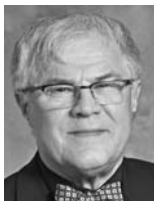


# Kételtű járművek 40 éve a vasúti vontatás szolgálatában

VANYA IMRE okl. bányagépszemléző



*A cikk a hazai fejlesztésű kételtű vasúti vontatók és munkagépek történetét, azok széleskörű alkalmazását mutatja be. Az első kísérletek az OÉÁ Egri Műveiből indultak el. A 40 év alatt legyártott 400 db jármű és hasznos felszerelése forradalmi változást hoztak vasúti járművek választékában. Balesetmentes „játékká” vált a vasúti kocsi mozgatás háromszáz hazai és húsz külföldi vasúti bázison. A rendkívüli képességük miatt a kételtűek a jelen és a jövő nélkülözhetetlen közúti–vasúti járművei. Mozgékonyságuk, üzembiztonságuk magas színvonalra bizonyította, hogy ez egy kiváló technológia a sínhez kötött járművek árának tizedéért.*

## Előzmények

A történet 1966-ban kezdődött, amikor kezdő mérnökként az Országos Érc- és Ásványbányák Kutató és Termelő Műveihez kerültem. Több föld alatti és külszíni bánya, fűrőüzem, valamint osztályozó műszaki feladatait bízta rám a sors.

A Felnémeti Üzem fejlesztése, gépesítése a triász-kori mész-kő jó minőségű őrléményei iránti igények növekedése miatt folyamatos volt. A termelés több mint felét vasúton szállították el. Ez négy párhuzamos vágányon történt, amelyeken kezdetben egy végtelen kötelű vontatógép mozgatta a vagonokat. A rakodás kapacitása egy második köteles vagonvontató beépítésével volt növelhető. Ez megtörtént, de a köteles vontatás nehézségei nem oldódtak meg, mivel a sín alatti átvezetések száma, a dinamikus kötélerők nagysága, és a jelentős hossz miatt az állandóan földön csúszó kötél állapota nem változott meg. A vasúti kocsik oldalhúzója, a téli mostoha körülmények és lefagyások még tovább csökkentették az üzem biztonságát és növelték a baleseti veszélyt. A finom őrléményektől még inkább csúszóssá vált járósztályon a csapkodó kötél miatt a vontatás embertelen munkája közben gyakori volt a súlyos baleset.

A folyamatos működésű üzem minden oldalról zárt



**1. kép:** A jól működő hidraulikus vezérlő az üzembiztonság garanciája

vágányhálózatának bővítése, átépítése a jó vágánykapcsolatokat igénylő mozdonyokhoz lehetetlen volt. Az egyetlen és a legjobb megoldást az akkor már az ország néhány helyén üzemelő kételtű alkalmazása jelentette volna. Ezt a technológiát már a század első harmadában kidolgozták, és műszaki feltételei érthetőek voltak. Minden kételtű vasúti jármű egy közúti járműből, vala-

mint egy 1,5-2,5 tonna súlyú vasúti felszerelésből áll.

A mi üzemünk olyan alapjármű alkalmazását igényelte, amely rövid, mint a mezőgazdaságban használt kisebb traktorok, és kerekeinek nyomtávja is állítható. Hidraulikája jól kiépített és automatizálható legyen (1. kép).

Ugyanis abban az időben az import gép hidraulikája manuális vezérlésű volt. Nagy megtiszteltetés számunkra, hogy azóta minden ilyen járművet átépíthettünk a saját hidraulikus technológiánk szerint (2. kép). A saját gyártmányú vezérlőtomb illesztett logikai elemei a használatnál növekedő futásbiztonságot nyújtanak.

