

Hibrid motorvonatok alkalmazási lehetőségei a MÁV hálózaton

Urbán István
Közlekedésmérnök, Bsc
5. évfolyam
Széchenyi István Egyetem

Konzulens:
Szabó Lajos, egyetemi adjunktus

TARTALOMJEGYZÉK

1 A DÍZEL ÉS VILLAMOS VONTATÁS

- 1.1 A hazai dízel vontatás történeti áttekintése
- 1.2A dízel vontatás előnyei és hátrányai
- 1.3 A hazai villamos vontatás történeti áttekintése
- 1.4 A villamos vontatás előnyei és hátrányai

2. MOZDONY, VAGY MOTORVONAT

- 2.1 Fajlagos költségek, energiafelhasználás
- 2.2 Tolatási mozgások, irányváltás
- 2.3 A motorvonatok kialakítása általánosan

3. A HIBRID MOTORVONAT KIALAKÍTÁSA, MŰSZAKI PARAMÉTEREI

- 3.1 A hibrid motorvonat általános felépítése
- 3.2 Erőátvitel és hajtásrendszer
- 3.3 Forgóváz és fékszerkezet
- 3.4 Járműszekrény és utaskényelmi berendezések

4. KÖTÖTTPÁLYÁS HIBRID JÁRMŰVEK NAPJAINKBAN

5. A HIBRID MOTORVONATOK LEHETSÉGES ALKALMAZÁSI TERÜLETEI A MÁV HÁLÓZATÁN

- 5.1 Budapest- Szentcsanak-Hódmezővásárhely
- 5.2 (Cegléd-) Kecskemét-Kiskunfélegyháza-Kiskunhalas-Baja-Dombóvár-(Nagykanizsa)
- 5.3 Győr-Komárom- Székesfehérvár-Pécs

1. A DÍZEL ÉS VILLAMOS VONTATÁS

A vasúti üzemben háromféle vontatási nemet különböztetünk meg:

- Gőz
- Dízel
- Villamos

Ezek közül napjainkban a dízel és villamos vontatás a meghatározó, a gőzvontatás csak az elmaradott országokban és a nosztalgiaforgalomban található meg.

1.1 A hazai dízel vontatás történeti áttekintése

A MÁV 1926-ban a Ganz gyártól két- és háromtengelyes, benzinmotoros motorkocsikat rendelt a mellékvonalakon közlekedő gőzmozdonyok kiváltására. Az új Ganz motorkocsiknak egy teljesen új bázist (eredeti nevén: motorgarázst) építettek Szentesen, ami az országban egyedülállóan kizárólag e motorkocsik és a hozzá tartozó mellékkocsik kiszolgáltatását és karbantartását végezte. 1934-től áttértek az üzemvitel szempontjából kedvezőbb, gazdaságosabb Jendrassik-dízelmotorokra, amik hosszú évtizedekig meghatározóak voltak. A két- és háromtengelyes motorkocsikkal szerzett kedvező tapasztalatok alapján a MÁV megkezdte a fővonalai dízel-motorkocsik beszerzését. 1934-ben megjelent az Árpád motorkocsicsalád, 1944-től a négyrészes Hargita motorvonatok és 1956-tól a Hargita motorvonatokkal szoros rokonságban álló öttengelyes vontató¹ motorkocsik.



1. ábra M44 sorozatú dízel-villamos mozdony, Fotó: Urbán István

1954-ben az eddigi dízel-

mechanikus erőátvitel mellett megjelent egy MÁV-nál új erőátviteli rendszer: a dízel-villamos. Az eredetileg tolatószologálatra épült M44 sorozatú dízel-villamos mozdonyokba (1. ábra) beépített dízelmotor egyenáramú fődinamót hajt, amely a két forgóvázban elhelyezett négy vontatómotor számára fejleszt villamos energiát. Az

¹ Vontató motorkocsi: Hagyományos vasúti személykocsik vontatására alkalmas motorkocsi.

erőátvitel előnyei és kedvező karakterisztikája miatt mind hazánkban, mind külföldön elterjedt. A MÁV növekvő teljesítményigényei miatt 1963-tól nagy számban szerzett be dízel-villamos erőátvitelű mozdonyokat².

Az elavult mellékvonali járműpark kiváltására 1970 és 1975 között a MÁV 40db hatrészes (vezérlőkocsi+elsősztály+4db másodosztály+ motorkocsi) MD motorvonatot állított forgalomba.

A 424 sorozatú gőzmozdonyok leváltására 1972 és 1983 között 114db villamos vonatfűtésre alkalmas M41 sorozatú dízel-hidraulikus mozdony (2. ábra) épült 1800LE teljesítménnyel, amelyek napjainkban a mozdonyvontatású személyszállító vonatok gerincét adják.



2. ábra M41 sorozatú univerzális dízel-hidraulikus mozdony, Fotó: Urbán István

A kisebb forgalmú mellékvonalak személyszállításának korszerűsítésére 1977 és 1984 között 205db Bzmot sorozatú kéttengelyes motorkocsi és hozzá tartozó betétkocsik kerültek beszerzésre. Napjaink korszerű dízel motorkocsijai a 2002/2003-tól beszerzett orosz (6341 sorozat) és Desiro (6342 sorozat) ikermotorkocsik, amelyek teljesítik a 21. század utaskényelmi, üzemeltetési és környezetvédelmi normáit.

1.2A dízel vontatás előnyei és hátrányai

A dízelvontatás aránya a 2000-es évek elejére a korábbiakhoz képest jelentősen háttérbe szorult. A dízelvontatás minőségi jellemzőinek – üzemkésztség és megbízhatóság növelése, fajlagos fenntartási és üzemelési költségek csökkentése – javítását fontos feladatnak tekintik.

A korábbi korszerűtlen, nagy fogyasztású dízelmotorokat igyekeztek korszerűbb, kis fogyasztású erőgépekre cserélni a remotorizációs program keretében. Ezeknek a járműveknek a karbantartási és fenntartási költségei alacsonyabbak lettek. Csökkent a fajlagos gázolaj és kenőolaj fogyasztásuk.

A mozdonyvontatás mellett megjelentek a dízel-motorvonatok. Ezeknek a járműveknek a fenntartási és üzemeltetési költségei még alacsonyabbak, mint a mozdonyoké.

² 1963-70 1000LE M40 sorozat: 82db; 1963-64: 2000LE M61: 20db; 1965-75 2000LE M62:288db

A költségek csökkentése mellett azonban továbbra is megmaradt a dízelmotorok környezetszennyező hatása. A dízelmotorok elsősorban a kibocsátott káros anyagokkal szennyezik a környezetüket. Az égéstermékek közül a szénmonoxid (CO), a különböző nitrogén-oxidok (NO_x), a szénhidrogén (CH) gázok és a szilárd halmazállapotú korom hatása jelentős (1. táblázat).

1. táblázat: Károsanyag kibocsátás

Szennyezés fajtája	Fajlagos érték, g/kWh
CO-kibocsátás	4,33
NO _x -kibocsátás	9,65
CH-kibocsátás	0,99
Koromkibocsátás	2,53

Forrás: Prof. Dr. Zobory István, Vasúttechnikai kézikönyv, Bp. 2006.

A gázolaj égése folyamán kilogrammonként kb. 15m³ levegőt használ el.

A dízel-vontatójárművek a gázolaj és kenőanyagelfolyás, -elcsöpögés által is szennyezik a talajt, és bemosódás révén élővizeinket is. Az elfolyó gázolaj jelentős mennyiségű, de gyakorisága, nagysága nehezen számszerűsíthető.

A technológiai fegyelem betartásával az olajszennyezések csökkenthetők, de teljes megszüntetésüket a realitásokat ismerve nem lehet várni.

A haladó vonat zajt kelt, aminek egyik összetevője a kerék-sín kapcsolatából eredő zaj, a másik a vontatójármű által kibocsátott zaj. Napjainkban EU-s Általános Műszaki Előírások (TSI) határozzák meg a járművek által kibocsájtható zajszintet, továbbá területi besorolásba napszakonkénti bontásban állami rendeletek szabályozzák.



3. ábra ÖBB 2016 sorozatú korszerű dízel villamos mozdony, Siemens ER mozdonycsalád, Fotó: Urbán István

A dízelmozdony üzemeltetésével ez utóbbi nehezen betartható, bár a korszerű dízelmozdonyoknak (pl. Siemens EuroRunner (ER) mozdonycsalád, 3. ábra) lényegesen kisebb a zajterhelése, mint elődeiknek.

A fenti káros hatásokon túlmenően nem elhanyagolható a dízeljárművek felsővezeték alatti üzemeltetésének kérdése sem. A kipufogógázok káros anyagai a réz munkavezetésekre roncsoló hatással vannak, erősen lecsökkentve azok élettartamát.

