



KOVÁCS KÁROLY

okl. gépészmérnök
mérnöki és elvi ügyek vezető
MÁV-TRAKCIÓ Zrt.

Gyorsítja a gazdasági válság a vasúti fejlesztést?

3. rész

Összefoglaló

A budapesti KTE Vasútgépész konferencián 2009. október elején az előadások témája a krízis vagy lehetőség volt. A felkért előadók a minisztérium, a vasúti operátorok és járműgyártó cégek vezetői, képviselői, a gazdasági recesszió és ezzel együtt a szállítási feladatok csökkenésére adott válaszokat ismertették. Az ott elhangzottakat részletesen a Vasútgépészet következő számaiban tervezzük közreadni. A téma aktualitása miatt fontosnak tartottuk, hogy egy összefoglalás adjuk a nemzetközi járműgyártók ilyen irányú törekvéseiről kiegészítve a szerző MÁV-os tapasztalataival. A Vasútgépészet kíváncsi és várja az e témában megszólalni szándékozó kollégák véleményét, vasútépítő gondolatait is.

Károly Kovács
Dipl. ingénieur
Abteilungsleiter
MÁV-TRAKCIÓ Zrt.

Akzeleriert die wirtschaftliche Krise die Eisenbahn-erzeugung?

Kurzfassung

In Budapest, am Eisenbahnmaschinenbau Konferenz in Oktober 2009 war das Hauptthema die Krise oder die Möglichkeit. Die erbatete Moderatoren haben die wirtschaftliche Rezession und damit sie die Antworten auf die Degression der Lieferungsobliegenheit verlautet. Die dort erklargene Antworten wird ins folgende Eisenbahn Maschinenwesen (Vasútgépészet) publizieren.

Károly Kovács
Leader of engineering and principle affairs
MÁV-TRAKCIO Zrt.

Is the economic recession speeding up the railway innovation?

Summary

At the beginning of October, 2009 a conference of railway engineers in Budapest led a topic on crisis or opportunity. The requested presenters were leaders of the government, railway operators and railway car manufacturer companies, who introduced their answers for the economic crisis and for the reduced orders. These topics can be read in the next edition of Vasútgépészet. We think about it's importance on international perspective. Vasútgépészet is curious and waiting for opinions and reflections on these topics.

Előzményekről

A Vasútgépészet 2009. 4. számában megindokoltuk, hogy a múltból örökölt gyengeségünket a túlsúlyos vasút problémáját már jelentősen sikerült csökkenteni. A vasút, a villamos, a metró, vagyis a kötöttpályás acélkerék-acélsín kapcsolattal közlekedés a gumikerekes közúti járművekhez képest vitathatatlanul kisebb fajlagos és összes energiafogyasztása miatt győzelemre áll.

A 2001 után a 10+5 TAURUS üzembeállításától kezdődően megkezdődött és 2015-ig legalább 95 korszerű, fékezési energia visszatáplálásra képes igen hatékony villamos mozdony üzemeltetésével számol-

hatunk Magyarországon. Ehhez kell még hozzászámítani azt 2011-től összesen 98–102 (MÁV és GYSEV) fékezési-energia visszatáplálás, túlnyomó részben új korszerű villamos motorvonatot is, amelyek száma a MÁV START tervei szerint tovább gyarapodik 2015-re.

A magyar vasutak versenyképessége a villamos vontatási részarány növelésével tovább javul. Megkezdjük a vasúti rendszerben meglévő, még ki nem használt hatékonyságjavító tartalékaink ismertetését.

Ismertettük az alacsony költségfordítással elérhető üzleti eredményjavítások lehetőségeit. Felhívtuk a figyelmet a használati érték növelő,

jármű élettartam költséget csökkentő korszerűsítés fontosságára is. Megkezdjük a környezetbarát, vasutat támogató járműfejlesztésről a konferencián elhangzott anyagok feldolgozását.

