Bp. Ny. pu - Ferihegy 2	X	Ferihegy 2	20	3
120a	Bp. Józsefv. - Kőbánya felső Bp. Keleti pu - Süllyás Süllyás - Nagykáta Nagykáta - Szolnok	X	Süllyás Nagykáta Szolnok	20 20-40 40	16
142	Bp. Ny. pu Kőbánya kisp. - Gyál („B” vált) Gyál - Lajosmizse	1	Ócsa, Dabas Lajosmizse	20 40	10
150	Bp. Józsefv. Bp. Keleti pu - Taksony Taksony - Kunszentmiklós - Tass	X	Kiskunlacháza Kunszentmikl.	40 40	4
Összesen:					101
2000 / 2001. évi menetrend alapján a szerelvény szükséglet:					110

2. ábra: Budapest elővárosi személyszállítás szerelvény szükséglete (forrás: MÁV FKI).

A „karbantartásszegény” konstrukciók előnybe részesítése.

- A technológiai váltások felgyorsulása miatt a meglévő, sok esetben műszakilag még elfogadható állapotú járművek egyes elemei, alkatrészek, részegységek erkölcsi és fizikai elavultsága miatt szorulnak korszerűsítésre, vagy kerülnek idő előtt selejtezésre.

A fejlesztés eredménye: az előző felsorolás szerint tervezett és megépített személyszállító járművek – motorvonatok – élettartamköltsége kisebb lesz, mint a hagyományos mozdonyos személyszállító vasúté. Ezt az eredményt a MÁV és a GYSEV villamos motorvonat beszerzésekkel is alátámaszthatjuk.

A 2. ábra diagramjában a budapesti elővárosi közlekedés járműszükségletét mutatjuk be, ahogyan a 2001-ben elkészült személyszállító járműkonceptióban közzétettük.

1.3. A dízel és villamos vontatás aránya

A dízel és villamos vontatás arányának jelenlegi helyzete, folyamatos változása az elmúlt két évtizedben.

A várható tendenciák és az azokat kiváltó tényezők:

- A vasutaknál alkalmazott sebességek emelése a villamos vontatás arányának további növekedését eredményezi. 160 km/h feletti sebességeknél gazdaságosan gyakorlatilag csak a villamos vontatás képzelhető el. Az EU törzshálózati vonalaknál a kétvágányú kialakítás és a nagy vontatási teljesítmény igény miatt a villamos vontatás célszerű követelmény.
- A villamos üzem ugyanakkor a kisebb sebességeknél is terjed, mivel a forgalom nagyságától függő mértékben olcsóbb a villamos üzem a dízelnél. Átlagos fővonalis forgalomnagyságnál a villamosítás, mint beruházás a gyakorlatban igen kedvezőnek mondható megtérülési idővel tervezhető. A kisebb energia költség mellett fontos előny, hogy a villamos vontatójárművek karbantartása is olcsóbb a dízeleknél.

- Tekintettel a várható igen hosszú élettartamra (a vasúti infrastruktúránál 50-100 év a tervezett és a ténylegesen is megvalósuló érték) nagy jelentőségű a villamos vontatásnál az alternatív energiahordozók választásának lehetősége.
- Az egyes vasúthálózatokon kialakuló egységes villamos vontatási rendszer eredményesebb járműgazdálkodást – összességében azonos feladathoz kevesebb jármű alkalmazását – eredményezi, az egységes járműfordulók kialakításával. Tovább növeli a hatékony járműgazdálkodást a vontatási rendszerhatárokon szükséges vontató-járműcserék idejének elmaradása (ez a hazai gyakorlatban személyszállító vonatoknál 12-20 perc, tehervonatoknál akár 1-2 óra lehet).
- A villamos vontatójárművek kisebb karbantartási időszükséglete a vontatási telepeken és javítóbázisokon javítási álláshely megtakarítást is lehetővé tesz, illetve a bázisok földrajzilag ritkább telepítése válik szükségessé.
- Alapvető szempont a villamos vontatásnak a dízelnél sokkal kedvezőbb környezeti hatása, amely korunkban igen fontos követelmény és a zaj-, a kipufogógáz – és a talaj olajszenyezés káros hatásainak elkerülését eredményezi, illetve nagyságrenddel csökkenti.

Mindezek alapján, a MÁV hálózatán 2000-ben a meglévő villamosított hálózaton túl, további 600-800 km villamosítása volt gazdaságos, amely évente, 2001-ben elvégzett számítások szerint legkevesebb **2 milliárd forint/év**, vontatási üzemköltség megtakarítást eredményezett volna. [1]

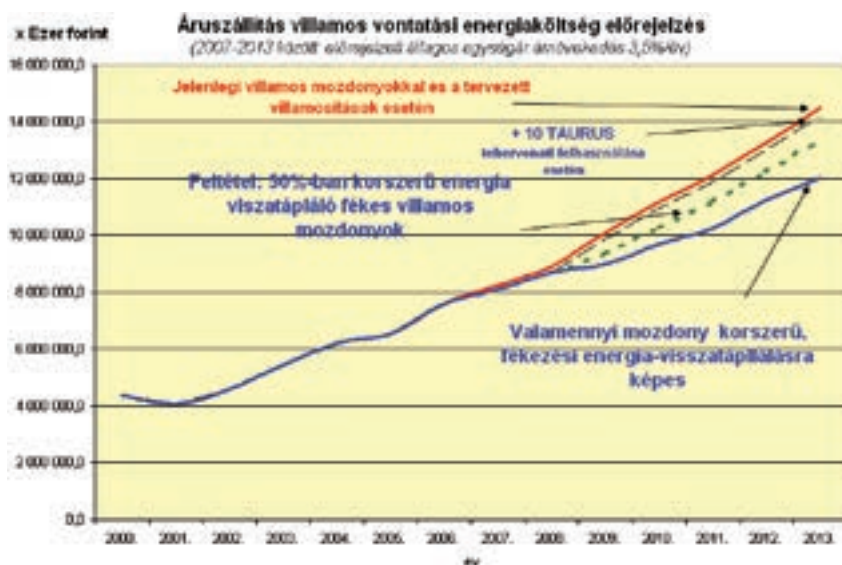
Tekintettel arra, hogy a GYSEV 2000. év után átvett több nyugat-dunántúli vasútvonalat, és azokat már több mint 90%-ban villamosította, ezért ma már nem szükséges a MÁV hálózatából 600 km-t villamosítani. A magyar vasúthálózat villamosított hálózatrésze tehát elsősorban a GYSEV-nek köszönhetően jelentősen bővült. Jó hír, hogy a MÁV is folytatja a vasút villamosítást, lásd pl., Budapest – Eszter-

gom, Mezőzombor – Sátoraljaújhely, Püspökladány – Biharkeresztes, Zalaszentiván – Nagykanizsa.