A fenti feltételeknek elsőre az MTZ típusú traktor felelt meg. Bekértem egy gépet a fűrőüzemünktől, és ráépítettük a sínvezetőt, a vonórudat és a kormányzarat. Az első kísérleteknél az előfeszítő erőt (a sínen vezető kerekek leszorítását) súlyokkal állítottuk be. Amikor



**2. kép:** A korábbi import gépek a szabályozott hidraulikával már biztonságosabbak



**3. kép:** A 2. jármű 30 évvel később, a 336. új jármű vizsgáján

már biztonságosan mozgott, csak akkor kezdtük meg az optimális hidraulikus szabályozás tervezését. Ezzel egyidőben a hidraulikus sínvezető alkalmazásáról tárlalmányi bejelentés készült [1]. Az eredményeinkről tájékoztattuk a Közlekedési és Postaügyi Minisztériumot és a Vasúti Tudományos Kutató Intézetet és bemutattuk az első kétéltű jármű működését. Az üzemi kísérletek a második jármű elkészítéséig folytatódtak, és a második – még ma is üzemelő 39 éves – jármű 1981 végén eredményes vasúti járművizsgát tett (3. kép).

Üzemünket folyamatosan látogatták megrendelőink, partnereink, és azonnali megrendeléseket kaptunk. A kétéltű vontatók gyártásának híre hamar bejárta az iparvágányt üzemeltetőket. Az első hat év alatt átadott 200 jármű országos jelentőségű volt.

A földön csúszó kötél helyett traktorvezetői engedéllyel, vasúti ismeretekből letett vizsgával napi több száz kocsi mozgattak át emberi kéz érintése nélkül, és természetesen hárommillió óra után is balesetmentesen. Az alacsony beruházási költség, a kedvező üzemanyag-felhasználás minden felhasználónak biztosította az iparvágányok gazdaságos működtetését, mivel ez egy fontos feltétele volt azok fennmaradásának.

A vágány síkfelületén mozgó gumikerekes jármű – közepén bekötött vonórúddal – a vontatót és a vasúti kocsikat is kímélő vontatási technika. A 30 év feletti járműveken ezért találunk ma is eredeti gumiabroncsot és jó állapotban működő dízelmotort.

### Gyártmányfejlesztések a megrendelők igényei szerint

A kezdeteket a szénbányák, mezőgazdasági üzemek és raktározási bázisok fokozott érdeklődése kísérte. A tatabányai és dorogi szénbányák jelentős mennyiségű vontatót vásároltak, őket a termeléshez arányosan Nógrád, Oroszlány és Dudar követte. A bányaüzemek alkatrész-felhasználása jelentős volt, mert a képzett létszám hiánya miatt naponta váltott kezelőkkel dolgoztak. Ezzel teljesen ellentétes volt, amit a CEMÜ Kft. tatabányai átrakóján tapasztaltunk. Itt közel tíz évig egy alkatrész cseréjére sem került sor. Ez a legjobb példája annak, hogy vannak gépek, amelyek „egygazdaság”. Az MTZ tipikusan ilyen, viszont kis túlzással a vágányon állva – rövid idő alatt – még motort is tudtunk cserélni benne. Az alkatrészek ma is

1. táblázat: Az üzembe helyezett vontatók iparáganként

Évek tól-ig	1982-1983	1984-1985	1986-1987	1988-1989	1990-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2019
Érc- és ásványbányák	1		4		1	1	2		1
Szénbánya és hőerőmű	5	7	3	6	6	1	1		
Kohászat	2			1	1	1	1	1	1
Cementipar	3	2			1				1
Energiaágazat				5	4	5	1	5	2
Vasúti vállalatok, metró, BKV		3	12	2	5			10	6
Logisztika	2	8	3	12	20	3	3	3	2
Mezőgazdaság	7	25	28	26	13	5	1	2	6
Ipari üzem	5	10	6	4	7	2	3	2	3
Gyógyszergyár		2	2				1		
Egyéb	8	8	8		3		2	3	7
<b>Összesen</b>	<b>33</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>56</b>	<b>61</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>26</b>	<b>29</b>

korlátlanul beszerezhető, és az árak nagyon kedvezőek.