A Vasútgépészet 2010. első számában az Astom és a Voith cégek aktuális fejlesztéseit, innovációs eredményeit mutattuk be. E számunkban tovább folytatjuk a világcégek gazdasági válság hatására kiérlelt innovációinak ismertetését. Következik a MÁV részére a TRAXX mozdonyokat gyártó és jövőre e járműveket szerződés szerint a MÁV-TRAKCIÓ Zrt.-nek leszállító Bombardier műszaki újdonságainak ismertetése.

13. A Bombardier Transportation ECO4 programja

Az éghajlatváltozás miatt szükséges energiahatékonyság növelés új kihívások elé állította a vonatok tervezőit az energia-hatékonyabb eszközök fejlesztésében.

A Bombardier Transportation mint vezető járműipari cég ezért újtára indította *The Climate is Right for Trains* elnevezésű programját. Ezen az úton tovább haladva a Bombardier Transportation megfogalmazta és kidolgozta a BOMBARDIER ECO4-et, amely olyan új és gyakorlatban bizonyított termékeknek a kombinációja, amelyek segítenek az energiafogyasztást csökkenteni, a széndioxid kibocsátást minimalizálni és ezzel párhuzamosan új megoldásokkal szolgálnak a teljes vonat hatásfokának javításához.

Az újító ECO 4 technológia moduláris portfóliója magába foglalja a teljesítmény követelmények széles spektrumát, és speciális előnyöket ajánl a vonat üzemeltetőjének.

Az ECO4 fogalom alatt a Bombardier Transportation portfólióját foglalja össze, azokkal a technológi-



27. ábra A Bombardier ECO4 program bemutatása a 185 sorozatú villamos mozdonyal

Abbildung 27 Beispiel für das ECO4 Program vom Bombardier durch die 185 Serie E-Lok

Figure 27. Bombardier ECO4 program demonstration with the serial 185 electric locomotive

akkal, gyártmányokkal és szolgáltatásokkal együtt, melyek egy energia-hatékony üzemet optimalizálnak. Az ECO4 a Bombardier portfóliójának és szolgáltatásainak sarokoszlopait jelentő technológiák, gyártmányok, szolgáltatások, és környezetbarátság, amelyek egy megfelelő üzemet optimalizálnak. Az ECO4 gyártmányok mindegyik járműflottában felhasználhatók, a vevők kívánságához megfelelően igazíthatók és a következőkben ismertett technológiákat fogják át.

A Bombardier az összes – következőkben részletezett – technológia optimális alkalmazásakor kereken 50%-os energia-megtakarítással számol.

Az újszerű műszaki megoldások egészen az energia hatékonyság tervezéstől az új szállítmányozási rendszeren át és a vonat légellenállásának megtervezésén keresztül egészen a meglévő flotta energiaszükségletének optimalizálásáig terjednek.

13.1. Az EnerGplan szimulációs eszköz

Az „EnerGplan” a legújabb eszközük, amely szimulálja a teljesítmény eloszlást és optimalizálja az energiafogyasztás tervezését, ezáltal vontatásra fordított energia megtakarítást eredményezve a teljes szállítási rendszerben.

Az „EnerGplan” esetében egy grafikus megalapozott rugalmas szimulációs eszközről van szó, amely a közlekedési rendszerek tervezői számára lehetővé teszi, hogy az energia-rendszer konfigurációját gondosan elemezze és optimalizálja. Ezen túlmenően a legjobb üzemmódok is előzetesen megvizsgálhatók.

Ez a nagy volumenű egyszerű szimulációs szoftver akár 20% energia megtakarítást hozhat a felhasználónak. Képes a legnagyobb metró rendszertől, a legkisebb automatizálttól az embervezérelt rendszerekig szimulálni. Az EnerGplan segít kiválasztani a megfelelő technológiát és a szolgáltatás módját:

- az optimális teljesítmény,
- a minimális energia szükséglet,
- az alacsony működési költség,
- és a csekély környeztkárosítás érdekében.

13.1.1. Optimalizált „teljesítmény-rendszer” konfiguráció

Ez a sokoldalú szimulációs eszköz elérhetővé teszi a szállítási rendszerek tervezőinek, hogy analizálhassák és fejleszthessék az ún. „teljesítmény-rendszer” konfigurációjukat.