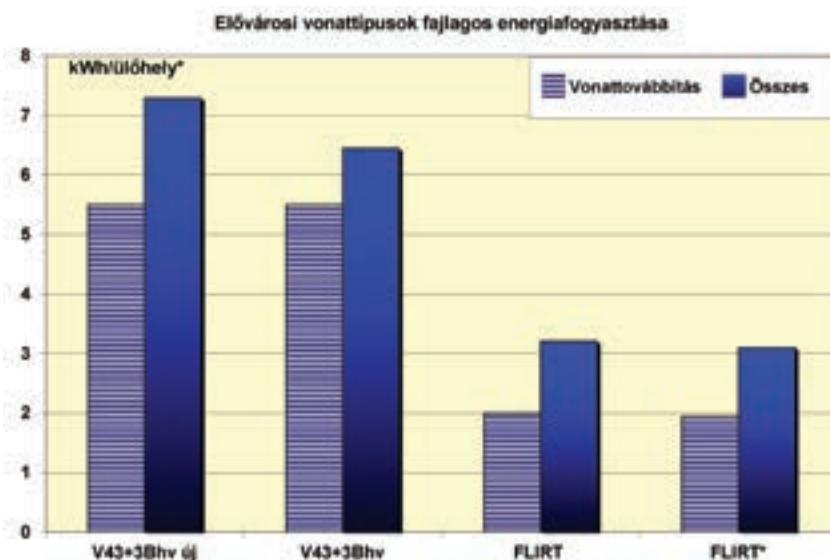
A 2. ábra diagramjában ábrázolt 101 dolgozó személyvonati járműszerelvénynél napjainkban többre van szükség Budapest elővárosi forgalmában, mert a 2002-2015 között üzembeállított 123 villamos és 31 dízel motorvonat ülőhely kapacitása egyrészt kisebb, mint a diagramban feltételezett 300 ülőhelyes motorvonatoké. [2]

Továbbá az új villamos motorvonatok felhasználását a MÁV START Zrt. kiterjesztette távolsági forgalomra, így pl., a dél-balatoni vonalra, vagy Veszprémbe gyorsvonatként közlekedtetve, továbbá észak-Magyarország és az alföld számos városáig meghosszabbítva, szakított az eredeti felhasználási célokkal, a szigorúan elővárosi jellegű felhasználással. Véleményem szerint ez helytelen döntés, mert a motorvonati tenderkiírásokban elővárosi célra alkalmasságot – legfeljebb 1 órás utazási komfortot követeltünk meg a gyártóktól – a 2-3 órás menetidő miatt az elővárosi komfortú járművekkel a több órás utazásra már nem lesz megfelelő a szolgáltatás komfortja, ami az utasok elégedetlenségéhez vezet. Ilyen komfortcsökkentő tényezők. pl., egyetlen WC vonatonként, kemény ülések, 1650 mm-es ülésosztás, vagy a kényelmetlen fejtámla miatti utazási komfortromlás, ez végül is árt a szolgáltatónak és a jármű gyártójának megítélésén is. Hasonló okból nem kedvelt személykocsi típus a németektől vásárolt 11 fős 300 használt kocsi, amelyek 3-4 órás utazásra történő felhasználása, a kényelmetlen be- és kiszállás, nem klímatisztított, rosszul szellőztethető utastér miatt sok utas panasz forrása.

A villamosítás és azon belül a korszerű energia visszatáplálására képes mozdonyok elterjedésének költség-előnye az áruszállításban is kimutatható. A 3. ábra diagramjában a hazai áruszállításban a korszerű, energia visszatáplálására képes mozdonyok különböző mértékű alkalmazásával elért / elérhető vontatási energiaköltség



3. ábra, diagram: Áruszállítás villamos vontatási energiaköltség előrejelzése Magyarországon (Forrás, szerző)



4. ábra: Elővárosi vontattípusok fajlagos energiafogyasztása (Forrás, szerző)

csökkentését mutatjuk be. A 2007-ben elvégzett számítások szerint különböző mértékű vontatójármű korszerűsítéseket, és 3,5%-os éves villamos áramdíj növekedést feltételezve jelentős vontatási energiaköltség csökkenést lehetett realizálni. Lásd 3. ábra diagramját. A 3. ábra energiaköltség adatai változatlan áruszállítást feltételezve igazak.

A MÁV 2006-ban eladta az áruszállítási üzletágát, ezért a 3. ábra diagramjában a korszerű energia visszatáplálásra képes vontatójárművekkel elért, elérhető vontatási

energia költség megtakarítás napjainkban az áruszállítási operátoroknál mutatható ki.

A 4. ábra diagramja azt a kedvező változást mutatja, amelyet a korszerű energia visszatápláló villamos energia visszatápláló fékes FLIRT motorvonatokkal lehetett elérni a magyar vasúthálózaton az ezredfordulón üzemeltetett V43 sorozatú mozdonyból és Bhv kocsikból álló vonatokhoz képest. A Bhv új vontattípus fogyasztása a légtisztító miatt nagyobb. A vontatási energiafogyasztás azonos vonatforgalom és menetsebesség esetén a kor-

szzerű légkondicionált utasterű motorvonattal történő vonattovábbításához szükséges energiafogyasztás alig harmada, az összes energiafogyasztás tekintve pedig mintegy fele egy V43-as mozdonyos Bhv kocsis vonatnak.

Az áruszállításra bemutatott példa a személyszállításra is érvényes, ott az alkalmazott vonattípustól, korszerűségétől függően sokkal jelentősebb vontatási energiaköltség megtakarítás is kimutatható. a korszerű energia visszatáplálásra képes villamos vontatójárművek vontatási célú energiafogyasztás csökkenésében elért eredményét kisebb nagyobb mértékben csökkenti a klímaváltozás miatt a személyszállítás minden szegmensében szükségszerű utasterű klimatizáció, a szerelvény felhasználás jellege és a vonatsebesség jelentős növelése. Ezért van nagy jelentősége az alkalmazott vonattípus célszerű megválasztásának, a kérdés tehát motorvonat, vagy mozdonyvontatású ingavonatos közlekedést fejlesszük.

2. Motorvonat, vagy mozdonyvontatású ingavonatos

Az utasterűvel rendelkező vontatójármű (motorkocsi) önállóan, személykocsikat vontatva, vagy zárt motorvonat részeként egyaránt használatos az elővárosi, a regionális és a távolsági forgalomban.