De a dízelvontatás negatív hatásai mellett találunk jó néhány mellette szóló érvet is. Ilyen érv, hogy természetesen nem éri meg minden vonalat villamosítani, gondoljunk csak a mellékvonalakra, ahol napi néhány pár vonat közlekedik, az iparvágányokra, rakodóvágányokra. További érv a villamosítás ellen a felsővezeték és tartóoszlopainak tájképromboló hatása. Erre szolgál nagyon jó például Bordeaux városa, ahol a történelmi belvárosi szakaszokon nem engedtek felsővezetéket építeni a villamoshoz.

További előnye a villamos vontatással szemben a dízel vontatásnak, hogy sokkal rugalmasabb, felsővezeték-szakadás, áramkimaradás nem akadályozza. Rendkívül erős szélben nem kell korlátozni a sebességet a felsővezeték lengései miatt. Egy feszültségmentesítés nem okoz problémát egy dízel járműnek, hisz nem érintett, ezért nem kell kitológépet alkalmazni.

1.3 A hazai villamos vontatás történeti áttekintése

A MÁV 1931-ben megkezdte a Budapest-Győr-Hegyeshalom vasútvonal villamosítását a világon elsőként nem kísérleti jelleggel a Kandó-rendszerű 16kV 50Hz-es ipari frekvenciával, ami lehetővé tette, hogy a vasúti vonatkozás az országos hálózathoz nyerve a villamos energiát. A villamos vontatásra 1932 és 1941 között 29db V40 sorozatú (4. ábra) és 3db V60 sorozatú Kandó-rendszerű fázisváltós villamos mozdonyt épített a Ganz. A Kandó mozdonyok



4. ábra V40 sorozatú Kandó-rendszerű villamos mozdony, Fotó: Urbán István

rudazathajtásának bonyolultsága és karbantartásának költségigényessége új típusok kifejlesztésére ösztönözte a MÁV-ot és a Ganzot. A második világháború alatt készült el a kísérleti V44 Ganz-Kandó-Ratkovszky féle, majd 1950-57 között 12db V55 sorozatú fázis és periódusváltós villamos mozdony. A V55 sorozat kedvezőtlen üzemképessége miatt és a MÁV villamosmozdony igényeinek kielégítésére átmeneti megoldásként megszületett a Ward-Leonard rendszerű V41 és V42 sorozat. A Ward-Leonard rendszerrel a

főtranszformátorról táplált szinkronmotorral hajtott egyenáramú fődinamó termeli a vontatómotorok hajtásához szükséges villamos energiát.

A kezdeti, kísérleti és átmeneti konstrukciók után 1963-tól nyugati licence alapján megkezdődött a máig meghatározó V43 sorozat gyártása a Ganz-Mávagban és a Ganz Villamossági Művekben. A szilícium egyenirányítós mozdonyokból összesen 379db épült 1963 és 1982 között. A mozdonyok nagy része alkalmas a toltvonati (ingavonati) közlekedésre. A 2000-es években

megkezdődött a mozdonyok korszerűsítése (2000 sorozat a BDt 400 vezérlőkhöz, 3000 sorozat a „Halberstadti” vezérlőkhöz).

1974-től több lépcsőben került beszerzésre a MÁV sokáig legnagyobb teljesítményű V63 sorozatú hattengelyes tirisztoros vezérlésű villamos mozdonya. Az új vezérlésnek köszönhetően csökkent



5. ábra V43 sorozatú szilícium egyenirányítós univerzális villamos mozdony, Fotó: Urbán István

a mozdonyok karbantartási költsége és nőtt az üzemkésztségük, a V63 008 pályaszámtól alkalmazott Krupp forgóvázak pedig még tovább csökkentették a karbantartás idejét és költségét. A mozdonyok közül 10db kisebb módosításokkal alkalmassá lett téve a 160km/h sebességre, valamint az elmúlt években ezek közül többet is felszereltek ETCS vonatbefolyásoló berendezéssel.

Az 1980-as években a villamos vontatás a 60%-os részaránya mellett rendkívül alacsony, csupán 4%-os volt a tolatási teljesítményben. A gazdasági vizsgálatok bebizonyították, hogy a tolatásban is gazdaságosabb a villamos mozdony. Ennek érdekében 1983-ban elkészült a V46 sorozat, amelyből 1992-ig 60db épült.

A tolatószolgálat mellett az elővárosi közlekedésben is megjelentek a négyrészes BDVmot sorozatú villamos motorvonatok. A motorvonatokból 1988 és 1990 között 20db épült. A járműtípus továbbfejlesztéseképp épült 1994-ben 3db InterCity és 2db elővárosi forgalmú, szintén négyrészes motorvonat.

A magyar villamos vontatás számára mérföldkö volt a 2002-es év, hiszen ekkor érkezett meg a MÁV első kétáramrendszerű villamos mozdonya az 1047 sorozat. A Siemens

EuroSprinter mozdony-családba tartozó ES64U2 típusú mozdonyok teljesítménye 6400kW, engedélyezett sebessége 230km/h³.

Az elővárosi közlekedés korszerű-sítésére 2007-ben a MÁV 30+30db négyrésztű, egyterű, csuklós Stadler Flirt motorvonatot szerzett be, amelyek 160km/h sebességre alkalmasak és kielégítik a 21. század utasigényeit, karbantartással és üzemeltetéssel kapcsolatos elvárásait. A 60db Flirt motorvonat mellett beszerzésre került 10db hasonló kategóriájú, de kétáramnemű Bombardier Talent motorvonat, amelyek EuroRegio forgalomban közlekednek Győr és Bécs között.

A MÁV legújabb beszerzésű villamos járműve a Bombardier TRAXX mozdonycsaládba tartozik. A 25db kétáramnemű MÁV 480 sorozat 5600kW teljesítménnyel és 160km/h engedélyezett sebességgel rendelkezik.

1.4 A villamos vontatás előnyei és hátrányai

A MÁV vontatási teljesítményének legnagyobb részét a villamos vontatójárművek teszik ki.

A villamos vontatás környezeti hatásait vizsgálva lényegesebben kedvezőbb a dízel vontatásnál. A kibocsátott zajszinteket összehasonlítva a villamos vontatójármű zaja csak kis sebességnél nagyobb a vasúti kocsikénál.

A vontatáshoz szükséges villamos energiát az országos hálózatról kapja. Az erőművek pontszerűen helyezkednek el, a lakóterületektől távol, környezetszennyezésük kezelhetőbb és mind nagyobb szerepet játszik a megújuló energiaforrások alkalmazása.

A hazai dízel- és a villamos vontatási energia fajlagos összehasonlítását a 2. táblázat szemlélteti:

2. táblázat: Dízel és villamos vontatási energia fajlagos összehasonlítása

Dízelvontatás, gázolaj kg	Villamos vontatás, villamos energia kWh
1,26	3,00

Forrás: Prof. Dr. Zobory István, Vasúttechnikai kézikönyv, Bp. 2006.

A számítás a kWh energiafogyasztásra vetített fajlagos emisszióértékek alapján 41870kJ/kg olajegyenérték és 1MJ=0,277778kWh átszámítási szorzó figyelembevételével végezhető el.

³ A MÁV mozdonyai csak 160km/h sebességre vannak engedélyezve az alkalmazott vonatbefolyásoló berendezés miatt.

2. MOZDONY, VAGY MOTORVONAT

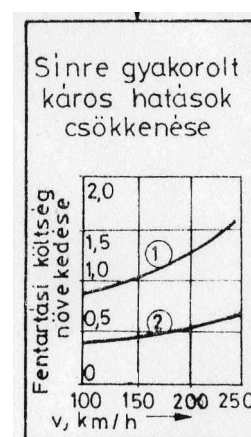
A különböző vontatási nemek mellett nem elhanyagolható a motorvonat, vagy a hagyományos mozdonyvontatás létjogosultsága sem. Előttem már többen is foglalkoztak e témakörrel. Vizsgálódásaik alapján vasutaktól függően más és más eredményre jutottak. Az egyes vizsgálódások eredményei azt bizonyítják, hogy a mozdonyvontatás a hatékonyabb, míg mások a motorvonat mellett teszik le a voksot. Néhány német tanulmány a járat hosszától teszik függővé, hogy milyen járművet alkalmazzanak.

A mozdonyvontatásnál a szerelvényben lévő kocsik száma az utasszám függvényében csökkenthető, illetve növelhető. Ez a művelet csak tolatási mozgásokkal végezhető el, amelyet a 2.2 fejezetben részletezek. A motorvonatoknál többféle vonatkonfiguráció kiképzésével az utasigénynek megfelelően lehet a vonatok hosszát változtatni (kettő, három, négy, vagy akár több részes motorvonat). A többféle konfiguráció kialakítását részben a vonategység szerkezeti kialakítása – pl. Jacobs-forgóváz – másrészt a jármű engedélyeztetésére vonatkozó előírások indokolják. A motorvonat egységek egymáshoz csatolása is igényel tolatási mozgást, de az önműködő ütköző- vonókészülékek alkalmazása már nem igényli a járműkapcsolást végző személyt.

A korszerű motorvonatok vezérlése már lehetővé teszi, hogy a vonat saját magának elvégezze a szükséges fékpróbát úgy, hogy ahhoz a mozdonyvezetőn kívül más személy nem szükséges. Ezzel, az élőkommunikáció ráfordítás csökkenthető. (Itt kívánom megjegyezni, hogy sajnos a MÁV-nál még ez nem elfogadott, továbbra is szükséges a kocsisvizsgáló jelenléte.)