A közlekedési vállalatok közül a BKV javítóbázisai rendelték először kétéltű járművet. A MÁV Zrt. a következő fejezetben leírt vizsgálatok után jelentős megrendelést adott le. Ezek a vontatók a kocsimosókat, kerékesztergákat és az egyéb vasúti járművek javítóbázisait szolgálták ki. Történt ez még akkor, amikor a hagyományos mozdonyok is üzemeltek, de ma már minden vasútüzem csak a kétéltűvel dolgozik. (1. táblázat)

**A kétéltűek előnyei meghatározóak** a hagyományos vasúti járművekkel (mozdony) szemben:

- *Kisméretűek*, így a kocsik rendezéséhez kisebb vágányhosszak is megfelelnek. A vágányról lejárnak, ezért mozdonyszín vagy tároló vágány nem szükséges.
- Olyan vágányokon is dolgozhatnak, ahol a körülmények nem biztosított.
- Nagy vonóerő (40-50 kN) és mozgékony (5-15 km/ó) jellemzi.
- A meddő idők rövidek, 2 perc a felállás és fél perc a leállítás ideje.
- Minden művelet a fülkéből végezhető, kényelmes a tolatólépcső, biztonságos a munkavégzés.
- Minden előforduló pályáiven és felépítményen közlekedhet.
- Átalakítás után közúton is használható.
- 3-4 l/ó üzemanyagfogyasztás, 25 év felújítás nélküli használat és 50 év élettartam várható.
- A kiegészítő felszerelések használata minden üzemeltető számára gazdaságosabb megoldás.

A vasútállatoknak Záhonytól Szombathelyig a kapcsolókészülékek fejlesztése terén egyedi igényeik voltak. A teherkocsikat leszámítva, a személy kocsik kapcsolókészülékai jelentősen eltérő kivitelűek. A vonókészülékeket ezért azonos kivitelű központi rudazattal és ehhez illesztett azonos két csapszeges csatlako-

zófejjel terveztük meg. A speciális egyedi vonófejek ehhez kapcsolódtak, és legalább 40 kN vonóerő átvitelére képesek. A nagysebességű vontatójárművekhez csatlakozva az 1 m/sec<sup>2</sup> gyorsítás mellett 100 tonna összes elegysúly mozgására méretezettek. Számtalan jól működő technikát fejlesztettünk ki a különböző speciális járművek összekapcsolására is.



4. kép: Az univerzális kapcsolókészülék

Hasonló, jól működő megoldásra volt szükség a széles és normál pályát egyaránt üzemeltetőknek. A sínvezető kerekek 85 mm-es eltérését egy praktikus villa külső és belső használatával oldottuk meg. Így, néhány perc alatt ismét üzemkészek voltak az áttelepített járművek.

Átfogóbb feladatot jelentett az üzemanyag- és gázlefejtőkön használt védelmi technika fejlesztése, bevezetése. A hazai vasúti dízel és villamos vontató jármű-



5. kép: Az üzemanyagpótlók és gázok érzékelése

vek nem használhatók a javítóbázisok és lefejtők kiszolgálására. A kétéltű járművek sokkal kisebb, 100 kW alatti teljesítményű motorja alkalmasabb erre a feladatra. Terveztünk a járművekre megbízható szikrafogót, megfelelő méretű és bevizsgált gázhűtőt a környezet védelme érdekében. A vontatót felszereltük olyan gázérzékelővel, amely a környezet gázterhelését ellenőrzi, és leállítja vagy megengedi a sérült kocsit elvontatását.

Mindezek mellett folyamatos műszaki fejlesztést igényelt a külföldről érkező megrendelések teljesítése. Ilyen volt az 1500 tonnát vontató Zetor-Trac elkészítése, amelyet a külföldi vasúttársasággal közösen mutatunk be a Brunói Vásárban (6. kép). A DH 112 kétéltű kotrógép terveit, prototípusát és gyártási licencét kérte elkészíteni egy külföldi partnerünk (7. kép). [3]



6. kép: A Zetor-Trac Eger két állomása között 12 db rakott kocsival



7. kép: Az első kétéltű kotrógnak üzem próbája

Hazai megrendelésre készültek – új alapjárművek felhasználásával – olyan gyomirtók, amelyeket az elmúlt 20 év alatt még javítani sem kellett. Ezek sínvezetését precíziós hidraulikus egység szabályozza, amely gondoskodik a különböző folyadékszint és emelt sebesség mellett is a megfelelő biztonságról. A felhasznált kovacsolt-hőkezelt sínkerekek eddig kopás nélkül működtek, ezért adunk már örök garanciát ezekre a fődarabokra (8. kép).