A nagyvasúti villamos motorvonat az elővárosi személyszállításban a motorvonatok létezése óta a legalkalmasabb járműtípusa, és a személyszállítás minden területén a világban mintegy 80 éve általánosan használatos. A MÁV viszonylag későn, 1990-ben állította menetrendszerű forgalomba első villamos motorvonatait a BDvmot sorozatú magyar gyártmányú villamos motorvonatokat.

A távolsági, de különösképpen a regionális forgalomban a dízelüzemű motorkocsik és motorvonatok még inkább elterjedtek. A MÁV például az 1920-as évektől használja előbb a benzines, majd 1925-től a dízelmotoros erőforrású motorkocsikat.

A motorkocsik, motorvonatok beszerzését megelőzően, majd az üzembeállítás tapasztalatait összesítő számos utóvizsgálat, tanulmány készült el. A vasútgépész szakma előtt ismeretese a motorvonatoknak a vezérlőköcsis-mozdonyos vontatással szemben megfogalmazható előnyei, amelyek, röviden a következők:

2.1 A motorvonat forgalomtechnikai előnyei

Kiválóan alkalmas a kis egységgel sűrűbben közlekedő menetrendi struktúrára megvalósítására.

A vonategységek egyesítése – megosztása egyszerű, és gyors, így jól lehet igazodni az utasforgalom ingadozásához.

Az egyszerű vonategyesítés, megosztás révén egy centrumból több irányba, útközben megosztott vonatok idővesztés nélkül közlekedtetethetők.

Az összeállított állandóan együtt közlekedő funkcionálisan kipróbált szerelvény nagyobb műszaki megbízhatóságú a mozdonyvontatású, zömében esetlegesen létrejövő vonatszerelvényekkel szemben.

2.2 A motorvonat gazdasági előnyei

- Az ülőhelyre vetített fajlagos tömege kedvező.
- A vonat tömegének jelentős része hajtott kerékpárokra nyugszik, így a dinamikus gyorsítási lehetőség mellett a felvett energia 10-40%-a a hálózatba visszatáplálható. (Üzemi viszonyoktól függően). Ennek azért van nagy jelentősége, mert a számítások szerint a villamos motorvonatok élettartam költségének 30-40%-a az energiaköltség!
- Ülőhelyre vetített beszerzési költsége kedvezőbb a mozdonyvontatású szerelvényeknél.
- A magyar vasúthálózat (különösen a MÁV) pályaviszonyainak ismeretében nem lehet túlértékelni a villamos motorvonatok azon műszaki sajátosságát, hogy kisebb (18-19 tonna/tengely) tengelyterhelésük és jobb futóművük révén ún. pályabarát, pályakímélő járművek, ame-

lyekre adott határfeltételek között nagyobb sebesség engedélyezhető, mint a nagyobb 21-22 tonna/tengely tengelyterhelésű mozdonyokra. A pálya-igénybevétel, a motorvonat kisebb tengelyterhelése a hajtásrendszer és a gépi berendezések motorvonaton belüli megosztásával tovább csökkenthető. (16-18 tonna/tengely)

2.3. A motorvonat környezeti előnyei

Mint azt már bizonyítottuk, azonos ülőhelyszámú személyszállító vonatok közül mindig a motorvonat a kisebb tömegű. Ha egy vonat tömege kisebb, akkor annak a káros anyagkibocsátása is. A tiszta „zöld vasút” kedvező hatása legnagyobb mértékben a gyakran megálló elővárosi villamos vonatoknál mutatható ki. Bővebben ezzel a kérdéssel a 3. pontban foglalkozunk.

2.4. A motorvonatok vélt, alább megcáfolt hátrányai

A motorvonatok hátrányos tulajdonságainál néhány érvet szokás említeni, ezek azonban rendkívül viszonylagosak és többnyire szubjektívek:

- A motorvonatok szétszedés nélküli vizsgálatához vonathosszúságú épületek szükségesek. Kétségtelen, hogy a hagyományos vontatási telepi épületek nem alkalmasak a motorvonatokhoz, de a természetes fejlődés ezek avulásához, és új bázisok építéséhez vezet mindenképpen. (A kocsiszolgálatnál a szerelvények együtt gondozása fontos követelmény, lásd az üzemi pályaudvarokat). A magyar vasúthálózaton a motorvonati infrastruktúra megépült, lásd Szombathely, Pusztaszabolcs, és Istvántelek. A jövő jelentéktelen mértékű hosszú-csarnok építést igényel. (pl. Szolnokon)
- A motorvonatok szükség esetén egy-két kocsival nem erősíthetők meg. Megjegyzendő, hogy a mozdonyvontatású ingavonati szerelvények sem, a motorvonatok viszont egyszerűen megduplázhatók. A motorvonatok vonatfordítás, egye-

sítés vagy osztás esetén a kapcsolási művelet utáni vonatindításig a szükséges technológiai idő 2-3 perc, ami legalább 10-15 perccel rövidebb, mint mozdonyos vontatás esetén.

A motorvonatoknak (dízel- és villamos) a mozdonyvontatású szerelvényekkel szembeni gazdaságossági előnyei számításosokkal alátámasztottak. [3]

3. Környezeti hatások vizsgálata

A svájci INFRAS és a német IWW kutatóintézetek 2000-ben közös tanulmányt jelentettek meg „A közlekedés külső költségei – baleseti, környezeti és torlódási költségek Nyugat-Európában” címmel. A munka az 1995-ben megjelent hasonló témájú kötet frissített és kibővített változata. A kutatást a Nemzetközi Vasútegylet (UIC) pénzügyi támogatásával végezték, az eredmények megbízhatóságát azonban maguk a neves kutatóintézetek szavatolják. Ezt támasztja alá, hogy az Európai Unió 2001-ben elfogadott új közlekedéspolitikája, valamint az Európai Környezetvédelmi Ügynökség is elismeri a tanulmányban közölt adatok helyességét. Az UIC szerint egyébként a tanulmány nem vette teljes mértékben figyelembe az összes külső költséget, és így a várhatóan kedvezőbb eredményt mutatott ki a közút javára. Ez időben Dr Tánczos Lászlóné a BMGE professzora vezetésével hasonló vizsgálatokat végeztek hazánkban is, melyek során hasonló eredményekre jutottak. [4]

Közlekedési módok szerint a legnagyobb károkat a közúti közlekedés okozza, mégpedig az 530 milliárd euró 92%-át. Rangsorban ezt követi a légi közlekedés 6%-kal. A vasúti közlekedés mindössze 2%-ban, a vízi közlekedés 0,5%-ban járul hozzá a teljes külső költségekhez.

A költségek kétharmada származik személyszállításból és egyharmada teherszállításból.