A motorvonatok saját tömege a hagyományos szerelvényhez képest kisebb. Ezért a vonattovábbításhoz szükséges beépített teljesítmény is kisebb lehet, kedvezőbb energia felhasználással. Az egy ülőhelyre vetített vontatási költségek kisebbek, mint a hagyományos mozdonyvontatásnál.

A könnyűszerkezetű járművek – korszerű motorvonatok – sínre gyakorolt káros hatása is kisebb, mint a hagyományos járművéké. Ezt példázza a 6. ábra is.

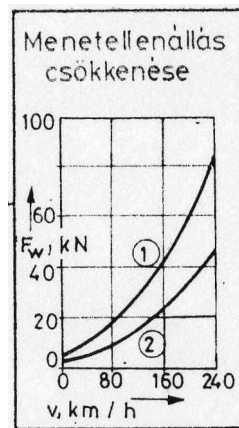


6. ábra A járművek sínre gyakorolt hatása
(1. mozdonyos vonat ~ 500t,
2. motorvonat 380t.)

Forrás: Bencsik-Lovas-Mezei, Vasúti
vontatójárművek üzemeltetési zsebkönyve,
Bp. 1984

A pályát folyamatosan érő dinamikus hatások a pálya állapotát rongálják, kopik a sín, az ágyazat állaga romlik és még sorolhatnánk tovább a pálya jármű kölcsönhatásából eredő rongálódásokat. Tehát nem mindegy, hogy milyen gyakran kell pályakarbantartást végezni, mekkora ráfordítással.

A vonattovábbítás energetikai kérdésénél a tömeg mellett igen lényeges szempont a járművek homlokfelületének kialakítása. Áramlástechnikailag kedvezőbben kialakított járműhomlok menetellenállása sokkal kedvezőbb, ezen túlmenően a járművek oldalfalainak kiképzése sem utolsó szempont. Az egységes, kevésbé tagolt oldalfal, ahol az ablakok, feljáróajtók szinte belesimulnak, egy síkot képeznek az oldalfallal szintén csökkentik a szerelvény menetellenállását. Zárt motorvonatnál sokkal egyszerűbb ennek a megvalósítása, mint a hagyományos mozdonyvontatásnál. Ez utóbbinál már a mozdony és a kocsisor között keletkezik egy adott távolság, ahol menetközben a menetszél turbulens mozgást végez, ami a haladással ellentétes hatású. A szerelvény egyes kocsijai között szintén hasonló jelenség lép fel. A nagysebességű, 200km/h sebesség feletti járműveknél az átjárók külső körvonala szinte követi kocsiszekerény körvonalát. A motorvonatnál az átjárók kiképzése már eleve így alakult ki. A menetellenállás csökkentésére mutat példát a 7. ábra.



7. ábra Menetellenállás csökkenése
 (1. mozdonyos vonat ~ 500t,
 2. motorvonat ~ 380t.)

Forrás: Bencsik-Lovas-Mezsei, Vasúti vontatójárművek üzemeltetési zsebkönyve, Bp. 1984

Kétvágányú pályán az egymás mellett, egymáshoz képest ellenkező irányban nagyobb sebességgel haladó vonatok találkozásakor a két vonat között kedvezőtlen nyomáshullámok alakulnak ki. Ezek a nyomáshullámok személyszállító vonatok esetében az utasokra érezhetően kedvezőtlenül hat, például bedugul az utas füle. Az utasokra gyakorolt kedvezőtlen hatás a járműveken is megjelenik, amit mérésekkel lehet

bizonyítani. A járművek áramlástechnikailag jó kialakításával ezek a nyomáshullámok részben kompenzálhatók.

A mai világban, amikor a kedvezőtlen gazdasági hatásokat egyre inkább mindenki érzi, és ha még a piaci helyzet sem a legrózsásabb, nem elhanyagolható az utazással eltöltött idő. Manapság a vasutak egyre inkább a légiközlekedéssel igyekeznek felvenni a versenyt. Ez, a belföldi forgalomban sikerült a Deutsche Bahn-nak a nagysebességű ICE vonatok forgalomba állításával. Hazánkat Németországgal összehasonlítva sokkal kisebbek a távolságok. Nálunk a közúttal kell a versenyt felvennie a vasútnak. Amennyiben az autópályákkal párhuzamosan a vasutat is fejlesztenék, a menetidők csökkenhetnének és piacképes versenytársa lenne.

2.1 Fajlagos költségek, energiafelhasználás

Tüzelőanyag fogyasztás alakulása dízelmozdony, illetve motorvonat esetében

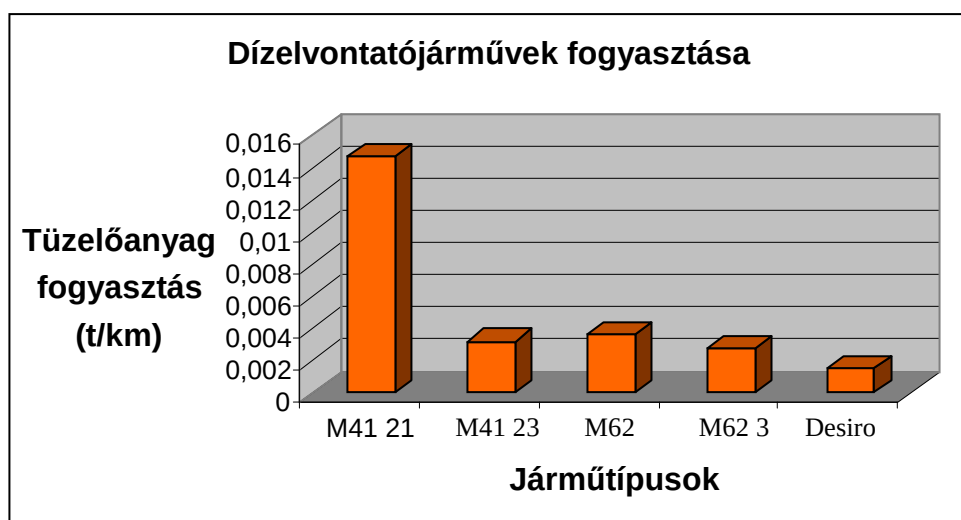
A MÁV néhány reprezentatív dízel vontatójárművének éves göngyölt tüzelőanyag felhasználását összehasonlítva az alábbi képet kapjuk (3.táblázat, illetve 8.ábra, részletes adatok az 1. mellékletben). Az összehasonlított járművek között szerepel a 35-40 éves mozdony, a néhány éve remotorizált, korszerűsített mozdony valamint a szintén néhány éve beszerzett korszerű „Desiro” motorvonat.

Összehasonlítva az egyes dízel vontatójármű típusokat, az alábbiakat kapjuk:

3.táblázat: Dízel vontatójárművek összehasonlítása

	Jármű típus	Tüzelőanyag fogyasztás (t)	Futásteljesítmény (ekm)	1 km –re jutó tüzelőanyag fogyasztás (t/km)
1	M41 21	11029	748	0,0147
2	M41 23	2974	915	0,0032
3	M62	1284	353	0,0036
4	M62 3	2090	732	0,0028
5	Desiro	690	453	0,0015

Forrás: Saját készítés I. Melléklet táblázataiból



8. ábra A dízel vontatójárművek fogyasztásának összehasonlítása, Forrás: Saját készítés

Megjegyzés:

M41 21	klasszikus M41 sorozat
M41 23	remotorizált M41 sorozat
M62	klasszikus M62 sorozat
M62 3	remotorizált M62 sorozat

A fenti adatok összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a motorvonatok tüzelőanyag felhasználása lényegesen kedvezőbb, mint a hagyományos mozdonyvontatás, legyen az akár eredeti, akár korszerűsített.

Villamosenergiafelhasználás villamosmozdonyok és –motorvonatok esetében

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki karán készített tanulmány adatainak felhasználásával az alábbi képet kapjuk (4. táblázat):

4. táblázat: Különböző villamos vontatójárművek fogyasztása

Jármű típus	Felhasznált villamos energia (kWh)
CORADIA 2	852,8
CORADIA 3	1222,2
CORADIA 4	1593,1
CORADIA 5	1963,9
Skoda 4 2MW	1363,9
FLIRT 4	813,9
FLIRT 5	914,8
FLIRT 6	1072,23
V43+5Bhv+1BDt	1962,05
V43+6Bhv+1BDt	2177,79

Forrás: Prof. Dr. Zobory István, Vasúttechnikai kézikönyv, Bp. 2006.

A táblázat adatait kiértékelve megállapíthatjuk, hogy a villamos járművek esetében is hasonló képet kapunk, mint a dízeljárműveknél. Tehát ennél a vontatási nemnél is a motorvonat javára billen a mérleg.