Az egyedülálló grafikai megjelenítés képessége mutatja az optimális működés módját majdnem minden szállítási-rendszerrel.

Az EnerGplan különböző energiafogyasztás scenáriókat modellez, és alkalmas megoldásokat kínál.

Az EnerGplan elemzi:

- a járműflotta teljesítményét,
- vonat sebességi profilokat,
- az energiaellátás és elosztás felhasználásának menetét,
- a fedélzeti és más energia raktározók hatását,
- a vonat menetrendjét és útvonalát.

A mozgásban lévő azonos pályageometriájú pályán haladó, azonos tömegű vonatok a haladási sebességtől és az egyes járműtípusok eltérő alakjától, ún. formatényezőjétől meghatározottan több-kevesebb vonóerőt és vontatási teljesítményt igényelnek.

Ezt az aerodinamikai alapigazságot hasznosítja az:

13.2. AeroEfficient Optimised Train Shaping azaz a légellenállásra optimalizált vonat formatervezés

Az AeroEfficient O.T.S esetén a légellenállásra optimalizált jármű formatervezés egy olyan szoftverrel valósul meg, amely a megépítendő jármű légellenállást csökkenti. Így optimalizált formájú járművekkel az energia megtakarítás jelentős lehet. A formai optimalizálási szoftverrel a Bombardier segít a vasúti járművek

légellenállását csökkenteni. Elérhető energia megtakarítás 8% a regionális, és 15% lehet a nagy sebességű vonatok esetében a légellenállás 25%-os csökkentésével a „Légellenállásra optimalizált vonat formatervezés”-t használva.

13.3. EBI Drive 50 vezető-asszisztens rendszer

EBI Drive 50 vezető-asszisztens rendszer egy szoftver, amely az optimális vonóerő kifejlesztésével energia megtakarítását eredményezhet, amennyiben az a vezető részére a sebességgel és vonóerővel kapcsolatban információkat szolgáltatunk.

A vontatási energia megtakarítás közel 15%-kal csökken, továbbá a karbantartási költség is az optimális üzemeltetés következtében.

Az EBI Drive 50 egy okos szoftver eszköz, amely segíti a vonatvezetőket úgy, hogy ajánlásokat tesz a sebesség, gyorsítás/lassítás mértékére, minimalizálva az energiaszükségletet a vonat pontos, menetidőre történő közlekedéséhez.

Az EBI Drive 50 szoftver alkalmazásával a vonatközlekedés lebonyolítása lágyabb, simább működéssel megy végbe. Az előnyök a csökkent kerékterhelésben, a motorok kisebb igénybevételeiben, a fékek és a pálya kímélésében egyaránt megjelenik, növelve a vontatás gazdaságosságát.

13.4. Mitrac Energy Saver

Regeneratív fék kondenzátorokból álló energiatárolóval (Ultra Cabs), mellyel 30%-ig terjedő energia-megtakarítás érhető el.

A MITRAC hibrid technológia lehetővé teszi a jármű folyamatos üzemét mind a villamosított, mind a nem villamosított szakaszokon közlekedéskor egy közös hajtás lánc segítségével, amely a villamos és a dízel erőforrásokat egyesíti. Az eredmény minimális fosszilis üzemanyag felhasználás mintegy 80%-os szennyezőanyag kibocsátás csökkenés, továbbá 40%-os üzemanyag felhasználás csökkenés.

13.5. A Clean Diesel Power Pack

A C.L.E.A.N. (katalizátoron alapuló alacsony emissziós alkalmazás) kutatási projekt részeként a Bombardier kifejlesztette a legalacsonyabb emissziós hajtásrendszerét a dízel erőforrású járművekhez a legfeljebb 500 kW teljesítménykategóriában, a C.L.E.A.N. Diesel Power Pack-ot. Ez a technológia megfelel az EU III. B. emissziós előírásainak, melyet 2012-ben vezetnek be. (2009-ben Németországban és Svédországban már bevezetésre került.)