A személyszállításon belül a személygépkocsi-közlekedés átlagköl-

sége 87 euró/1000 utaskilométer, míg a vasúté 20 euró/1000 utkm, ami alig 23%-a a közúti személyszállítás külső költségének.

Összehasonlításképpen Magyarországon az üzemanyagadókból származó költségvetési bevétel: 42 euró/1000 utaskm értékű volt 2000-ben.

A nehéz tehergépjárművek által okozott átlagos külső költség 72 euró/1000 tonnakilométer, ami 3,8-szor magasabb, mint a vasúti teherszállításé. (Megjegyzés a dízelvontatás növeli a vasúti költségeket.)

Az ezredfordulón Magyarországon a gázolajadókból származó költségvetési bevétel: 2 euró/1000 tonnadm értékű volt.

Fontos szempont a közlekedés- és környezetvédelmi politikák európai és nemzeti szintű integrációja, azonosulás az únós célokkal. Így pl., a nemzeti vasutak irányítóinak fel kell ismerni, hogy szükséges a vasúti infrastruktúrát is fejleszteni, környezetbaráttá tenni, azért, hogy a vasút mentén élők ne ellenezzék a vasutat, lássák be, hogy az ő életminőségük javul akkor, ha a vasút fejlődik.

Nyilvánvaló ugyanis, hogy a dízelüzem által kibocsátott káros anyagok, illetve a teljes vasúti közlekedés által okozott zaj magas szintje, (pl. az indokolatlan éjszakai dízelvontatás fenntartása) akadályozhatja a vasúti szolgáltatások fejlesztését, mert folyamatosan kiváltja a vasút környezetében élők ellenállását. Különösen a zaj ösztönzi arra a meglévő vagy tervezett vasútvonalak környezetében élőket, hogy ellenezzék a forgalom és a sebesség növekedését. A közforrásokból történő finanszírozás (és az ellátásért felelős intézmények költségvetése) szempontjából nem csak a növekvő energiaárak jelentenek kockázatot, hanem a vasútvonalak mentén megvalósítandó zajcsökkentő intézkedések is. A környezeti zaj értékeléséről szóló (2002/49/EK) irányelv alapján a kormányoknak kötelező a zaj csökkentésére vonatkozó terveket kidolgozniuk és ezeket végrehajtaniuk, sőt, még arra is ösztönözhetik az utak és vasutak környezetében élő embereket,

hogy jogi úton kényszerítsenek ki véldöntéskédeket A káros-anyagokkal szennyezett környezetben élő lakosok tiltakozhatnak, enyhítő intézkedéseket követelhetnek. Hasonlóképpen a levegő minőségéről szóló (2008/50/EK) irányelv következtében az egyes tagországokban a kormányoknak intézkedéseket kell tenniük a káros-anyag-kibocsátás elkerülésére, ami érintheti a vasutak dízelüzemét.

3.1. Az unióban vállalt környezetvédelmi célok, és feladatok

Az uniós cél a közlekedés káros anyag kibocsátásának erőteljes mérséklése a következők szerint.

Az Európai Bizottság 2011. évi, „Útiterv az egységes európai közlekedési térség megvalósításához – Úton egy versenyképes és erőforrás hatékony közlekedési rendszer felé” című Fehér Könyvében 2050-re a közlekedési szektor által okozott üvegházhatású gázok (beleértve a szén-dioxid) kibocsátásának az 1990. évi szinthez képest 60%-kal történő csökkentését írta elő.

Tény, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátása 1900 és 2008 között tovább növekedett, emiatt a 2050-re előirányzott cél a 2008. évihez képest már legalább 70%-os csökkentéssel valósítható meg.

Az Európai Bizottság új célként fogalmazta meg az üvegházhatású gázok (2008. évihez képest) 20%-kal való csökkentését 2030-ra vonatkozóan.

Az uniós bizottság a Fehér Könyvben megállapítja: „A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a közlekedésnek kevesebb és tisztább energiát kell felhasználnia, jobban kell gazdálkodnia a korszerű infrastruktúrával, valamint csökkentenie kell a környezetre (...) gyakorolt káros hatását.”

Az uniós célok teljesítése érdekében ugyan akkor kétséges az ismert műszaki megoldásokkal a dízelvontatású üzem káros anyag kibocsátásának olyan mértékű csökkentése, hogy az uniós célokat maradéktalanul teljesítse a vasút. (A kettős erőforrású mozdony

és motorkocsipark elterjesztése igen költséges és hosszú évekig tartó fejlesztési, beruházási folyamat, amelynek csupán hazai költségvetésből nem látszanak a pénzügyi forrásai.)

Belátható, hogy a hibrid hajtás kétségtelenül előnyös a káros anyag kibocsátás csökkentésére ezzel együtt mégsem teljesíthetők a magyar vasúton a kívánt környezetvédelmi célok. Az elvárt káros-anyag csökkentésre, az előzőekben leírt követelmény célok maradéktalan teljesítésére csak akkor leszünk képesek, ha a villamos vontatású vasút előnyeire fokozott mértékben támaszkodunk.

A közúti közlekedés is felismerte az energiatakarékos konstrukciók gyakorlati fontosságát és mindent megtesz, hogy javítsa a közúti járművek energiahatékonyágát, csökkentse az üzemanyag fogyasztást és ezzel a káros-anyag kibocsátást is. Lásd pl., a gépkocsi motoroknál üresjáratban lezáró fojtószelep, a start-stop funkció, vagy a hibrid technológia terjedése, az ún., kers-technológia elterjedése. A közúti erőfeszítések ellenére nyilvánvaló és a jelenlegi ismereteink szerint nem lehet olyan mértékben eredményes, és gazdaságos, mint a villamos vontatású vasúton megvalósuló hasonló fejlesztések.

A fentiek a következő tényekkel, fizikai ismeretekkel támaszthatók alá:

A vasúti közlekedés szabályozott, forgalomirányított üzemű, a közúti jellemzően az egyéni közlekedésé annak valamennyi sajátosságával, egyéni igényeivel működik.

A menetreddel szabályozott villamos vontatású vasútüzem menetszakaszai a következők: gyorsítás, kifuttatás, fékezés. Az állomáson tartózkodó, álló villamos vontatójármű energia igénye minimális, (világítás, vezérlés, légsűrítő, akkumulátortöltő stb.). Ezek nem igényelnek sok energiát, a villamos berendezések jó hatásfokúak. (Rossz hatásfokú nagy teljesítményű állandóan üzemelő, üresjáratban is sokat fogyasztó dízelmotor nem üzemel).