8. kép: Az egyik „zászlóshajónk” rendszeresen kap munkát külföldön

Hazai vasútállalatok igényére kiegészítő felszerelések széles skáláját helyezük el a vasúti egység váz-

szerkezetére. A hótólót öt típusban gyártottuk (9. kép), de a sósóró, fűkasza, útsöprű, bozótívágó, rézsűnyíró, permetező felszerelésre is javaslatot teszünk, beszerezzük, felszereljük, és üzembe helyezve adjuk át.



9. kép: A leggyakrabban használt kiegészítő felszerelés a hótóló

Megrendelőinknek széleskörű támogatást biztosítunk: 30 nap alatti tervezés és 60 nap alatti gyártás, a járműveket közúti és vasúti vizsgálattal adjuk át, **12 hónap garancia**, ahol a megrendelő a kedvezményezett, **24 órás** telefonszolgálat és tanácsadás, legfeljebb **48 órás** hibaelhárítás. A kezelőket betanítjuk, és vizsgaanyaggal ellátjuk.

### A vasúti vontatók mérése és vizsgálata

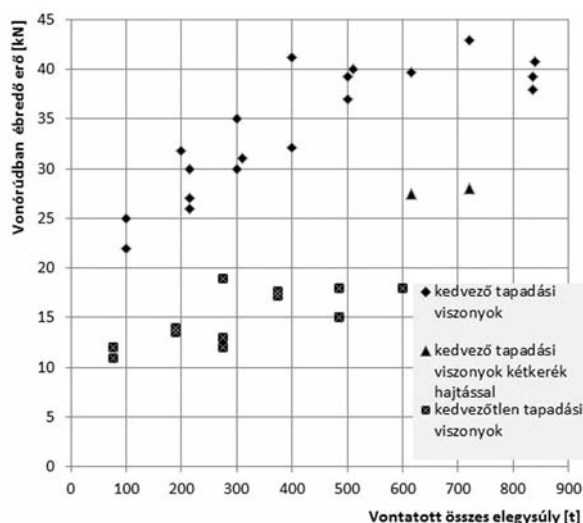
Az 1982-1986 között legyártott 92 db jármű mindennapi használata és jó tapasztalata ellenére szükség volt a pontos mérésekre alapozott járművizsgálatra. Erre a háromnapos mérésre a Vasúti Tudományos Kutató Intézet bevonásával 1986 márciusában került sor a kőbányai pályaudvaron. Az MTZ-TRAC 092 pályaszámú, 300 tonnás vontatót a 152-es számú mérőkocsi eszközeivel vizsgáltuk meg. [4]

A mérés fő célja volt a jármű indítási, gyorsítási és fékezési jellemzőinek mérése, és ennek alapján a terhelési táblázat meghatározása.

A vizsgálatokat 77 és 837 tonna között – több lépésben összeállított terheléssel, húzva – tolatva, nedves és száraz pályán, több változatban felgyorsítva és fékezve, 7-10 km/ó sebességgel végeztük el.

Közben erőmérő bélyegekkel és műszerekkel mértük a motor és a vontató minden fizikai jellemzőjét. A méréseket megfelelő elektronikus berendezésekkel rögzítettük, és néhány fontos ábráját az alábbiakban mutatjuk be.