13.6. A SmartAir

A SmartAir a termo-hatékony klimatizációs rendszer egy intelligens alacsony energiaszükségletű belső, utastéri klíma rendszer, mind energia, mind költség megtakarításra, bármilyen vasúti járművön. A „Termo-hatékony” klimatizációs rendszer egy két rendszerből álló kombinációt használ.

Ez az intelligens, energiamegtakarító klímakonceptió az összes vasúti jármű számára alkalmazható. Változtatható rendszer a frisslevegő

hányad mérése számára, alkalmazza a meglévő szenzorok információit az utasterhelés számításához, majd a frisslevegő-hányadot annak megfelelően módosítja. A második rendszer magába foglalja a levegő-levégő hőcserélők installációját az előfűtéshez vagy a frisslevegő hűtéshez legfőbb 80% fűtőlevegő alkalmazásával.

Mindegyik rendszer 24-26%-kal csökkentheti az utasterek energiafogyasztását.

Az egyik a változó frisslevegő-arány rendszer, ami érzékelők információit használja fel az utasterhelés kiszámítására, és ennek megfelelően alkalmazkodik, változtatja a jármű hűtési fűtési teljesítményét.

A másik rendszer hőcserélőket használ arra, hogy előfűtse, előhűtse a friss levegőt, ezzel újrahasznosítja az elhasznált levegőben távozó hőt, ugyanis a vasúti járművekben majd a hőenergia közel 80%-a raktározódik a fűtő, elhasznált levegőben.

A termo-hatékony klimatizációs rendszer képes az utastér energiafogyasztásának 24-26%-os csökkentésre.



28. ábra A Bombardier Regina típusú svéd megrendelésre gyártott motorvonata a Stage III.B környezeti normát teljesíti

Abbildung 28 Der Bombardier Regina (wurde für schwedische Bestellung fabriziert) Motoreisenbahn erfüllt die III.B Stage der Umweltnormen

Figure 28. The Regina-type Bombardier emu, that made for swedish order, does the III.B stage environmental norm

13.7. A MITRAC állandó mágneses motor

MITRAC állandó mágneses motor korszerű motor technológia a hajtás-lánc hatékonyságának fokozására. A Bombardier kifejlesztette a MITRAC állandó mágneses motort, amely energiát takarít meg tökéletesítve a teljes szerelvényoptimalizálást. Az energia hatékonyság növelése a vontató motorok tömegének csökkentésével valósul meg. Ez így alacsonyabb működési költséget és kisebb környezetkárosítást eredményez. Eddig Svédországban tesztelték a MITRAC állandó mágneses motort. A Bombardier Regina villamos motorvonatában – a zöld vonat program részeként – két állandó mágneses motor helyettesítette az eredeti 4 léghűtéses indukciós motorokat.

13.8. A MITRAC energiatároló

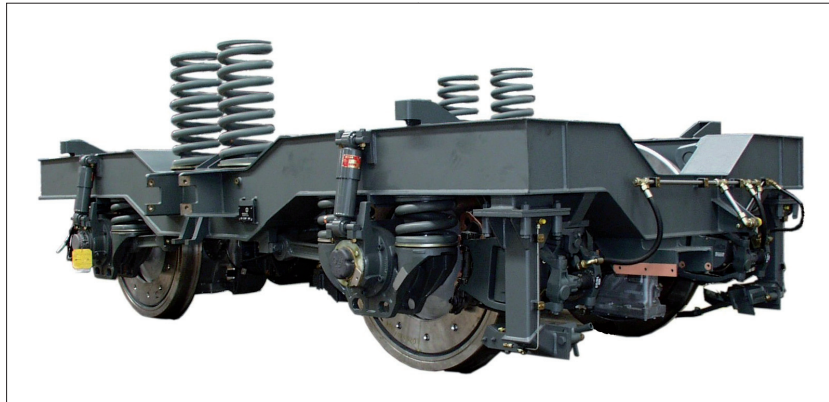
MITRAC Energy Saver MITRAC energiatároló bizonyított, megbízható technológiákon alapul.