A villamos vontatójármű gyorsításkor vesz fel a hálózatból villamos

Vasútvonal	Vonatsebesség, járműtípus	Mindenütt megálló vonat kWh	Fajlagos fogyasztás kWh/vonatkm	Megjegyzés
Bp. – Vác – Szob	100 / V43+4 kocsi	175,0	16,6	40 éves mozdonyos vontatás
Bp. – Vác – Szob	120 / 6 kocsis v.mot	298,0	7,4	Új motorvonat

1. táblázat: Menetdinamikai szimulációval számított vonattovábbítási energiaigény [5]

energiát, amelynek egy jelentős részét fékezéskor visszajuttatja a hálózatba. A köztes állapotban, az üzemi idő jelentős részében a vonat vontatási célú energia felvétel nélkül gurul. A gurulás (kifutás) során, tehát a korszerű villamos vontatójármű, nem vagy csak minimális energiát fogyaszt. Jellemzően gyorsításkor történik energia felvétel, kifuttatás energiamentesen halad, a fékezés pedig energia visszatáplálással valósul meg. A korszerű villamos vontatású vasút energiahatékonyága ezért sokkal jobb, káros anyag kibocsátása pedig kedvezőbb minden más közlekedési módnál. (A méregdrágán kapható villanyautók a gumikerék-aszfalt kapcsolat miatt szükségszerűen nagyobb veszteséggel képesek a fékezési mozgási energiát visszanyerni és akkumulátorban eltárolni.)

A vasúti vontatás üzemi sajátosságából következik, hogy egy villamos vontatójármű üzemi idejének csak néhány százalékában, a felgyorsításkor kell vontatási célra villamos energiát felvennie, majd a közútánál közel egy nagyságrenddel kisebb gördülési ellenállása következtében hosszan kifut, fékezéskor pedig a gyorsításkor felvett lendületi energia igen jelentős részét lassítása közben visszatáplálja a villamos felsővezetékbe. (A magyar vasúton a MÁV FLIRT motorvonata képes egyedül villamos fékezéssel, súrlódó fék használata nélkül elvárt féklással történő üzemi fékezéssel megállásra.) A MÁV 1. generációs BDvmot és Talent motorvonatok kisebb villamos fékfejlesztése miatt nem képesek megállásig tisztán villamos fékezéssel történő megállásra.

A súrlódásmentes tisztán villamos fékezéssel történő vonatlásítás vesztesége nagyságrendekkel kisebb, mint a levegős fékezésé, tehát a fékezés

megkezdése előtt a vonat lendületi energiájának igen jelentős, kb. 90%-a visszanyerhető.

Az 1. táblázat azt szemlélteti, hogy a MÁV legnagyobb sorozatú 1963-1978 között gyártott V43-as mozdonya 4 kocsival mekkora villamos energia felhasználással közlekedik a Budapest – Vác vasútvonalon. A korszerű vasúti vontatási energetikai tartalékokat jól szemlélteti ez a táblázat. A 2004-es műegyetemi számítással a napjainkban megvalósuló jövőt ábrázoltuk, az azonos menetidővel közlekedő ugyanazon a vonalszakaszon egy korszerű villamos motorvonat fogyasztásának bemutatásával.

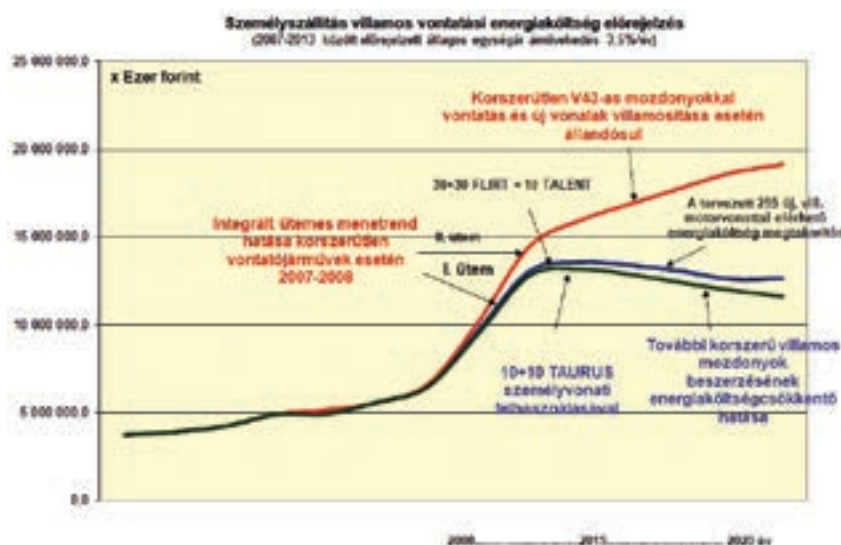
A vasúti üzem sajátossága a szabad vágány utas üzem, fékezésre havária helyzetben, baleset megelőzés esetitől eltekintve csak állomási megálláskor van szükség. A vonat lassítása tervezhető, hosszú kifutással lassítható a vonat. A közúti közlekedésben ilyen helyzet inkább elméleti, és energiatakarékos vezetés forgalommentes utakon lehetséges.

Az első táblázat adatai felhasználásával bemutatjuk, a magyar vasút személyszállításában meglévő vonat-továbbítási energiaköltség tartalékokat. Az akkori energiaár benchmark megismételhető a mai tényleges számokkal, energiaárakkal. A számítás részletezése nélkül is látható, mint azt az 5. diagram ábrázolja, hogy az energiaköltség olló kinyílt.

A vasút tényleges veszteségei, magasabb energiaköltsége a diagramban jelzettnél nagyobb volt 2012-ig, mert a szükségesnél kevesebb összesen 70 korszerű energia visszatáplálás villamos motorvonat üzemelt a magyar vasúton. A MÁV-nál 1990-1994 között üzembeállított Ganz Hunslet motorvonatok is képesek energia visszatáplálásra. Sajnálatos tény, hogy ezek felújítás elmaradt, ezért a dolgozó hányaduk folyamatosan csökken és napjainkban nem éri el tízet. Az elmúlt években viszont fokozatosan javult az energia fajlagos azáltal, hogy a korszerű energia visszatáplálás villamos motorvonatok száma hazánkban (MÁV és GYSEV együtt) 2017-ben 143-ra nőtt.

4. Mit támogat az unió?

Ha az unió által támogatott vasútfejlesztéseket megvizsgáljuk, láthatjuk,



5. ábra: A korszerűtlen és a korszerű vasúti személyszállítás energiaköltsége (forrás szerző)

hogy 2007-2013 között elsősorban a kétvágányú 25kV-os villamosítás európai korridorok, vasúti folyosók komplex fejlesztését támogatta. Ennek hasznélvezője volt hazánk is. Az uniós támogatásoknak köszönhetően újulhatott meg és fejlődhetett pl., a MÁV hálózatán a Budapest – Hegyeshalom, a Budapest – Székesfehérvár vasútvonal és kezdődhetett meg a Budapest – Békéscsaba – Lökösháza vonal fejlesztése. A GYSEV-nél többek között Székely Csaba hatékony lobbis tevékenységének köszönhetően az uniós hozzájárult a Sopron – Szombathely – Szentgotthárd közötti határon átnyúló vasúti kapcsolatok fejlesztésének egyszerűsített, az egyvágányú vonalak kétvágányosítása nélkül történő kivitelezéséhez.

