

Boda Péter¹

A MAGYARORSZÁGI VASÚTI ÁRUTOVÁBBÍTÁS ELEMEI, AZ ELEMEEK ÉRZÉKENYSÉGE ÉS ELLENÁLLÓ KÉPESSÉGE A KATASZTRÓFAHELYZETEK HATÁSAIVAL SZEMBEN

ELEMENTS OF RAIL TRANSIT IN HUNGARY, SENSIVITY AND RESILIENCE OF ELEMENTS AGAINTS DISASTER EFFECT

A magyar vasúthálózat hazánk földrajzi helyzete miatt mind észak-déli, mind pedig kelet-nyugati irányban összeköti Európa országait. Közvetlen vasúti kapcsolatot teremt a kontinens gazdaságilag is fontos régiói között. Teljesítménye tranzit szerepe miatt más, hasonló helyzetben lévő vasutakéhoz (Ausztria, Csehország, Szlovákia) viszonyítva is kiemelkedő, a tranzitforgalomból származó bevételei ezért igen jelentősek és hozzájárulnak az ország passzív fuvarozási szolgáltatási egyenlegének javításához.

E cikkben azt vizsgálom meg, hogy e közlekedési alágazat mennyire ellenálló a katasztrófahehelyzetek hatásaival szemben.

Kulcsszó: vasút, vasúthálózat, vasúti árutovábbítás, katasztrófa, ellenálló képesség.

The Hungarian railway network does connects in the European countries, both in the north and south-east, due to the geographical position of our country. It creates real connections between the economically important regions of the continent. As a result transit role of its prominent in comparison with other railroads in similar situations (Austria, Czech Republic, Slovakia). Compared to these countries are revenues from traffic outstanding also. In this article I examine how is resistant the traintransport again to the disaster effects.

Keywords: railway, railway networks, railway crossing, disaster, resistance.

BEVEZETÉS

A vasúti áruszállítás elsősorban nagy árumennyiségek (tömegárúk) viszonylag nagy távolságra való továbbítására alkalmazható előnyösen, amelynek főbb erőssége, hogy:

- viszonylag független a külső környezeti (pl. időjárási) hatásoktól;
- a közúti szállításhoz képest kisebb a szállítás fajlagos energiaigénye;
- szinte minden árufajta szállítását lehetővé teszi a vasúti kocsik típusok széles választéka;
- a közúti szállításhoz képest kisebb a környezetkárosító hatása;
- előre jól kalkulálható a tarifarendszer.

Főbb hátrányai a kötött pályából származóan, hogy:

- viszonylag hosszú az áruk eljutási ideje, mivel a pályák leterheltek;
- viszonylag kicsi a hálózat sűrűsége;

¹ NKE KMDI doktorandusz. pureglas@gmail.com. ORCID: 0000-0001-6085-4196

BODA PÉTER: A magyarországi vasúti árutovábbítás elemei, az elemek érzékenysége és ellenálló képessége a katasztrófhelyzetek hatásaival szemben

- ha a feladó és/vagy a címzett nem rendelkezik iparvágány-kapcsolattal a vasúti szállításhoz kapcsolódóan közúti fuvarozásra, az áru átrakására, esetleg közbenső tárolására van szükség;
- viszonylag nagy dinamikus igénybevételek érhetik az árukat, különösen a vasúti kocsik tolatása közben;
- a vasúti szállítás a közúti szállításhoz viszonyítva kevésbé rugalmas, nem vagy nagyon lassan alkalmazkodik a fuvaroztatói igények változásaihoz.

Az előnyök és hátrányok számbavétele mellett – a cikk témájából adódóan – fontos azt is megvizsgálni, hogy a vasúti fuvarozás rendszerének elemei miként befolyásolják a vasúti árutovábbítás biztonságát, a rendszer érzékenységét.

A VASÚTI ÁRUFUVAROZÁS ELSŐ ELEME A HUMÁN ERŐFORRÁS

Míg a közúti közlekedésnél „*a közlekedő ember*” azaz a gépjárművezető szinte egyedül végzi feladatát, addig a vasúti szállításnál a *humánerőforrás* tevékenysége egymásra épül, szimbiózisban van, azaz egy elem kiesése, tevékenységének elmulasztása, vagy hibás elvégzése hatással van az egész rendszer működésére. A vasúti szállítás humánerőforrás igénye nagy. A pályafenntartás a pályalétesítményekkel, azok ellenőrzésével, felújításával, karbantartásával foglalkozó szakemberek együttes tevékenységével valósul meg.