2.2 Tolatási mozgások, irányváltás

A személyszállító vonatok továbbítása jelenleg vagy dízel, vagy villamos vontatójárművekkel történik. A villamos mozdonnyal való vonattovábbításnak korlátot szab a felsővezeték hálózat. Amennyiben a vonat olyan célállomásra közlekedik, ahol még nem történt meg a vonal villamosítása csak részben, például elágazó állomásig van meg a felsővezeték hálózat, elkerülhetetlen a vontatójármű csere.

A mozdonycsere az időbeni veszteség mellett jelentős baleseti veszély forrása is. Ma már, amikor a fejlett nyugat-európai vasutak a belföldi személyszállítás terén a repüléssel veszik fel a versenyt, a MÁV sem engedheti meg, hogy egy mozdonycsere növelje meg az utas célba jutási idejét.

Az elágazó, vagy vontatási nem váltó állomásra való érkezést követően a vonattovábbítás innentől más vontatási nemmel történik. Így elengedhetetlen, hogy a vontatójármű lejárjon a vonatáról, tehát tolatási mozgásokat kell végrehajtani. Hogy miért többes számban fogalmazok, rögtön kiderül. Az érkező vonat mozdonyát a leakasztás után le kell járatni a vonatáról olyan helyre, ahol sem az új vontatójármű vonatra történő rájárását, sem a forgalmat nem akadályozza, amit bizonyos mértékig a biztosító berendezés is korlátoz. A két mozdony cseréje a mozgásokon kívül élő emberi munkát is igényel, ugyanis a járműkapcsolásokat el kell végezni. A kapcsolások az alábbi fázisokat takarják:

- Csavarkapocs szét- és összeakasztása,
- Levegős tömlők szét- és összekapcsolása,
- Villamos fűtési kábel szét- és összerakása,
- Távvezérlési kapcsolatok szét- és összerakása.

A jelenleg érvényes MÁV Utasítások és szabályozások (F.1 sz. Jelzési Utasítás, F.2 sz. Forgalmi Utasítás, E.12. sz. Műszaki Kocsiszolgálati Utasítás) szerint ezeket legalább két különböző szakterület dolgozóinak kell elvégezni.

A tolatási mozgások idejét tovább növeli a biztosítóberendezés működési és működtetési ideje, ami a vágányutak beállításában jelenik meg.

A mozdonycserét követően elengedhetetlen biztonsági követelmény a fékpróba megtartása. Bár ilyen esetben elégséges egy „egyszerűsített fékpróba”. De ez a technológiai folyamat is percekbe kerül.

A fenti technológiai műveletsor összességében durván 12-15 percet vesz igénybe. Ezt az időintervallumot tovább növelheti az ún. állomási technológia, valamint az állomás vágányhálózata miatti biztonsági intézkedések.

A tolatási mozgások az időveszteségen túlmenően jelentős baleseti veszély forrása. A kapcsolást végző dolgozók közvetlen életveszélynek vannak kitéve, hiszen a járművek között kell bujkálniuk. A közvetlen emberi életveszély mellett az esetleges helytelen kapcsolás is jelenthet veszélyt, ami esetleg csak a vonat mozgása közben derül ki, pl. a 2002-ben az ausztriai Wampersdorfnál bekövetkezett RoLa vonat balesete. De elég egy távvezérlési hiba is, aminek az elhárítása többlet időt igényel. További veszélyforrást jelent a tolatáshoz történő esetleges helytelen váltóállítás, figyelmetlenség, vagy az időbeni fékezés elmulasztása.

A vonatátási nem váltás mellett megemlítem az irányváltás problémáit is, ami egy hagyományos mozdonyvontatású vonatonál szintén tolatási mozgásokkal jár, kivéve ingavonatonál. Egy korszerű motorvonatonál a számítógépes vezérlés egy klikkelésre elvégzi a fékpróbát, míg a hagyományos ingavonatonál a mozdonyvezető és egy további személy szükséges, aki a kocsik mellett ellenőrzi a fékberendezés működését. Ezt az időt növeli még a két személy közötti kommunikáció, illetve észlelési és cselekvési késedelem. Látható, hogy a felsorolt tényezők mind a motorvonat előnyeit bizonyítják.

2.3 A motorvonatok kialakítása általánosan

A motorvonatok kialakításának osztályozását a hajtott egységek elhelyezése, az utasszállításra alkalmas kocsik és a forgóvázak elhelyezése alapján végeztem el. Ezen felosztás szerint a következő főbb típusokat különböztethetjük meg:

Vonófejes motorvonatok

A vonófejes motorvonatok jellemzője, hogy a szerelvény mozgatásáért és energiaellátásáért felelős berendezéseket egy egységben, az ún. *vonófejben* helyezik el. A vonófejet mozdonynak is tekinthetjük, amely utastérrel nem rendelkezik. Néhány esetben találkozhatunk poggyásztérrel a vonófejben, de ezek általában nem teljes értékűek. A vonófej teljesítménye, a motorvonat hossza, súlya és sebessége függvényében

elhelyezkedhet a szerelvény egyik, vagy mindkét végén. Abban az esetben, amikor a szerelvénynek csak az egyik végén van vonófej, a másik végén vezérlőkocsi található. Érdekes konstrukció volt a svájci RAe TEE^{II} motorvonat, amelynek a közepén helyezkedett el a hattengelyes, négyáramnemű vonófej.



9. ábra ICE 1 típusú vonófejes motorvonat,
Fotó: Urbán István

A vonófejes kialakítású motorvonatoknál a vonófejek között közlekedhetnek hagyományos (ICE1 (9. ábra), 2, ETR 500, MDmot), vagy csuklós, zárt szerelvényt képző (TGV, Talgo) személykocsik is.

Motorkocsiban elhelyezett, nem osztott hajtású motorvonat

Az utastérrel ellátott vontató egység tekinthető a klasszikus megoldásnak, ha motorvonatról van szó. A dízel, vagy villamos hajtásrendszer teljes egészében egy motorkocsiban (a járművön belül, vagy a padló alatt) van elhelyezve. Előnye a vonófejes konstrukcióval szemben az egy

ülőhelyre vetített alacsonyabb fajlagos költség. A jármű állhat egy motorkocsiból, vagy egy motorkocsi által vontatott szerelvényből. A járművek között a leggyakrabban hagyományos vonókészülék (sarokütköző és csavarkapocs⁴) található. Ehhez a típushoz tartoznak, az ún. vontató



10. ábra GySEV 5047 sorozatú vontató motorkocsi,
Fotó: Urbán István

motorkocsik (10. ábra), amelyek nem csak a saját betétkocsijaik, hanem hagyományos személy, de akár teherkocsik vontatására is alkalmasak.

Egy motorkocsiban elhelyezett hajtású motorvonatok: MÁV 2 és 3 tengelyes motorkocsik, Bzmot, BDVmot, BVmot, Skoda City Elephant.

⁴ Kisvasúti járműveknél természetesen az aktuális üzemnél alkalmazott vonókészülék.

Vontató motorkocsik: MÁV 5 tengelyes motorkocsik, ÖBB, GYSEV 5047 sorozat, RhB villamos motorkocsik.

Osztott hajtású, hagyományos kialakítású motorvonat

Az osztott hajtásrendszerű, hagyományos kialakítású motorvonatok napjaink egyik legelterjedtebb típusa. Az osztott hajtás azt jelenti, hogy az nem egy kocsiban (mozdonyban) helyezkedik el, hanem a szerelvény teljes hosszában, többnyire a padló alatt. A motorvonatot kocsik alkotják, amelyeknek mindegyike alatt két forgóváz található. (A későbbiekben látható lesz, hogy ez miért fontos.)

Ennek a motorvonat típusnak nagy előnye a vonófejesekhez képest, hogy az egy ülőhelyre vetített fajlagos költsége kevesebb, mivel nincsen, vagy legalábbis jóval kisebb a holt tér, ahol nem lehet utast elhelyezni. Hátránya a megosztott, leggyakrabban az utastér alatt,



alacsonypadlós járművek esetében a jármű belsejében elhelyezett hajtás, amely nem képez egy egységet. A motorvonat kocsijainak száma az utas szám függvényében általában nem bővíthető tetszőlegesen, csak a gyártó által meghatározott konfigurációban. A motorvonat kocsijai közötti kapcsolatot legtöbbször központi ütköző- és vonókészülék biztosítja.

Osztott hajtású, hagyományos kialakítású motorvonatok:

ICE3 (11. ábra), Stadler KISS, Alstom Pendolino, Siemens Desiro ML, Ganz Mávag Jugoszláv és Tunéziai háromrészes, villamos motorvonatai, MÁV 6341 sorozat.

Osztott hajtású, Jacobs forgóvázas kialakítású motorvonat

Napjaink kedvelt motorvonat építési típusa az osztott hajtású, Jacobs forgóvázas kialakítás. Ezeknek a járműveknek a legjellegzetesebb eleme a Jacobs forgóváz, amely azt jelenti, hogy a közbenső forgóvázakra két kocsi támaszkodik (12. ábra). Előnye, hogy kevesebb forgóváz, ezáltal kevesebb kerékpár van, vagyis a karbantartás egyszerűbb és olcsóbb. További előny, ami főként a nagysebességű járműveknél jelentkezik, hogy a kevesebb kerékpár miatt a jármű alatt kialakuló kedvezőtlen légáramlások lecsökkennek.