Az 1. ábrán láthatók az indító vonóerő értékei. Száraz sínen, közel a csúcsterheléshez, a vonórúdban 30-45 kN erőket mértünk amellett, hogy egy 300 tonnás vontató hasznos adhéziós súlya alig volt több mint 30 kN. Ebből következik, a súrlódási tényező 0,33 és 1,5 között változott. Nedves sínen az indító vonóerő 10-20 kN volt, de indítás után néhány méteren belül, a kissé megcsúszó gumi felszárította a pályát – így a



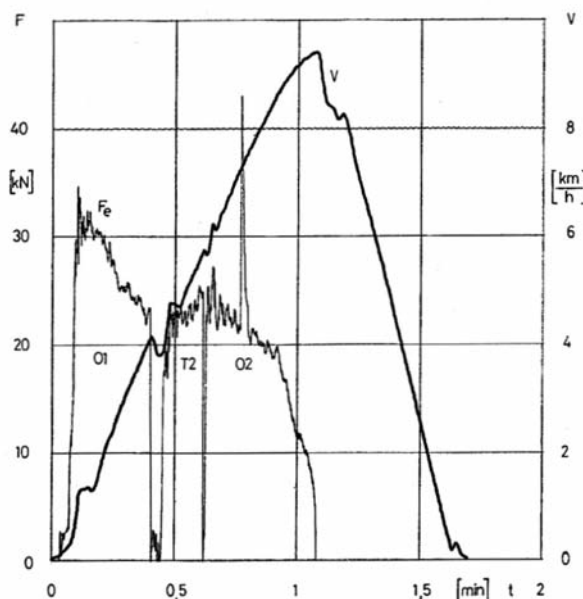
1. ábra: Az indító vonóerő értékei

mozgó szerelvény alacsonyabb vonóerőigénye mellett – ismét lehetett gyorsítást elérni. A locsolt sín vagy csapadék esetén is egy tisztító menet után a súrlódás értéke 0,6-ra volt növelhető.

Míndezekből következik, ha a kocsisor ellenállása 20 N/t, ez a 300 tonnás vontató képes az 500 tonna elegysúly mozgatására és megfékezésére még nedves sín esetén is. A méréseink átfogó célja volt a kételtű járművek fejlesztési irányának kijelölése. A nagyobb, 500 és 700 tonnás típus konstrukciós kialakításának meghatározása [2, 6].

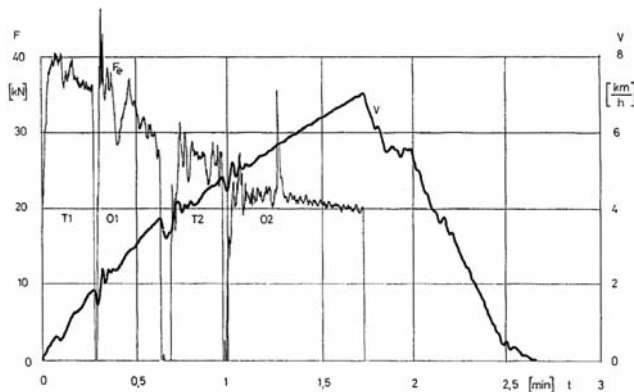
A vasútállalatokat meggyőzte a vontatóink tesztje. A bemutatott eredményeink után közel ötven járművet vásároltak. Ezek jelentős változást hoztak a javító bázisok, lefejtők és kocsimosók kiszolgálásában, de ma már kételtűt alkalmaznak a rendezési feladatokra és az állomási kiszolgálásra is.

A 2. ábra (menetábra) rögzítette a 300 tonnás von-



2. ábra: A vontatás jellemzői 307 tonnás terhelés mellett (hajtómű fokozatok O1 = országúti1, T2 = terep2, O2 = országúti2)

tató teljesítményének megfelelő terhelés melletti vontatás jellemzőit. Az indító vonóerő 30 kN, a 3 fokozatú sebességváltás egy perc alatt megtörtént, és az egyre kisebb vonóerőigény mellett a sebesség folyamatosan emelkedett a 10 km/ó értéket megközelítve. A fékezéshez a megállásig 30 másodpercre volt szükség. Az országúti sebességfokozatokban a gyorsítás okozta a vonóerő csúcsokat. A jármű 58,8 kW teljesítményű motorja nagyobb gyorsításra már alkalmatlan volt, de a 10 km/ó vontatási sebesség is szükségtelen, mivel az ilyen vágányhálózatok rövidék és kitérőkkel nehezítettek.