Új dupla rétegű ultra kapacitású kondenzátorok raktározzák az energiát. Mindenkor, amikor a jármű fékez az energia eltárolódik, majd gyorsításkor újrahasznosítja a tárolt energiát. Könnyű vasúti járműre szerelve – sok-sok évi tesztelés alapján bizonyított, hogy – akár 30%-os energia megtakarítás is elérhető vele. Összetett dízel egységénél a MITRAC Energy saver MITRAC energiatároló csökkenti a káros anyag kibocsátást



29. ábra A MITRAC energiatároló
Abbildung 29 Der MITRAC Energieabstellraum

Figure 29. The MITRAC energy container



30. ábra FLEXX Eco mozdony forgóváz
Abbildung 30 Drehgestell der FLEXX ECO Lokomotive
Figure 30. FLEXX ECO locomotive bogie

és az energia költségeket is. Alternatívaként a MITRAC energiatároló technológia használható egyfajta teljesítmény növelőként is extra erőt, és jobb gyorsulást biztosítva.

13.9. A FLEXX Tronic technológia

FLEXX Tronic technológia, aktív, multi-funkciós elemeket használ azért, hogy automatikusan alkalmazkodjon a változó működési körülményekhez. Úgy, mint a nagy sebesség, a kis ívek, és különböző pálya paraméterek. A FLEXX Tronic technológia integrált, modell-bázisú kezelőkön alapszik. Stabilizálják a forgóvázat nagy sebességnél, és megfelelő íven tartják a futóműveket. Komoly előnyöket jelent ez a kerék és sín kopás terén a hagyományos futóművekhez képest. A FLEXX Tronic technológia alkalmazása csökkenti a járművesztéseket, a járműregéssel és zajjal járó káros hatásokat.

13.10. FLEXX Eco forgóváz

Forgóváz tervezés eredményeként született termék, mely alkalmazása csökkenti az energiaszükségletet és a karbantartási költséget.

A Bombardier FLEXX Eco Bogie dizájn FLEXX Eco forgóváz tervezés eredménye egy izgalmas termék a Bombardier forgóváz palettán, amely kevesebb energiát és kisebb zajszennyezést okoz. Flexx Eco forgóváz na-

gyon tömör és kis súlyú konstrukció, 30%-os csökkenést eredményezett a teljes forgóváz tömegnél és a rugózatlan tömegnél egyaránt.

Világszerte eddig 1000 forgóváz egység bizonyítja ennek a rendszernek előnyeit. A FLEXX Eco forgóváz a tökéletes stabilitás miatt nem csak a nagy távolságú és nagy sebességnél, hanem a régiós közlekedéshez is alkalmas, gazdaságos megoldás jelent.

13.11. Bombardier Energy Management Control System

A Bombardier energiamenedzsment vezérlő rendszere. Ez a vonat üzemanyag- és energiafogyasztásának ellenőrzésére hivatott módszer, amely lehetővé teszi a vonat üzemanyag- és energiafogyasztásának részletes elemzését, ezáltal az energia megtakarítást szolgálja.

A Bombardier energiamenedzsment vezérlő rendszer lehetővé teszi a kezelőknek, a vonat irányítóknak, hogy lássák és menedzseljék a flotta energiafogyasztását. A Bombardier energiamenedzsment vezérlőrendszer biztosítja ezt a szolgáltatást, amely magába integrálja az energia hatékonyságot és a széndioxid kibocsátás csökkentését. A rendszer az adatokat a vonatokról veszi, és flexibilisen, vizualizálva táálja őket, egy számítógépes megjelenítéssel, amely az ORBITa rendszeren alapul.

13.12. TRAXX Last Mile kiegészítéssel

A villamos mozdonyok felsővezeték nélküli vonalszakaszokon való önjáró-képességét oldja meg a Bombardier új műszaki megoldása.

A mozdonyba beépített dízelmotor a villamos mozdony önjáró mozgását teszi lehetővé a felsővezeték nélküli hálózatrészt alatti közlekedés során. Ez úgy volt lehetséges, hogy egy nagyteljesítményű villamos mozdony gépterének üres részén egy kis teljesítményű dízelmotort építettek be és a mozdonyt a szükséges segédüzemi berendezésekkel is felszerelték. A Last Mile villamos mozdony dízel motoros üzemben csak korlátozott sebességű közlekedésre, és vonóerő kifejtésre képes.