Hátránya, hogy a szerelvények megbontása bonyolultabb, a megbontott szerelvényhez pedig vendégforgóváz szükséges.

A hajtásrendszer tekintetében ugyan azok vonatkoznak erre a típusra is, mint az előzőre.

Osztott hajtású, Jacobs forgóvázas motorvonatok:

Stadler Flirt, Siemens Desiro, Alstom AGV, Coradia, LINT.

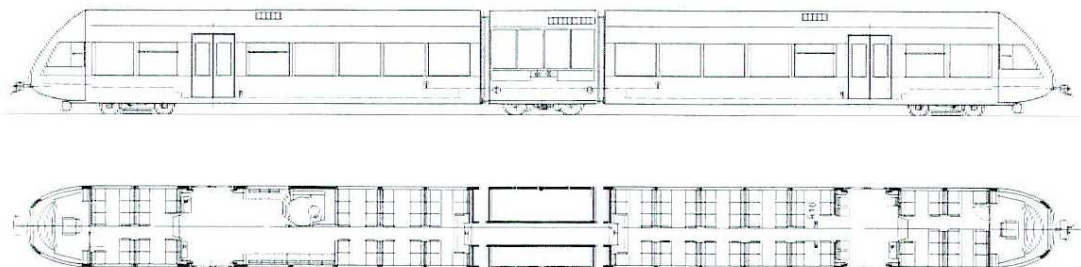


12. ábra Jacobs forgóváz Desiro motorvonat alatt, Fotó: Urbán István

Egyéb kialakítású motorvonatok

Ebben a fejezetben az előzőektől eltérő kialakítású motorvonatokat szeretném bemutatni.

A korábban leírt motorvonat típusokhoz képest egy jelentősen eltérő megoldással rendelkezik a Stadler GTW⁵ motorvonat. A dízel, vagy villamos hajtás egy kéttengelyes „kis mozdonyban” helyezkedik el a szerelvény közepén, amelyre a két kapcsolódó kocsiszekrény rátámaszkodik. (13.ábra) A szerelvény közepén lévő gépes egységen az utasok számára az átjárás biztosított.



13. ábra Stadler GTW motorvonat jellegrajza, Forrás: Stadler

⁵ GTW rövidítés jelentése: GelenkTriebWagen, azaz Csuklós Motorvonat

3. A HIBRID MOTORVONAT KIALAKÍTÁSA, MŰSZAKI PARAMÉTEREI

3.1 A hibrid motorvonat általános felépítése

Mit is jelent a hibrid motorvonat? Napjainkban nagy hangsúlyt fektetünk a környezettudatosságra, a környezetvédelemre. Ennek eredményeképp egyre környezetbarátabb belsőégésű motorok, alternatív hajtások és üzemanyagok, valamint egyre kisebb energiafogyasztású villamos gépek jelennek meg. Az alternatív hajtások között szokás említeni a hibrid hajtásokat is. A hibrid hajtás elnevezés alatt értjük a dízel és villamos erőátvitellel⁶ is rendelkező és a nem villamosított vágányokon, vasútvonalakon akkumulátorról üzemelő⁷ járműveket is. Ez utóbbi főként a tolatószolgálatban és mellékvonali forgalomban található meg a vasúton. A továbbiakban a korábban említett dízel-villamos rendszerrel foglalkozok.



14. ábra MÁV FLIRT motorvonat, Fotó: Urbán István

A dízel-villamos hibrid rendszer alapja a korábban említett régi, jól bevált dízel-villamos erőátvitel. A hibrid meghajtás esetében viszont a jármű alap erőátvitele a villamos motorvonatok rendszere, vagyis (magyar, nagyvasúti, 25kV 50Hz~) a felsővezetékéből áramszedőn át vett villamos energia egy transzformátoron folyik át és onnan kerül a mikroprocesszor által vezérelt áramirányítókra, amelyek a vontatómotorokba. A motorvonat hibrid mivoltát a beépített dízelmotor(ok) adják, amelyek a nem villamosított szakaszon a dízel-villamos erőátvitel technológiáján alapulva hajtják meg a járművet.

A témában egy távolsági forgalmú jármű ideális kialakítását veszem alapul, a műszaki paraméterek ennek megfelelőek. A jármű adatait a 5. táblázat tartalmazza.

⁶ Az említett rendszer nem azonos a vasúton már régen honos dízel-villamos erőátvitellel, ahol egy dízelmotor egy földinamón keresztül villamos energiát termel, amellyel a villamos vontatómotorok meghajtása történik. A közúti szóhasználatban ezt a megoldást is hibrid hajtásnak nevezik.

⁷ Ezen megoldás esetében a mozdony vagy áramszedővel rendelkezik és vagy a felsővezetékéből, vagy egy beépített dízelaggregátorral történik az akkumulátorok töltése (LÁEV Mk48 2021)

5. táblázat: A lehetséges jármű műszaki adatai:

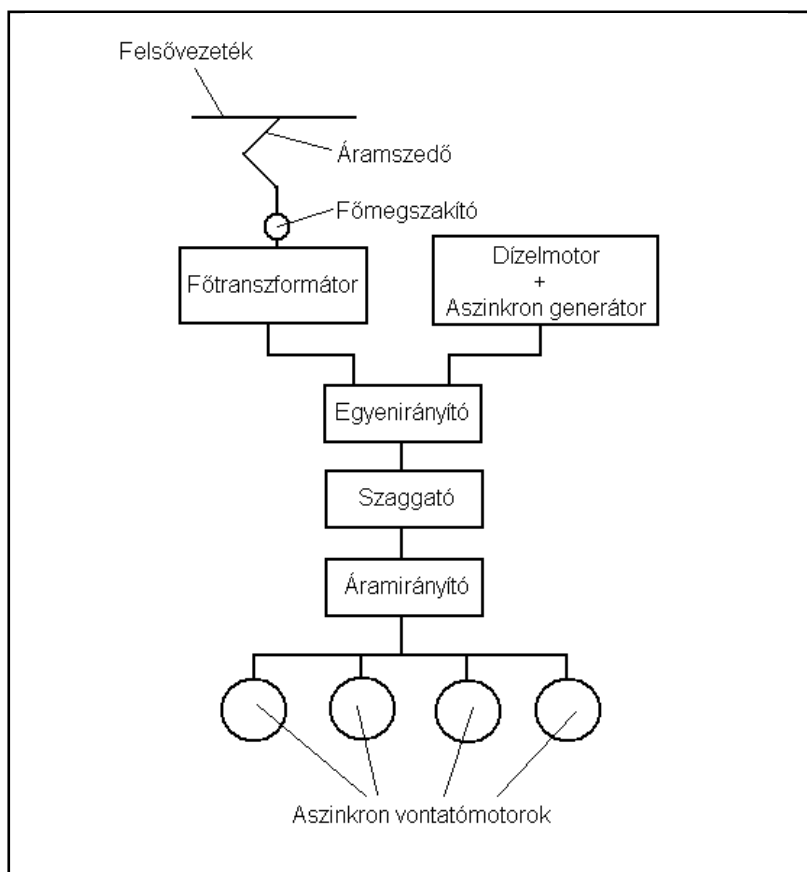
Szerkesztési szelvény:	UIC 505-1
Nyomtáv:	1435mm
Kocsik száma:	2-4
Hossz:	~ 42000-75000mm
Engedélyezett legnagyobb sebesség: (km/h)	Dízel: 120, Villamosan és hidegen vontatva: 160
Áramnem:	25kV, 50Hz
Villamos teljesítmény:	2600kW
Dízelmotorok teljesítménye:	600kW
Erőátvitel:	villamos
Kapcsolókészülék:	Scharfenberg
Fékrendszer:	KE-GPR+Mg+E D

Forrás: Saját készítés, alapul véve a hasonló kategóriájú dízel és villamos motorvonatok adatait

3.2 Erőátvitel és hajtásrendszer

A jármű egy könnyűszerkezetes, egyterű, csuklós motorvonat, amely két, vagy három részből áll. A motorvonat alapesetben villamos erőátvitelű, amelyet dízelaggregátorok egészítenek ki. Villamos erőátvitel esetén a felsővezetékbeől nyert energia az áramszedőn és főmegszakítón keresztül a főtranszformátorba jut. A főtranszformátorból kijövő csökkentett feszültség egy közbenső egyenirányítón folyik át. Az egyenirányított feszültség egy szaggatón megfelelő frekvenciára való átalakításra kerül, majd a mikroprocesszoros vezérlő elvégzi a terhelés és sebességszabályozást. Innen az áram a vontatómotorokba kerül, amelyek a kedvező karbantartás, súlymegtakarítás és jobb helykihasználás céljából aszinkron motorok, amelyek rugalmas kapcsolaton keresztül adják át forgó mozgást a hajtott kerékpárok tengelyeire.