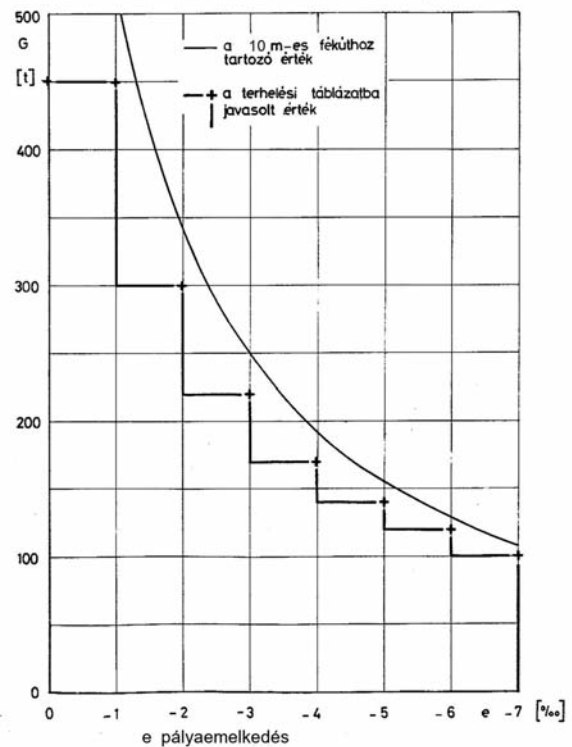
3. ábra: A vontatás és fékezés jellemző értékei csúcsterhelés mellett (hajtómű fokozatok: T1 = terеп1, O1 = országúti1, T2 = terеп2, O2 = országúti2)

A 3. ábra a csúcsterhelés, 837 tonna mellett mutatja be a vontatás és fékezés jellemző értékeit. Az már kiemelkedő érték, hogy egy 30 kN adhéziós súllyal háromszázszor nagyobb elegysúlyt mozgatunk. Ehhez négy sebességfokozatot használtunk, kezdetben 40 kN, majd 30 kN feletti rúderők mellett. A 7 km/ó végsebességhez 100 másodpercre, a fékezéshez pedig a fele időre, azaz 50 másodpercre volt szükség. Mindkét menetre jól mutatja a gumiabronccsal történő fékezés hatékonyságát, még akkor is, ha a fékezésnél a gumiabroncsok – ABS hiányában – sokszor csúszásnak voltak kitéve. A 2. és a 3. ábra értékeiből az is következik, hogy a gyorsításból adódó vonóerő elérheti a 20 kN értéket is, pedig a gyorsítás effektíve csak 0,02 m/sec<sup>2</sup>. Ez kis érték, de 4-5 km/ó felett már fokozza a motor üzemanyag fogyasztását.

A kételtű vontatók minden időjárási körülmény között – a jármű összes súlyához képest – kiemelkedő vonóerőt biztosítanak.

A jelentős rúderők indokolják a vonórúdak ferde bekötését. Ez további előnnyel jár: a ferde rúderő függőleges összetevője növeli az adhéziós tapadást, ami miatt a hátsó rúdon tolatás esetén extra toló-, ill. előre menetben fékezéskor extra fékerővel számolhatunk. Mindezek figyelembevételével az adhéziós gumiterhelés növelése, a 6 tonna feletti járművek megépítése elensúlyozta a rendkívüli terhelések – ívek, váltók, emelkedők, rossz pályaállapot – okozta teljesítménycsökkenést. A vontató járműbe hatékony vasúti fék beépítése csökkentette a fékutakat, és javította a saját fék élettartamát. A kuplung használatának speciális

módja jelentősen meghosszabbította annak élettartamát. [5]



4. ábra: Mozgatható elegysúly a pályaemelkedés függvényében ( $V_{max}=5$  km/ó)

A 4. ábra a mozgatható elegysúlyt a pályaemelkedés függvényében adja meg 7%-ig. Ezen túl az üzembe helyező hatóság álláspontja és a helyszíni kísérleti vontatás eredménye dönti el a mozgatható elegysúlyt. A gyakorlatban 30% emelkedőre tolva, a sebesség jó megválasztásával, jelentősen a csúcsterhelés alatt mozgattunk 120-150 tonna elegysúlyú járműveket.