A 2014 -2021 időszakban bővültek a támogatási célok. A korridorfejlesztések szigorú, 160km/h sebességre és kétvágányosítására vonatkozó feltételein lazítottak és nagy forgalmú közösségi elővárosi célú illetve határon átnyúló vasúti kapcsolatok és forgalom fejlesztésére is eredményesen lehetett támogatást elnyerni. Így kezdődhetett el pl., a MÁV-nál a Budapest – Esztergom vasútvonal fejlesztése. A GYSEV új vonalai közül a Rajka – Csorna – Szombathely – Zalaszentiván vasútvonalaknak továbbra is egy vágányon történő teljes modernizációja valósulhatott meg.

Amit uniós támogatással a magyar normálynomtávú vasúti hálózat fejlesztésére fordítottunk, illetve fordít-

tunk azon vonalak közös jellemzője az, hogy a fejlesztés eredményeképpen valamennyi villamos vontatású lett. A villamos vontatásra átállás követelményéből nem enged az uniós! A miértre a 3. fejezetben már utaltunk. amennyiben a dízel vontatást sikerül visszaszorítani, úgy a vasút gazdaságossága javul és tovább zöldül, és a külső költségei is csökkennek.

Ismert tény a magyar vasúthálózat leromlott állapota, ebből következik, hogy minden az uniótól megszerezhető forrást a nagyobb forgalmú fővonalaink felújítására, az egyvágányú fővonalak részleges kétvágányosítására fordítunk a jövőben. A KÖZOP-ból fejlesztett vasútvonalak közös jellemzője volt és lesz ezzel együtt a villamos vontatás megújítása és fejlesztése is.

Kérdezhetjük, miért a villamos vontatást támogatja az uniós?

A válasz röviden, mivel a villamos vontatás olcsóbb a dízelnél, és a környezetvédelem elvárásait is egyszerűbb, olcsóbb teljesíteni, továbbá igen fontos környezet tisztasági szempont, hogy a vasútvonal mentén élők életminősége a villamos vontatásra áttérést követően javul. (Megjegyzés: az elcsendesedő, korszerű villamos vontatású vasútüzem sajnálatos mellékhatásaként a vonatgázolások számának – remélhetjük, hogy csak átmeneti növekedését tapasztalhattuk meg.)

Ha a vasútforgalom elér egy ún., villamosítási küszöbértéket, akkor a pálya tulajdonosa – ha erre moti-

vált – célszerűen villamosítja a vasútvonalat.

A villamosított vonalon a megrendelő állam által előírtan a megrendelt személyszállítási közszolgáltatás teljesítéséhez elvárt műszaki tartalmat rendelhet. (pl., előírhatja a vonalon közlekedő járművek kWh/utasfő/km mutatóhoz rögzített energia fogyasztásának legnagyobb megrendelő által megfizetett értékét.) Ennek megvalósulása elősegíti a korszerű vasúti személyszállítás versenyképességének javítását és annak használatára ösztönzést és megszünteti az energiapazarló szállítási módok támogatását. [5]

Ha egy vonalon villamos vontatású üzem lesz, akkor elmarad a dízelek korom és más a dízelmotorok kipufogógázai által okozott káros anyagkibocsátás. A csendesebb üzemű korszerű villamos vontatás különösen az éjszakai órákban tovább javítja a lakosság életminőségét.

A dízelvontatás legnagyobb előnye, ha teletankolták a mozdonyt, akkor biztosítható az üzemeltetés, a működési vágányhoz kötött függetlensége. A dízel vontatójármű üzemanyagtartálya révén a mozdony akciósugara sok száz km lehet, ez a körülmény az üzemanyag vételezési pontok között szabad mozgást biztosít a járműnek. A villamos vontatás valamivel kiszolgáltatottabb lehet, a felsővezeték esetleges üzemzavara esetén, viharban a felsővezetékre dőlő fa okozta energiahiány miatt a villamos vontatás üzemzavar érzékenysége nagyobb



6.ábra: Vectron villamos-dízel kettős erőforrású mozdony (fotó: Szécsey István)



7.ábra: A Vectron dízelegység vezérlője (fotó Szécsey István)

lehet a dízelnél. A feltételes fogalmazás arra utal, hogy ha a dízelvontatásnál elhanyagolják a dízelmozdonyok karbantartását, a fellépő üzemzavar, vasúti nyelven szólva „fekve maradás” gyakorisága nő, ez esetben elvesz a dízelvontatás független erőforrása miatti előny. A forráshiányos magyar vasúton, elsősorban a MÁV-nál előforduló dízelmozdony hibák miatt ezek sajnálatos tények. Létezik számos műszaki megoldás, amellyel a villamos vontatás üzemzavara csökkenthető.

Ismert, hogy a vonali villamos vontatójárműveknek két áramszedője van. Az áramszedők megkettőzése, tehát a redundáns kialakítás, (redundáns jelentése párhuzamos, egymást helyettesítő elemek) beépítése által fokozni lehet az üzemeltetés biztonságát. Ezért ma már korszerű vontatójármű tervezésnél alapvető, hogy a jármű fontosabb egységei is a redundancia köve-

telményeinek megfelelően legyenek kialakítva. Ismerünk 4 dízelmotoros mozdonyt is.

A villamos vontatás baleset (havária) esetén előforduló üzemzavarait tovább csökkentendő a jövőben célszerű ún., kettős erőforrású villamos vontatójárműveket is beszerezni, tehát olyan villamos vontatójárműveket, amelyek dízelmotorral is felszereltek, ezáltal a feszültségmentes vonalszakaszokon képesek önállóan áthaladni. A 6. ábra egy Siemens gyártmányú kettős erőforrású Vectron mozdonyt ábrázol a próbapályán.)

A 6. ábrán látható mozdony dízel vezérlőegységét a 7. ábra szemlélteti.

A vonalvillamosítás következményeképpen felszabaduló dízel mozdonyokat üzemképesen tartva a villamosított hálózat állomásain szétosztva, üzemképesen tárolva, havária esetén azonnal üzembe állíthatók és az

áramhiány miatt állva maradt vonatok továbbközlekedését ily módon biztosítani lehet.