A dízel vontatás esetén mintegy 600kW dízelmotor teljesítményre van szükség. Ezt a teljesítményt több dízelmotorra elosztva is el lehet helyezni a jármű alváza alatt. A dízelmotorokhoz kapcsolódik egy-egy aszinkron generátor, ami a vontatómotorok táplálásához szükséges villamos energiát termeli. A megtermelt energia a villamos vontatásnál leírt közbenső egyenirányító egységbe csatlakozik bele. Innentől fogva a villamos és dízel hajtásrendszer megegyezik egymással. (15. ábra)



15. ábra A hibrid motorvonat hajtásrendszerének elvi felépítése
Ábra: Urbán István

A hajtásrendszer, valamint annak vezérlése lehetővé teszi az elektrodinamikus fékezés megvalósítását, ami fékezés esetén a hálózatba villamos energiát táplál vissza. A dízel vontatás esetén a felsővezetékbe való visszatáplálás nem lehetséges, ezért a fékezéskor termelődő energia akkumulátorokba, vagy szuperkondenzátorokba kerül és később felhasználhatóvá válik.

3.3 Forgóváz és fékszerkezet

A jármű futó és hordművét a forgóváz egyesíti. A forgóvázkeret hegesztett acél szerkezet, amely nyitott H alakú, vagy pedig homloktartókkal lezárt zárt egység. A kerékpárok a primer rugókon keresztül kapcsolódnak a forgóvázkerethez. A primer rugó kialakítása lehet acél csavarrugó, vagy kúpos gumirugó. A forgóváz és kocsiszekrény közötti kapcsolat, a szekunder rugózáson keresztül valósul meg. A kor követelményeinek leginkább a légrugó felel meg, de lehet egy, vagy többlépcsős csavarrugó, illetve csavar és szendvics gumirugó kombinációja (GH 250). A kocsiszekrényről történő függőleges erőátadás a kétoldali szekunderrugókon közvetlenül (flexicoil rugó), vagy a kétoldali szekunderrugókat összekötő szerkezeten keresztül történik. A vízszintes erők átadása a kocsiszekrény főkereszttartójáról lenyúló forgócsapon keresztül történik.

A jármű fékszerkezetét tárcsás fékek valósítják meg. A hajtott forgóvázaknál a vontatómotorok elektrodinamikus fékhatást valósítanak meg.

3.4 Járműszekrény és utaskényelmi berendezések

A járműszekrény a mai elvárásoknak megfelelően készülhet teljes egészében alumíniumból, vagy acél vázszerkezet és műanyag oldalfal borítás kombinációjaként. Fontos, hogy a szekrény kielégítse az MSZ EN 12663 számú szabvány követelményeit.

A kocsiszekrény és a belső műanyag burkolat között található a zaj és hőszigetelő réteg. A hőszigetelő réteg lehet aktív, passzív és a kettő kombinációja. A kocsipadló szerkezete réteges felépítésű, járófelülete lépésszajt csökkentő, tűzálló, könnyen tisztítható, csúszásgátló.

Az elsőosztályú szakaszban ezt szőnyegpadló borítja. Az ülések oldalfalra rögzítettek, megkönnyítve a takarítást. Az ülések kialakítása kerüli az éles éleket és sarkokat, valamint a piszokgyűjtő helyeket, ezzel is csökkentve a tűzveszély forrását. Az ülőlap, hátlap és fejtám geometriai kialakításánál fontos szempont, hogy mind rövid,



16. ábra MÁV FLIRT elővárosi motorvonat belső tere,
Fotó: Urbán István

mind hosszabb távú utazásra megfelelő kényelmet biztosítson. A motorvonat a környezetvédelmi normák érdekében zárt rendszerű WC-vel rendelkezik, amelyet a mozgássérültek is tudnak használni.

A kocsik világítása indirekt, szórt fényt biztosító. A kocsik a mai követelményeknek megfelelően klímaberendezéssel felszereltek. A motorvonat villamos hálózata lehetővé teszi, hogy az elsőosztályú szakaszban minden ülésnél, a másodosztályú szakaszban minden második ülésnél számítógépes csatlakozás van. A teljes motorvonat WiFi-vel rendelkezik.

A vonaton audiovizuális utastájékoztató rendszer működik, amely külső digitális iránytáblákkal egészül ki.

A jármű önműködő lengő tolóajtókkal van felszerelve, amelyek az utolsó mozgást érzékelve 5-10 másodpercen belül visszazáródnak. Az utastéri ablakok hőszigeteltek,

kívül az oldalfallal egy síkot képeznek. Az ablakok az EN 45545 számú szabványnak megfelelően vészkijáratként használhatóak.

A motorvonat külső felületvédelme korszerű, antigraffitilakkal ellátott, ami a gépi kocsimosást is lehetővé teszi.

4. KÖTÖTTPÁLYÁS HIBRID JÁRMŰVEK NAPJAINKBAN

Napjainkban egyre szélesebb körben terjednek el a hibrid hajtású járművek, elsősorban a tolatószolgálatban, de a személyszállításban is egyre nagyobb szerepet kapnak. A fejezetben szeretnék bemutatni néhány külföldi és egy hazai példát a személyszállításban használt hibrid járművekre.

RegioTram Kassel

A kasseli RegiTram-et több különböző probléma hívta életre. Ezek között az alacsony színvonalú vidék-város kötöttpályás kapcsolatot, a két vasútállomás (Hauptbahnhof és Wilhelmshöhe) közötti kapcsolat fejlesztését és Kassel különböző közlekedési hálózatainak integrációját találjuk. Az új rendszer melletti döntést legfőképp az határozta meg, hogy a meglévő nagyvasúti nyomvonalakat is igénybe vegyék egy olyan eszközzel, ami alkalmas az interoperabilitásra. A RegioTram bevezetésével annak megalkotói egy sor jogi és technikai problémát küzdöttek le, hiszen a regionális villamosok között először alkalmaztak hibrid, azaz dízel és villamos üzemben is közlekedni tudó járműveket, továbbá összehangolták a nagyvasúti –és ICE rendszerrel-



**17. ábra RegioTram szerelvény dízel üzemmódban,
Fotó: Sipos János Attila**

A hálózaton közlekedő szerelvények két csoportba sorolhatók:

- E – E: tisztán elektromos (*Elektrohibrid*), alkalmas a villamoshálózaton alkalmazott 600V egyenáramon és a nagyvasúti (Németországban alkalmazott) 15kV 16,75Hz-es üzemre is
- E – DE: elektromos és dízel üzemmel is képes üzemelni (*Dieselhibrid*), alkalmas az előbb leírt két villamos rendszeren üzemelni, továbbá a nem villamosított szakaszon dízel üzemre

A Regional Bahn Kassel (RBK) az Alstomtól 2004-ben 18db *Elektrohibrid* és 10db *Dieselhibrid* RegioCITADIS szerelvényt vásárolt.

Tanulmányom a nagyvasúti rendszeren, főként távolsági forgalomban alkalmazott hibrid motorvonatokkal foglalkozik, de szükségesnek tartottam bemutatni ezt a rendszert is magas műszaki és interoperabilitási színvonala miatt.

SNCF AGC (B 84500 sorozat)

A francia államvasút (SNCF) a regionális forgalom fejlesztésére 2004 és 2010 között nagy számban szerzett be a Bombardiertől dízel, villamos és hibrid három- és négyrészes AGC (Autorail à Grande Capacité) motorvonatokat. A hibrid változathoz (81500 sorozat) 185 darabot állítottak forgalomba. Alkalmazási területük leginkább a nem villamosított mellékvonalak. A dízel-villamos hajtású motorvonatok 160km/h legnagyobb sebességre alkalmasak, 1500V egyenáramról, vagy a két MAN dízelmotor által meghajtott generátorral termelt villamos energiáról üzemelnek. A háromrészes motorvonatokban 133, a négyrészesekben 174 ülőhely található. A járművek másodosztályúak és teljes egészében klimatizáltak. El vannak látva zárt rendszerű kerek-székes utasok által is használható WC-vel, az alacsonypadlós kialakítás pedig megkönnyíti az utasok beszállását.

A motorvonatok állomásítási helyei:

- Bordeaux
- Dijon-Perrigny
- Limoges
- Lyon-Vaise
- Marseille-Blancarde
- Saintes
- Toulouse



**18. ábra SNCF hibrid AGC motorvonat,
Fotó: Wikipedia**

LÁEV Mk48 2021

Az Északerdő Zrt tulajdonában lévő Lillafüredi Állami Erdei Vasút (LÁEV) Európai Unió támogatásából a kisvasút 90. születésnapjára elkészítette a világ első 760mm nyomtávú hibrid üzemű dízelmozdonyát. A mozdony alapjául egy 50 éves győri gyártású keskeny-nyomtávú Mk48 típusú dízelmozdony szolgált, amelyet hazai tervezésű és kivitelezésű rendszerrel láttak el. Az új hibrid hajtásrendszer a lillafüredi kisvasút pályaadottságaihoz igazodik. Az alap mozdony beépített teljesítménye, futóműve, a Knorr rendszerű fékberendezése az átalakítással nem változott. A mozdony vontatási energia ellátására egy Cummins dízelmotorral hajtott 400V-os váltakozó feszültségű generátor szolgál. A dízelaggregátor állandó névleges villamos teljesítménye 145kW. A váltakozó áramú generátor egyenirányítón keresztül tölti a nagy tároló képességű lítium-vasfoszfát (LiFePo_4) akkumulátorokat, illetve képes az áramirányítón keresztül a 2db folyadékhűtésű állandó mágneses szinkron motor meghajtására. A villamos vontatómotorok egy iker- (egymástól független) fordulatszám csökkentő hajtóművön keresztül külön-külön hajtják a forgóvázak eredeti tengelyhajtóműveit. A mozdony vontatási célra leadható teljesítménye 130kW.