### Üzembe helyezési történetek

A gépatadások történetei azért voltak emlékezetesek, mert az új helyszíneken gyakran előre nem látható események vártak bennünket. Majdnem minden alkalommal extra hosszú vasúti kocsisor várta, hogy igazoljuk a vontatónk jó képességét. A kedves történetekből az alábbiak voltak a legemlékezetesebbek:

1./ A kételtű jármű közötti gumiabroncsa és sínvetetőjének öntött vasúti kereke egyidőben halad a sínen vontatás közben. Közúti üzemben csak a gumikerekek használnának aszfalton kevésbé, betonon fokozottan. A '80-as években az öntödék még hűtő gyűrűben sem tudtak mindig jó felületű és 300 Brinellnél nagyobb keménységű öntöttvasat önteni. Ezért gépatadásakor rendszeresen elmondtuk: „az öntött sínkerekek kopása hamarabb fog bekövetkezni, mint a gumiabroncsoké”. Vevőink ezt csodálkozó arccal fogadták, és bizony nem könnyen hitték el nekünk.

2./ Az első gépeink egyikét Egerhez közeli helyszínen adtuk át. Akkor még állandó kísérőink voltak az újságírók is. Történt, hogy már végeztünk a gépatadás

adminisztrációjával, ami 2-3 órát is eltartott. Váratlanul és hangosan jött be az egyik új fotósunk, és többször elismételte, hogy *a traktor a sínén jár!* Kérdeztük, ez miért lett újság számára? Ő eddig, csak a fényképezőgép keresőjében nézve, azt hitte, a traktor a vágányok között vagy mellett jön és megy, ahol éppen hely van. A szűk keresőn keresztül a lényegét valóban nehezebb észrevenni.

3./ Az egyik erőműben adtuk át a megrendelt vontatót. Már rendelkeztek egy TVG vágány-gépkocsival. Tél volt, minden vastagon deres volt, de a fékmérést mindig meg kell tartani – mondta a hatósági vizsgabiztos. Először a TVG fékezett, és az alacsony súrlódási érték miatt megcsúszó sínkerekein talán 100 métert is csúszott. A négy kerék cseréje azonnal szükségessé vált. Hasonló állapotú másik pályán a kételtű járműnk – teher nélkül – néhány méteren belül megállt. Ugyanis a melegedő gumi minden nedves felületet felszárít, és tisztára radiroz. A legnagyobb hó – úgy 40 cm – egy nyíregyházi telepen próbált meglepetést okozni. Kicsit nagyobb fordulatszámmal két-háromszori gépmenetben minden száraz lett, és kezdődött a kocsik mozgatása. Ilyenkor érezhető, milyen hasznos a kételtűek – a sín és a gumikerék közötti – „második kuplungja”. Addig csúszik és melegíti a sín felületét, amíg az vontatásra alkalmassá lesz.

4./ Egy vasútvállalat vontatóját a Kőbányai úti vasúti telephely 23%-os emelkedőjén próbáltuk ki. Ősz volt és szakadt az eső, vasúti kocsik hiányában egy V63 villamos mozdony várt ránk. Ritka alkalom volt,

hogy a hatósággal együtt hárman voltunk csak. Húzva könnyen vittük az emelkedőre a járművet, amelynek a gördülő tömege kb. 120 tonnának felelt meg. Mielőtt az emelkedő csúcsára értünk, több olajos váltón haladtunk keresztül. Ez már hatásos volt az esővel együtt, mivel minden traktorkerék forgott, de egyhelyben. Annyira szurreális volt, hogy kiszálltam és lefotóztam. (A 23% az 1 km távolságban lévő 10 emeletes toronyház tetejére vezető vágány lejtője!) Azóta tudom és tanítom, hogy ilyen esetben tolni kell letről fel a hátsó vonórúddal, és akkor nem fog útközben megállni még az olajon sem.