Hol használható ki a Last Mile villamos mozdony felső vezeték nélküli hálózaton önjáró képessége?

- A karbantartó vágányokon közlekedésnél
- Az állomási nem villamosított vágányokon tartózkodás alatt
- Az iparvágányok kisebb vonat terhelésű kiszolgálásánál

A Last Mile villamos mozdony a felsorolt esetekben feleslegessé teszi a dízel üzemű vontatójárművek üzem-szerű alkalmazását. A Last Mile villamos mozdonyok dízel üzemében a mozdony emissziós paraméterek már a 2012. január 1-jétől, új vasúti járművek esetén kötelező ún. Stage IIIB



31. ábra A Bombardier villamos mozdonyba épített dízelmotor

Abbildung 31 Dieselmotor eingebaut in der E-lok von Bombardier

Figure 31. The Bombardier electric locomotive's built-in diesel engine



32. ábra A Bombardier Last Mile villamos mozdonya

Abbildung 32 Last Mile E-Lok vom Bombardier

Figure 32. The Bombardier Last Mile electric locomotive

szabályozási kategória szerint károsanyag kibocsátásnak is megfelelnek.

Megjegyezzük, hogy az Európában szokásos vonatterhelések miatt a vasutak a hat tengelyes mozdonyokat mind kevésbé igénylik, ezért a Last Mile rendszerű mozdonyok kialakítására egyik alkalmas fejlesztési lehetőséget jelenthet a néhány évtizeddel korábban üzembe helyezett, felújításra váró négy-hattengelyes villamos mozdonyok fenti módon történő átalakítása.

13.13. Az Észak-amerikai vasutak megrendelésére készíti a Bombardier a teljes értékű hibrid mozdonyait

A 2009. októberi Vasútgépész konferencián elhangzott, hogy New Jersey Transit Corporation cég 26 hibrid mozdonyt vásárol a személyszállításra a Bombardier cégtől, mintegy 262 millió dollár értékben, ám a megrendelés magába foglal még további 63 mozdonyt is.

Ez a hibrid mozdony két dízelmotoros teljes értékű dízelmozdony és villamos mozdony lesz egyben. Az egy vezetőállású hibrid üzemű mozdony zárt ingavonatot továbbítására készül.

A két dízelmotor további előnyöket jelent. Vontatási igénytől függően csak egy, vagy mind a kettő dízelmotor dolgozik. Az ilyen módon épített mozdonyok gázolaj fogyasztása kisebb, üzembiztonsága nagyobb, mint az egy nagy motorral épített

dízelmozdonyoké. A villamos üzem magas hatékonyságát, jó hatásfokát pedig nagy teljesítményű korszerű aszinkron villamos erőátvitel beépítésével érik el.

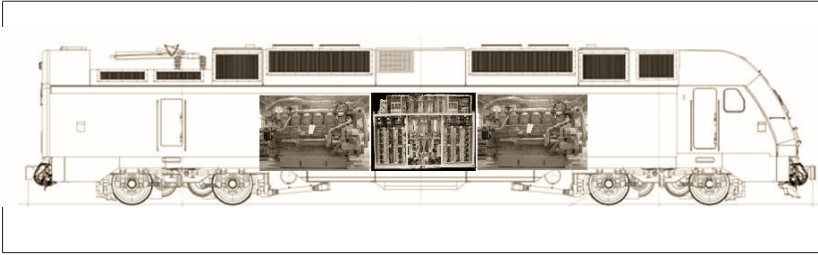
A 33. ábra látványtervnek megfelelő már üzemelő egy vezetőállásos villamos mozdonyok napjainkban is közlekednek zárt ingavonatot továbbítva.

13.14. A hibrid AGC: A világ első hibrid üzemű motorvonata – Hibrid hajtású motorkocsi fejlesztés

Gazdaságossági és környezeti okokból bármennyire is kívánatos a nemzeti vasúthálózatok mind nagyobb mértékű villamosítása, nyilvánvaló tény, hogy mindig maradnak olyan vonalrészek, amelyek még nem villamosítottak.