19. ábra LÁEV Mk48 2021 hibrid mozdony,
Fotó: laev.hu

A jármű három üzemmódban képes üzemelni:

- Hibrid üzemmód: A vontatómotorok a váltakozó feszültségű generátorról és az akkumulátortól együtt adják a vontatáshoz szükséges energiát,
- Akkumulátoros üzemmód: A vontatómotorok csak az akkumulátortól kapnak energiát,
- Dízel-elektromos üzemmód. A vontatómotorok csak a dízelmotortól a váltakozó feszültségű generátoron át kapják az energiát.

A járművezérlő szabályozza az erdei lejtős vonalszakaszokon villamos fékezés alkalmazhatóságával az akkumulátorok töltését, az energia-visszatáplálást. A féküzemben visszatáplálással a LÁEV vasúti pályáin kb. 20-30%-os energia megtakarítás is elérhető. A

beépített villamos berendezések karbantartásmentesek, a dízel aggregátor korszerű motorja csak minimális karbantartási műveleteket igényel.

A felsorolt példák közül a francia AGC motorvonat áll legközelebb az általam felvázolt hibrid motorvonathoz, de a másik két példa is jól mintázza a technika fejlődését és a hibrid motorvonatok, illetve mozdonyok alkalmasságát a mindennapi forgalomban. A LÁEV mozdonya pedig rávilágít, hogy ez a technológia nem csak külföldön, hanem idehaza is elérhető, illetve megvalósítható.

5. A HIBRID MOTORVONATOK LEHETSÉGES ALKALMAZÁSI TERÜLETEI A MÁV HÁLÓZATÁN

A következő fejezetekben bemutatok néhány viszonylatot, ahol gazdaságosabb, utasbarátabb és praktikusabb lenne hibrid motorvonatokat közlekedtetni.

5.1 Budapest- Szentés-Hódmezővásárhely

Budapestet Szentessel, illetve Hódmezővásárhellyel naponta egy közvetlen vonatpár köti össze. A vonat a Budapes-Nyugati pu.- Cegléd- Szolnok- Szajol- Tiszatenyő- Szentés-Hódmezővásárhely útvonalon közlekedik. A Budapest-Tiszatenyő szakasz magában foglal három vasútvonalat (100a, 100, 120), amely 120km/h-ra engedélyezett, kétvágányú villamosított fővonal. A Tiszatenyő-Szentés- Hódmezővásárhely (130 sz. vasútvonal) szakasz egyvágányú nem villamosított. A pályasebesség 80 km/h. A Budapest-Hódmezővásárhely gyors-vonaton 2011. decemberi menetrend-váltástól a 2012. április 15-ei meg-szüntetéséig budapesti honállomású Desiro motorvonatok közlekedtek (20. ábra).



**20. ábra Hódmezővásárhely-Budapest gyorsvonat
Vecsés állomáson a megszüntetés előtt néhány nappal,
Fotó: Urbán István**

Az előző menetrendi időszakokban szentesi honállomású orosz motorvonatok (6341 sorozat), illetve M41 (jelenlegi pályaszámon 418 sor.) dízelmozdonyokkal továbbított

Budapest-Nyugati honállomású felújított Bhv sorozatú kocsikkal közlekedett a vonat. A korábbi években a Budapest-Szolnok szakaszon villamos, a Szolnok-Szentes szakaszon dízel vontatással közlekedő hagyományos Bhv szerelvények is közlekedtek, a szolnoki gépcsere miatt kedvezőtlen (a jelenleginél kb. 25 perccel hosszabb) menetidővel. A jelenlegi teljes vonalon dízel vontatással való közlekedéssel ugyan lerövidült a menetidő a gépcsere idejének megspórolásával, viszont a vontatási nem tulajdonságaiból adódóan gazdaságtalanabb lett az üzemeltetés. Ezért ezen a vonaton célszerű lenne hibrid járművet üzemeltetni, amely a Budapest-Tiszatenyő szakaszt villamos, a Tiszatenyő-Hódmezővásárhely szakaszt a hibrid, dízel-villamos hajtással tenné meg. Mivel napi egy vonatpárról van szó, természetesen nem érné meg az új járműtípus kifejlesztése, illetve beszerzése, de a további alfejezetekben leírt alkalmazási területekről egy megfelelő szerelvényfordulóval beforgatható a hibrid motorvonat. Továbbá ha a Szolnok-Szentes között közlekedő személyvonatokat is hibrid motorvonatokból állítanánk ki, a Szolnok-Tiszatenyő közötti 17km-es villamosított szakaszon és a szolnoki fordulók közötti várakozás alatti előfűtés/előhűtés az eddigi dízel helyett villamos ellátása miatt megtakarítás lenne kimutatható.

5.2 (Cegléd-) Kecskemét-Kiskunfélegyháza-Kiskunhalas-Baja-Dombóvár- (Nagykanizsa)

A Kecskemét- Kiskunfélegyháza- Kiskunhalas- Baja- Dombóvár- Nagykanizsa útirányon közlekedő InterRegio (korábban „Délkör”) vonatokon a hibrid motorvonatok szinte összes előnye kimutatható lenne. A vonat útja során kétszer vált menetirányt és vontatási nemet. A jelenlegi menetrend szerint az InterRegio vonatok nem közlekednek végig Nagykanizsáig, csak Bajáig, a Cegléd-Nagykanizsa vonat pedig meg sem valósult. Az első menetrendi időszakokban hagyományos mozdonyvontatású szerelvények közlekedtek, amelyek Kiskunhalason és Dombóváron az irány- és vontatási nem váltás miatt mozdonyt cseréltek, ami jelentősen megnövelte a menetidőt és a vonat közlekedéséhez szükséges mozdonyok számát. A szerelvényeket Szeged és Dombóvár közösen állította ki. A 2009/2010-es menetrendtől megjelentek a dízelüzemű orosz motorvonatok (6341 sorozat) lecsökkentve a gépcserével és menetirányváltással járó időt, viszont megnövelve a fogyasztást és ebből fakadó üzemeltetési költségeket, valamint a környezetszennyezést, hiszen a villamosított vonalakon is dízel üzemmel közlekedik a kipufogógázokkal károsítva a felsővezetékét.

6.táblázat: Az InterRegio vonatok útvonala

Vasútvonal száma	Vasútvonal	Adott vasútvonalon érintett szakasz	Érintett szakasz hossza (km)	Vontatás neve
140	(Budapest-) Cegléd-Szeged	Cegléd-Kiskunfélegyháza	58	villamos
155	Kiskunfélegyháza-Kiskunhalas		46	villamos
154	Kiskunhalas-Bátaszék		96	dízel
50	Bátaszék-Dombóvár		60	dízel
41	Dombóvár-Gyékényes		101	villamos
30	Budapest-Székesfehérvár-Nagykanizsa-Gyékényes	Gyékényes-Nagykanizsa	29	villamos

Forrás: Saját készítés

A 6341 sorozatú motorvonatok honállomása Szentes. Az InterRegio vonatokra a Szolnok-Lakitelek vonalon jutnak el hagyományos személyvonatként, majd Kecskeméten kerül beforgatásra Dombóvár irányába. Hibrid motorvonatok alkalmazásával, a korábban felsorolt előnyei miatt gazdaságosabban lehetne közlekedtetni a vonatokat. A jelenlegi gazdaságtalan üzemeltetés mellett szeretném rávilágítani egy másik problémára is. Évekkel ezelőtt a (Budapest-) Cegléd-Szeged (140 számú) vasútvonalon Cegléd és Kecskemét között megszűntek a Személyvonatok, csak az Intercity és Gyorsvonatok közlekednek, amelyek csak Nagykőrösön állnak meg (kivétel egy vonatpár).



21. ábra InterRegio vonat irányváltás közben 2009-ben Dombóváron, Fotó: Urbán István

A hibrid motorvonatoknak egyik lehetséges karbantartóbázisa Szentes, ahol az 1920-as évektől üzemeltetnek motorvonatokat, nagy tapasztalatokkal rendelkeznek korszerű dízel motorvonatok karbantartásával is. Az új motorvonatok a napjainkban is használatos szerelvényfordulóval könnyen elérhetnék akár Kecskemétet, akár Ceglédet. Szentes-Szolnok személyvonatból Szolnok-Lakitelek-Kecskemét vonatba forog be, vagy közvetlen Szentes Cegléd személyvonat.