## IRODALOM

- [1] *Vanya Imre*: 189 994 Hidraulikus sínvezető berendezés két nyomú közötti járművekhez. (Szabadalom 1981)
- [2] *Vanya Imre*: 197 859 Hidraulikus leszorító berendezés kapcsolási elrendezése, sínvezetőkkel ellátott közötti járművekhez. (Szabadalom 1987)
- [3] *Vanya Imre*: 210 033 Hidraulikus működtetésű sínvezető és sínrögzítő közötti járszerkezetű kotrógéphez. (Szabadalom 1990)
- [4] *Vanya Imre*: A kételtű járművek fejlesztésének 37 éve a vasúti vontatás szolgálatában. Közlekedéstudományi Konferencia előadás, Győr 2019
- [5] *Vanya Imre*: A kételtűek a jelen és a jövő meghatározó vasúti járművei. Előadás, Nyíregyházi Egyetem 2019
- [6] *Vasúti Tudományos Kutató Intézet*: 4610.04 Összefoglaló jelentés a MTZ traktorok alkalmasságának vizsgálatáról.

**VANYA IMRE** 1966-ban szerzett bányagépész diplomát a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán. 1966–1983 között az OÉÁ Kutató és Termelő Művei mérnöke, osztályvezetője. 1982-től a saját befektetésű Mobilitás 82 Kft. ügyvezetője és tulajdonosa. A cég által gyártott kételtű jármű minden típusának és felszerelésének tervezője, és a gyártó felelős vezetője.

## Napelemek újrahasznosítása

Új problémára és megoldási javaslatára hívja fel a figyelmet a *mérnökblog*. Bizonyára hazai kutatásokra és újrahasznosításokra is szükség lesz/van.

A 2000-es évek elején telepített *első napelemek élettartama* a végéhez közeledik. A környezetvédelem jegyében született technológia akár a visszájára is fordulhat, ha a kifutó napelemeket nem hasznosítjuk újra.

Az újrafeldolgozás költségei magasabbak, mint a hulladéklerakókban való elhelyezésük, ráadásul a visszanyert anyagok értéke alacsonyabb, mint az eredeti állapotukban volt. Tekintettel a nehézfémek – például az ólom és az ón – jelenlétére, ha a hulladékot rosszul kezelik, időzített bomba lehet a klímaválság szempontjából. A tipikus kristályos szilícium PV modulok teljes tömegének fő részét képezi az üveg (75%), ezt követi a polimer (10%), az alumínium (8%), a szilícium (5%), a réz (1%), továbbá kis mennyiségű ezüst, ón, ólom és más fémek, illetve alkatrészek. Megoldást jelenthet, ha a globális EV (elektromos jármű) ipar felfedezi a visszavert napenergia-termékekben rejlő lehetőségeket, és a panelben található értékes anyagok kinyerésére összpontosítanak.

Európa az egyetlen olyan régió, amely jogilag szabályozza a fotovillamos-energia termelő eszközök újrahasznosítási folyamatát: a *2012/19/EU irányelv* arra kötelezi az EU tagállamait, hogy rendelkezzenek fotovoltaiikus hulladékkezelési programokkal, a termelőket felelőssé téve az általuk értékesített panelek visszavételéért és újrahasznosításáért.

A belga Liege-i Egyetem Anyagkutatási és Energiakutató Csoportja (The GREENMAT) által végzett kutatások bizonyítják, hogy a jövőben az elhasználadott napelemek értékes szekunder erőforrásnak bizonyulhatnak az elektromos autók akkumulátoraihoz. A csoport kutatói egy új eljárást szabadalmaztattak, amely során a korábban alkalmazott viszonylag magas hőmérséklet (450-600 °C) helyett már 200 °C alatt is kinyerhető a szilícium jelentős része, miközben sem a halogéntartalmú műanyagok, sem pedig a nehézfémek nem bomlanak el. A Journal of ACS Sustainable Chemistry & Engineering honlapján publikált új módszer szerint a szilícium vagy az üveg sem olvad meg, emiatt nincs szükség másodlagos tisztítási eljárásokra. A folyamat során kinyert nagy tisztaságú szilícium pedig felhasználható a lítium-kén akkumulátorok anódjaként.

*mernokvagyok.hu 2020. június 3.*

PT