A 8..11. ábra azokat a magyar dízel mozdonyosorozatokat mutatja, amelyekkel az operátorok még évtizedekig képesek a villamosított hálózaton a tartalékszolgálatot ellátni.

A 12. ábrán bemutatott V46-os villamos mozdonyok korszerűsítés után dízelmotorral felszerelve alkalmassá tehetők és több évtizedre betölthetik a villamos energiaellátási zavar esetén a vasútüzemet. A MÁV Trakció Zrt. 2010-ben tanulmányt készített a BME vasútgépjárművek tanszékével, amely tanulmány kimutatta, hogy a V46-os villamos mozdonyok kiválóan alkalmasak kettős erőforrásúvá fejlesztésre.

Kérdezhetjük, mi legyen akkor, amikor mégsem gazdaságos villamosítani?



8. ábra: Az M42 001 az utolsó MÁV-nak szállított Ganz Hunslet dízelmozdony, jelenleg GYSEV tulajdonban van (a szerző felvétele)



9. ábra: Az M62 sorozat elnyűhetetlen, a korszerűsített példányok kiválóan alkalmasak havária esetén történő felhasználásra is (a szerző felvétele)



10. ábra: Az M41-eseknek motorcserével több évtizedre meghosszabbítható lesz az élettartamuk (a szerző felvétele)



11. ábra: Az M47 sorozat 2008-2010 között felújított járművei sok éven át elláthatják a tolatószolgálatot és havária esetén is felhasználhatók (a szerző felvétele)

Az 13. ábra diagramja szerint amennyiben egy jellemzően személyszállító vasútvonal forgalma nem éri el 1-1,5 millió eleygtonna km/év vontatási teljesítményt, azaz 1,5 millió etkm/év értéket, a villamosítás megtérülése a vizsgált vonalon igen lassú, sőt évi 1 millió eleygtonnakm vontatási teljesítmény alatt az üzembe helyezett új jármű életében a villamosítási beruházás nem térül meg. Ha a jármű élettartama alatt a villamos vontatás nem térül meg, akkor nem gazdaságos villamosítani. (Megjegyzés: ettől még lehet olyan indok, ami miatt mégis villamosítják a vonalat.) [6]

A 14. ábra diagramja azt ábrázolja, hogy több évtizedre visszatekintve a villamos energia árának növekedési

üteme sokkal mérsékeltebb volt, mint a gázolaj áráé. Ez a tény a villamosítás küszöbértékét az 1millió eleygtonna/év felé közelítette. A tervezett Paks bővítés és a megújuló villamos energiatermelés remélt hazai térhódítása együtt azt a reményt táplálják, hogy a növekvő villamos energia igény a gázolajárnál lényegesen kedvezőbb árszinten a következő évtizedekben is rendelkezésre áll a vasúton.

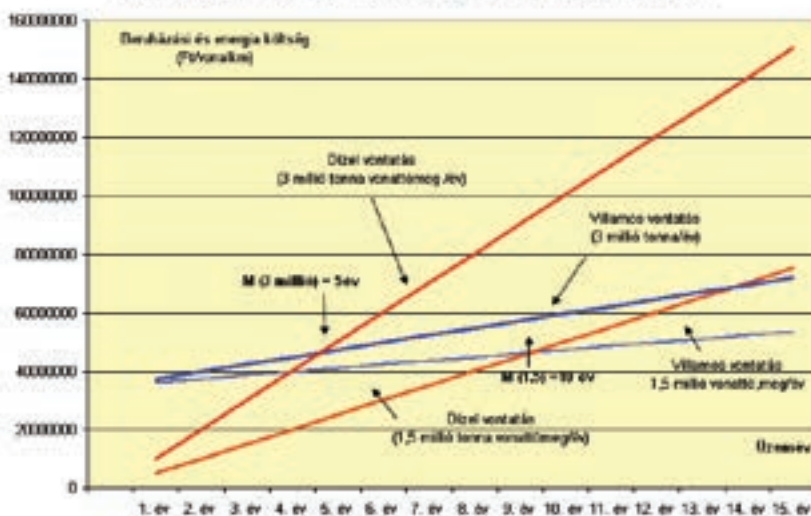
A jövőbeni kedvező villamos energia ár esetét feltételezve sem remélhető, a kisforgalmú, és életképes személyszállító vonalak villamosítása.

A kisforgalmú – személyszállítási – vasútvonalakra ezért a jövőben is **dízel-** vagy más önálló erőforrású motorkocsikat és/vagy **ún. kettős erőforrású, hibrid motorkocsikat** kell beszerezni és közlekedtetni. [7]



12. ábra: A V46 sorozatú villamos mozdony alkalmas modernizálásra és kettős erőforrásúra átalakításra (a szerző felvétele)

Személyvonat forgalmú vasútvonal villamosítás megtérülése a forgalom nagyságától függően
(Áracsúszó dízel és villamos vontatású jármű használati és karbantartási költség feltevéseivel)



13. ábra: Személyszállító vasútvonal villamosítás megtérülése a forgalom nagyságától függően (forrás, szerző)

5. Összehasonlítás, tények, a közúti és a vasút közlekedés energetikájáról

A gyenge forgalmú vasútvonalak fejlesztési lehetőségeit vizsgálva, mint az korábban megállapítottuk nem várható látványos javulás.

A 15. ábra diagramon a MÁV jellemző mellékvonali dízel motorkocsit hasonlítottuk össze a gumikerekes autóbusszal.

A 15. ábra diagram adatai meggyőzően bizonyítják az acélkerék-sín közel nagyságrenddel kisebb gördülési ellenállás miatt a vasúti közlekedés energetikai és környezeti előnyeit.

Nem felejtve el, hogy a korszerű villamos vontatású vasút az ismert legalkalmasabb gépi hajtású közlekedési eszköz, amely takarékos energiafelhasználású és ebből adódóan alacsony káros anyag kibocsátású. az is tény, hogy ahol dízelvontatás lehetséges a vasút előnyei a közúttal szemben – kisebb mértékben ugyan – de kimutathatóak.

A környezetbarát vasútban rejlő, hazánkban még ki nem aknázott energia megtakarítási és káros anyagcsökkentési potenciál ma is jelentős.

Vegyük sorra, a magyar közforgalmú vasutak személyszállító járműparkjának folyamatban lévő korszerűsítése befejezése után kimutatható előnyöket.