Mivel a hibrid motorvonatok alapvetően villamos motorvonatok és csak kiegészítő szerepet kap a dízel meghajtás ezért megfontolandó egy új karbantartó bázis kiépítése, ami elhelyezkedhet Szentesen is, de Kecskemét és Cegléd is alkalmas rá. Az új bázis kiépítésénél fontos figyelembe venni a hibrid járművek paramétereit, darabszámát és a jövőben várható többlet kapacitást. Véleményem szerint a bázis kialakításánál fontos, hogy ne csak a hibrid járművekre legyen specializálva, hanem a MÁV többi motorvonat típusát is fogadni tudja.

A bázis felszereltségének alapkövetelményei:

- A szerelvényeket megbontás nélkül lehessen javítani,
- Csoportemelő, amellyel az egész szerelvényt egyszerre lehet emelni,
- Süllyesztő berendezés a kerékcserék és egyéb padló alatti berendezések cseréjének meggyorsítására,
- Zárt, fűthető, komplex kocsimosó, amely télen is használható,
- Opcionálisan padló alatti kerékeszterga.

A hibrid motorvonatok honállomására a változat még Dombóvár, ahol mind dízel, mind villamos vontatójárművek karbantartására föl van szerelve, azonban hosszabb, egyterű motorvonatok javítására alkalmas csarnokkal nem rendelkezik.

5.3 Győr-Komárom- Székesfehérvár-Pécs

A Győr-Komárom-Székesfehérvár-Pécs egy jelentős útirány a Dunántúlon, amely öt megyét, három megyeszékhelyet és három egyetemvárost köt össze. A városok között nagy forgalmat bonyolíthatna le egy közvetlen vonat, ami jelenleg nincs. A korábbi menetrendekben szerepelt a viszonylat napi egy pár vonattal, illetve időszakos közlekedésben. A viszonylat a következő vasútvonalakat érinti:

7.táblázat: A Győr-Komárom-Székesfehérvár-Pécs vonat útvonala

Vasútvonal száma	Vasútvonal	Adott vasútvonalon érintett szakasz	Érintett szakasz hossza (km)	Vontatás neve
1	Budapest-Győr-Hegyeshalom-Rajka	Győr-Komárom	37	villamos
5	Komárom-Székesfehérvár		82	dízel
45	Székesfehérvár-Sárbogárd		39	dízel
40	Budapest-Pécs	Sárbogárd-Pécs	144	villamos

Forrás: Saját készítés

A táblázat alapján látható, hogy a Győr-Komárom és a Sárbogárd-Pécs szakaszon villamos, a Komárom-Sárbogárd szakaszon dízel vontatással közlekednek a vonatok. A Győr-Pécs közvetlen vonaton hibrid motorvonat alkalmazása jelentős energia és utazási idő megtakarítást jelentene, a vonat visszaállítása pedig kedvezően hatna a Dunántúl észak-déli összeköttetésére. A közvetlen vonat kiállítása a korábban említett InterRegio vonatok szerelvényének beforgatásával oldható meg.

Az említett vonalakon kívül a Budapest-Székesfehérvár-Tapolca és a Budapest-Győr-Celldömölk-Szombathely vonalakon is kihasználható lenne a hibrid motorvonatok előnyei, de jelen tanulmányomban ezekkel a vonalakkal nem foglalkozok.

ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozatban említett Budapest-Hódmezővásárhely gyorsvonat 2012. április 15-én a járatritkítások egyik áldozata lett. Véleményem szerint a költségcsökkentésre nem az utasellenes megszüntetés a legjobb módszer, hanem a racionalizált és utasbarát menetrend, valamint a gazdaságos, korszerű technológia alkalmazása. Látható, hogy az új dízelmotorok alacsonyabb fogyasztása, a korszerű villamos járművek fékezéskor hálózatba visszatáplálása és a könnyű és ebből kifolyólag alacsonyabb fogyasztású, a pályát kevésbé megterhelő motorvonatok alkalmazása mennyi megtakarítást eredményez a régi, „pazarló” járművekkel szemben. A *hibrid motorvonat* ezeket az előnyöket mind magában foglalja. A magyar vasúthálózat kialakítása és menetrendi struktúrája lehetővé teszi a hibrid járművek üzemeltetését. A technológia már bevált, több üzemben is alkalmazott, köztük Magyarországon elsőként 760mm nyomtávon Lillafüreden is. Bevezetése a MÁV-nál is színvonal növekedést jelentene mind üzemeltetési, mind utaskomfort oldalon.

IRODALOMJEGYZÉK

Szerk. Prof. Dr. Zobory István: Vasúttechnikai kézikönyv; Magyar Államvasutak Zrt. Budapest, 2006.

Bencsik László, Lovas József, Mezei István: Vasúti vontatójárművek üzemeltetési zsebkönyve; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.

MÁV dízel vontatójárművek éves tüzelőanyag fogyasztása; MÁV táblázat, 2008.

MÁV dízel vontatójárművek éves futásteljesítménye; MÁV táblázat, 2008.

Prof. Dr. Zobory István: Összehasonlító tanulmány a villamos mozdonyok és villamos motorvonatok energetikájáról. BMGE Budapest.

Különböző vasúti járművek LCC számítása. (LCC Rechnung für verschiedene Schienenfahrzeuge) Glasers Annale 2003. 10.

Szerk.: Mezei István, Vasúti járműalbum, MÁV Zrt. Bp. 2007

Denis Redoutey, Le matériel moteur de la SNCF, La vie du Rail, Paris 2007

Kisteleki M., Kovács K.: Mozdonyos vezérlőkocsis-, vagy motorvonat? Vasútgépészet, 2003/3.

Kisteleki M., Kovács K.: Mozdonyos vezérlőkocsis-, vagy motorvonat? (2.rész.) Vasútgépészet, 2003/4.

Kisteleki M.: Vasútfejlesztés és villamos vontatás. Gazdaságossági és energetikai megfontolások. Mérnök újság, 2007/2.

Mezei István, MÁV vontatójármű album 1868-1993, KÖZDOK, Bp. 1993

Szerk.: Dr. Czére Béla-Dr. Vaszkó Ákos, Nagyvasúti vontatójárművek Magyarországon, KÖZDOK, Bp. 1984

MELLÉKLETEK

1. táblázat: Klasszikus M41 sorozatú dízelmozdony tüzelőanyag fogyasztása

Mozdony	Tüzelőanyag fogyasztás (t)	Futásteljesítmény (ekm)	1 km –re jutó tüzelőanyag fogyasztás (t/km)
1	1133	67	0,0169
2	755	82	0,009
3	1630	98	0,0198
4	1153	113	0,0102
5	1334	93	0,0143
6	1469	98	0,0149
7	1893	92	0,0205
8	1662	106	0,156
Összesen	11029	748	0,0147

2. táblázat: Remotorizált, korszerűsített M41 sorozatú dízelmozdony tüzelőanyag fogyasztása

Mozdony	Tüzelőanyag fogyasztás (t)	Futásteljesítmény (ekm)	1 km –re jutó tüzelőanyag fogyasztás (t/km)
1	204	83	0,0024
2	570	127	0,0044
3	420	111	0,0037
4	410	142	0,0029
5	341	130	0,0026
6	341	142	0,0026
7	349	75	0,0046
8	339	105	0,0032
Összesen	2974	915	0,0032

3. táblázat: Eredeti M62 sorozatú dízelmozdony
Tüzelőanyag fogyasztása

Mozdony	Tüzelőanyag fogyasztás (t)	Futásteljesítmény (ekm)	1 km –re jutó tüzelőanyag fogyasztás (t/km)
1	147	41	0,0035
2	150	37	0,0041
3	172	48	0,0035
4	210	56	0,0037
5	148	42	0,0035
6	150	38	0,0039
7	160	48	0,0033
8	147	43	0,0034
Összesen	1284	353	0,0036

4. táblázat: Remotorizált, korszerűsített M62 sorozatú dízelmozdony
tüzelőanyag fogyasztása

Mozdony	Tüzelőanyag fogyasztás (t)	Futásteljesítmény (ekm)	1 km –re jutó tüzelőanyag fogyasztás (t/km)
1	188	66	0,0028
2	287	92	0,0032
3	210	82	0,0025
4	295	99	0,0029
5	309	108	0,0028
6	324	114	0,0028
7	173	67	0,0025
8	304	104	0,0029
Összesen	2090	732	0,0028

5. táblázat: Korszerű „Desiro” motorvonat
tüzelőanyag fogyasztása

Motorkocsi	Tüzelőanyag fogyasztás (t)	Futásteljesítmény (ekm)	1 km –re jutó tüzelőanyag fogyasztás (t/km)
1	90	65	0,0013
2	96	62	0,0015
3	86	61	0,0014
4	75	67	0,0011
5	89	69	0,0012
6	74	62	0,0011
7	93	65	0,0014
8	87	69	0,0012
Összesen	690	453	0,0015

A táblázatok forrása:

MÁV-TRAKCIÓ Zrt. V.S 9. táblázat