A vasúti közlekedés gyorsítására érdekében régóta megfogalmazott igény az átszállás nélkül, esetleg megállás nélkül továbbhaladás megvalósítása a dízel és villamos üzem határán áthaladásakor. Az SNCF meghirdette a dízel és a villamos vontatás szolgáltatásfejlesztést. E gondolat megvalósítására született meg a hibridüzemű AGC motorvonat.

Hibrid AGC az első a közforgalmú személyszállító vonatok történelmében, amely különböző vontatási, működési tulajdonságokat egyesít. A kettős üzemű (villamos, dízel) és kettős feszültségű (1500 V egye-



33. ábra USA hibrid mozdony terve

Abbildung 33 Die Hybrid-Lokomotive von den USA

Figure 33. USA's hybrid locomotive

náramú és 25 kV váltakozó áramú) technológia együttes alkalmazása, egy motorvonatba integrálása lehetővé teszi a hibrid AGC probléma nélküli áthaladását a teljes francia vasút hálózaton úgy, hogy közben villamos üzembről dízelre és dízel üzembről villamosra a felsővezeték alá érve azonnal visszaválthat, a rendelkezésre álló bármilyen elérhető felsővezeték forrásból táplálhatók a vontatómotorok. A hibrid hajtású motorvonat üzemeltetése energia megtakarítást és csökkenő CO₂ kibocsátást eredményez (megszűnik az ún. drót alatti dízel vontatás), valamint megszünteti azt az infrastrukturális kényszert, ami a dízel és a villamos vontatás határán vagy az utasok kényeszerű átszállásához vezetett, vagy pedig időigényes vontatójár-

mű cseréket okozott. (A hibrid AGC menetidő csökkenést és vontatójármű megtakarítást eredményez.)

Zárszó

A Vasútgépészetben ezzel az írással átmenetileg befejeztük cikksorozatunkat. Ennek oka, hogy egyrészt azon gyártóknak a fejlesztési programjait feldolgozhattuk, bemutathattuk, akik ehhez színvonalas alapanyagokkal támogatóan hozzájárultak. (Külön köszönet érte.) Így számolhattunk be az Alstom, a Bombardier vagy a Voith fejlesztéseiről. Másrészt viszont tiszteletben kell tartanunk más gyártók másként gondolkodását, azt, hogy még korainak ítélik meg fejlesztéseik szakmai sajtón keresztül való bemutatását. Ezért továbbra is

várjuk a vasúti gyártó, javító cégektől a vasúti járművek hatékonyságát javító, új fejlesztési eredményeik bemutatásáról készített beszámolóikat, vagy a Vasútgépészetben közzétenni javasolt írásokat.

E cikksorozat témájához illeszkedő írások közreadását megkezdjük. (Lásd a Vasútgépészet 2010. 1. számában Tóth Béla úr által leírtakat, vagy a többi, vasútfejlesztési témában, most illetve a közeljövőben közreadni tervezett írásokat.) A jövőben is, várjuk a vasútgépész szakmai közönség fejlesztési tárgyú szakírásait és a korábban felkért, de bármilyen okból eddig meg nem szólalt járműgyártó és javító cégek bemutatható innovációs alkotásait, a vasúti járműfejlesztés jövőjéről kiérlelt gondolatait.

Mottónk változatlan: a gazdasági válság gyorsítja a vasúti fejlesztést.

A csúcson sokaknak van hely, ott szabad megállni és körültekinteni, de leülni már nem.

Forrásmunkák

1. P. Maillan, Korondi Péter, Zámbo Gábor: A Bombardier válasza a krízisre (X. Vasútgépész napok konferencián elhangzott előadás)
2. Bombardier ECO4 prospektus



34. ábra Hibrid hajtásrendszerű AGC motorvonat az SNCF részére

Abbildung 34 AGC Motoreisenbahn mit Hybridantriebsystem für SNCF

Figure 34. Hybrid drive-train AGC emu for SNCF



A Bombardier TALENT 2 újfejlesztésű villamos motorvonat a DB megrendelésére készül