- A MÁV és a GYSEV tisztán villamos motorvonatos üzemre átállítása több mint, **6000 tonna** vasúti járműtömeg csökkenést eredményez, változatlan ülőhely kapacitás mellett. A beszerzésre tervezett könnyű villamos motorvonatok fajlagos energiafogyasztása alig harmada, negyede a nehéz mozdonyos vontatású vonatoknak. Kiszámítható mekkora előnyökkel jár ez évente, azáltal, hogy az energia árak a mindenkori inflációt meghaladó mértékben drágulnak, drágultak.
- A vasút villamosítás folytatása, ezért a káros anyag kibocsátás csökkentésére törekvő országok, nemzeti vasutak érdeke kell, hogy legyen,

mert különben a 2020-ig, 2050-ig teljesítendő vállalások és a vasút által vállalt uniós káros anyagcsökkentési cél nem lesz teljesíthető.

- A villamos energia –nem, vagy igen bonyolult és költséges módon tárolható, ez látszólag hátrány, valójában előny, mert a menetrend szerint közlekedő vasúton az energiafogyasztás előre ütemezhető, tervezhető, a villamos energiaigény kiszámíthatósága viszont előny és az energiatermelők által tarifában is támogatott.
- A menetrend alapján történő közlekedés miatt a vasútüzem energiaszükséglete napokra, hónapokra évre, előre tervezhető. Következésképpen a vasút energiaigénye alaperőművekkel kiszolgálható. Egyes vasutak ezt a gazdaságos energiatermelést további múltból örökölt saját villamos energiatermeléssel biztosítják be. (Svájc, Ausztria Svédország vízi erőműveket használ mások, mint pl., a DB saját szélerőmű parkokat létesít stb..)
- A kötött rendben, menetrendszerűen közlekedő vasút esetén az energiatermelés előre tervezhető, tehát alaperőművekből gazdaságosan biztosítható a vasút számára., és ezért zöld energiaforrásból biztosítható, még kedvezőbb díjú is lehet. Ez javítja a vasút versenyképességét.
- A vasúti közlekedés ismert előnyei pl. a közút aszfalt-kerék súrlódásának kb., tizede a vasúti kerék-sín közötti súrlódásnak, az ún. sín-kerékkapcsolati tényező 0,015- 0,02, nyilvánvaló ezért az alacsony fajlagos vontatási energiaigény, továbbá a korszerű villamos vontatásban rejlő, az energiahatékonyság terén a vasút eredményei kiemelkedőek. (lásd 6. diagramot)

A XXI. században mindazonáltal a magyar vasút még nem aknáztta ki teljesen az energiahatékonyság növelése és a környezeti hatások csökkentése tekintetében az üzemében rejlő megtakarítási lehetőségeket.

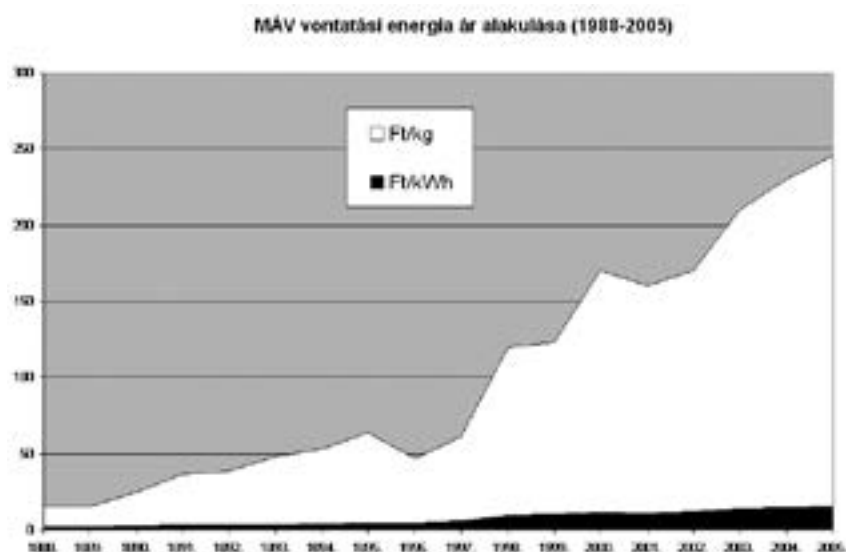
Még a 99%-ban villamosított Svájci vasúton található olyan hatékony-ságjavító feladat, amellyel a vasút gázolajfüggősége tovább csökken. (Erre példaképpen a következő számban bemutatjuk a svájci Ee923 mozdonyt) Igen jelentős tartalék van az energia optimális vonatvábbításban, amely előny szintén kihasználásra vár. Fontos feladat a menetrend készítés megreformálása, az energiahatékonyságot javító kifinomult módszerekkel történő menetrendtervezés, a menetrend betarthatóságának tesztelése, stb. [5]

Írásom címe a villamos és/vagy dízelvontatás, úgy gondolom, a vagy az eddigiek ismeretében talán nem indokol bővebb magyarázatot. A következőkben az és a megengedő, a két vontatási nem egymásra utaltságának eseteit vizsgáljuk meg.

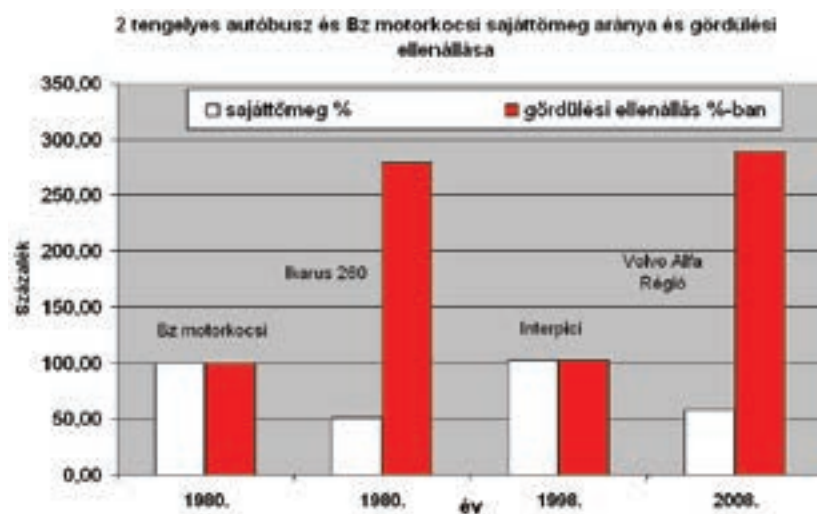
Kérdezhetjük, miért és kinek jó, ha egy nyilvánvalóan drágább kettős erőforrású vontató járművek üzemeltetése?

Erre a következő számban válaszolunk.

Folytatjuk



14. ábra: A MAV vontatási energia ár alakulása (forrás, szerző)



15. ábra: Két tengelyes autóbusz és Bz motorkocsi saját tömeg aránya és gördülési ellenállása (forrás, szerző)