A forgalmi tevékenység kiterjed a forgalomirányításra, a nem automata berendezések működtetésére, az állomási rendezői- és tolatási tevékenységekre, a mozdonyok vezetésére, a szerelvények összeállítására, azok ellenőrzésére.

A vasúti áruszállításhoz kapcsolódó távközlési és erősáramú feladatokat, a biztosító berendezésekkel kapcsolatos tevékenységeket az erre létrehozott osztályok szakemberei végzik el. Az előzőekből adódóan látható, hogy a vasúti szállítás humán elemének a vasúti közlekedés érzékenységére gyakorolt negatív és pozitív hatása is ugyanabban a jellemzőben, nevezetesen a tevékenységek egymásra épülésében, kölcsönös hatásában határozható meg. Mivel a vasúti dolgozók felkészítése jól szabályozott, az együttműködés természetes, az emberi mulasztásokra pedig nem lehet felkészülni, ezért ezen elem objektív vizsgálata igen nehéz.

Mint ahogy arra rámutattam, az emberi hibák kiszűrése, a hibák csökkentése a vasúti közlekedés vonatkozásában is elsősorban a humánerőforrásra kell, hogy irányuljanak. Ennek során biztosítani és ellenőrizni kell a munkavégzéshez szükséges ismeretek megszerzését és azok gyakorlatban való alkalmazási készségét, melynek ki kell terjednie a katasztrófhelyzetek hatásai kezelésére is. Ezen szabályzóknak tartalmaznia kell a korszerű (tudományos kutatásokon alapuló) megoldásokat és a nemzetközi tapasztalatokat. Fontosnak tartom a rendszeres egészségügyi és pszichológiai vizsgálatot, amely nagymértékben csökkentheti a balesetek számát. Ez azért szükséges, hogy a nem várt helyzetek hatásaira (pl. katasztrófa) a vasúti fuvarozásban résztvevők megfelelő választ adhassanak, a kialakult helyzetet kezelni tudják.

A VASÚTI FUVARÓZÁS MÁSODIK ELEME A PÁLYA ÉS AZ AHHOZ KAPCSOLÓDÓ LÉTESÍTMÉNYEK

A vasút működése termelési és üzemi folyamatok eredményeinek összessége, [1; 8-9] ez pedig alapvető rendszertulajdonságokkal bír, amelynek egyik előnye² (de hátránya is), hogy az kötött pályán zajlik. Előnye, hogy:

- a pályát – a mozgatható pályaelemek miatt – viszonylag könnyű karbantartani és javítani;
- a biztosítóberendezések (amelyek nagy része ma már automatizált) nagyban megnövelik a vasúti közlekedés biztonságát;
- a pályák folyamatos (informatizált és automatizált) figyelemmel tartása nagyban hozzájárul a közlekedési biztonság fenntartásához.

Hátránya, hogy:

- a pálya és a szerelvény között acél-acél kapcsolat van, amely a tapadásra (elindulás, fékezés, kapaszkodás) negatív hatással bír;
- a pályák (rendkívüli helyzetekben való) deformálódása miatt³ a közlekedés leállhat;
- a nyílt pályákon (általában) nincs letérési lehetőség;
- a mentés (a zárt pályákból adódóan) összetett beavatkozási tevékenységeket igényelnek;
- a biztosítóberendezések érzékenysége (azok külső elhelyezése) miatt a rendkívüli helyzetek hatásaira fokozottan jelentkeznek.

A vasúti pályarendszer nem más, mint a vágányok, a váltók (kitérők) és kereszteződések, a siklasztó saruk, a jelzők összessége. A vágányok speciális (mind a személy, mind a teherforgalom kiszolgálása érdekében) történő összefutását állomásnak nevezzük. Ezek földrajzi elhelyezkedését tekintve lehetnek fejpályaudvarok, amelyek egy vasútvonal végén található, vagy csomóponti állomások, amely két vagy több vasútvonal találkozásánál fekszenek. Rendeltetés szerint megkülönböztetünk személy és teherforgalomra berendezett állomásokat, melyeknél kizárólag személy, illetve áruforgalom bonyolódik le, valamint rendező pályaudvarokat, amelyek feladata a vonatok felosztása és új vonatok képzése a hálózaton. Az állomások alapvetően – a forgalmi-, várakozási-, átrakó- és egyéb közüzemi helyiségek mellett – az alábbi fő elemekből állnak:

- jelzők;
- állomási vágányok (vonatfogadó, indító, átmenő, megelőző, mellék);
- fedezendő pontok (váltók, ütközőbakok, saruk, stb.). [2]

A vasúti pálya a vasúti közlekedés alapvető szereleme, mindazon létesítmények összessége, melyek lehetővé teszik a vasúti járművek közlekedését két adott földrajzi pont között. A pálya rendeltetése a rajta haladó járművek alátámasztása és vezetése. Két fő részre bontható, úgymint alépítmény és felépítmény. Az alépítménybe tartoznak a földművek (töltések, bevágások) és a műtárgyak (például hidak, alagutak), míg a felépítmény részei az

² Csak a pályák szempontjából vizsgálva. (Szerző megjegyzése).

³ Például hőhatás. (Szerző megjegyzése).

BODA PÉTER: A magyarországi vasúti árutovábbítás elemei, az elemek érzékenysége és ellenálló képessége a katasztrófahelyzetek hatásaival szemben

ágyazat és a vágány. A vasúti pálya katasztrófák hatásaival szembeni érzékenységét a továbbiakban ezek alapján vizsgálom.

A VASÚTI ÁRUTOVÁBBÍTÁS ÉRZÉKENYSÉGE A KATASZTRÓFAHELYZETEK HATÁSAIRA

Az állomásokon elsősorban a jelzők, a váltók, a felsővezetékek és a vágányok a leginkább érzékenyek a külső körülmények változásaira. A jelzők és a váltók, érzékenységükből adódóan elsősorban az extrém hideg és a havazás, hófúvás hatásaira adnak negatív választ. A nem fűthető berendezések (mind jelző, mind váltó) - 10°C alatt befagynak, működtetésük speciális technológiai műveletek bevezetését teszik szükségessé. Amennyiben az extrém hideg tartósan - 15°C alá süllyed, és az hófúvásokkal párosul, akkor a szél és az elhaladó vonatok ellenszele a havat újra és újra behordja a jelzőkbe és a váltókba, ezért minden vonat elhaladása után újra ki kell tisztítani azokat. Sajnálatosan módon emiatt a hóborította állomásokon az extrém hideg és a hófúvások együttes hatását már a váltófűtő berendezések sem képesek megszüntetni, teljes mértékben kiküszöbölni, így ilyen időjárási viszonyok között gyakoriak a jelző- és váltóállítási problémák és a rövidzárlatok.

Szélsőséges hőmérsékletek évről évre előfordulnak, de léteznek rendkívül extrém hideg napok is. Extrém hidegről a meteorológusok akkor beszélnek, ha a minimum-hőmérséklet -10 Celsius-fok alá süllyed, illetve ha a napi középhőmérséklet nem haladja meg a -5 fokot. Rendkívül extrém hidegek -20 fok alatti hőmérséklettel leginkább a „szélvédett helyeken” jelentkezhetnek. Ilyen extrém hideg volt a közelmúltban az 1981/1982, 1984/1985, 1986/1987 és a 2002/2003 és a 2010/2011-es teleken, amikor is a hideg és a hófúvás olyan hatásokat idézett elő, amelyek negatívan befolyásolták a jelző- és váltóberendezések működését.

Az állomásokon – azok jellemzőitől függetlenül – általában minden feltétel adott a nem várt helyzetek hatásainak csökkentéséhez, illetve nem kell (akár többször is) kivonulni, nagy távolságokat megtenni a katasztrófahelyzetek, vagy a rendkívüli események okozta károk, meghibásodások következményei felszámolása, megszüntetése céljából.

A nyílt vonalak sokkal érzékenyebbek a környezeti hatásokra, mint az állomási közlekedés. Ez többek között abból adódik, hogy az állomásközi közlekedésben a két állomás között egy vonat tartózkodhat, vagy ha térközi közlekedésről beszélünk – a két állomás közötti vonalszakasz térközökre van felosztva (azaz a vonatok párhuzamosan közlekedhetnek) – akkor is minden térközben csak egy vonat tartózkodhat. Ez a jellemző befolyásolja a bekövetkezett károk felszámolását, mivel a vasúti karbantartó kocsik (un szerkocsik) elindítását csak a forgalom leállításával lehet megvalósítani.

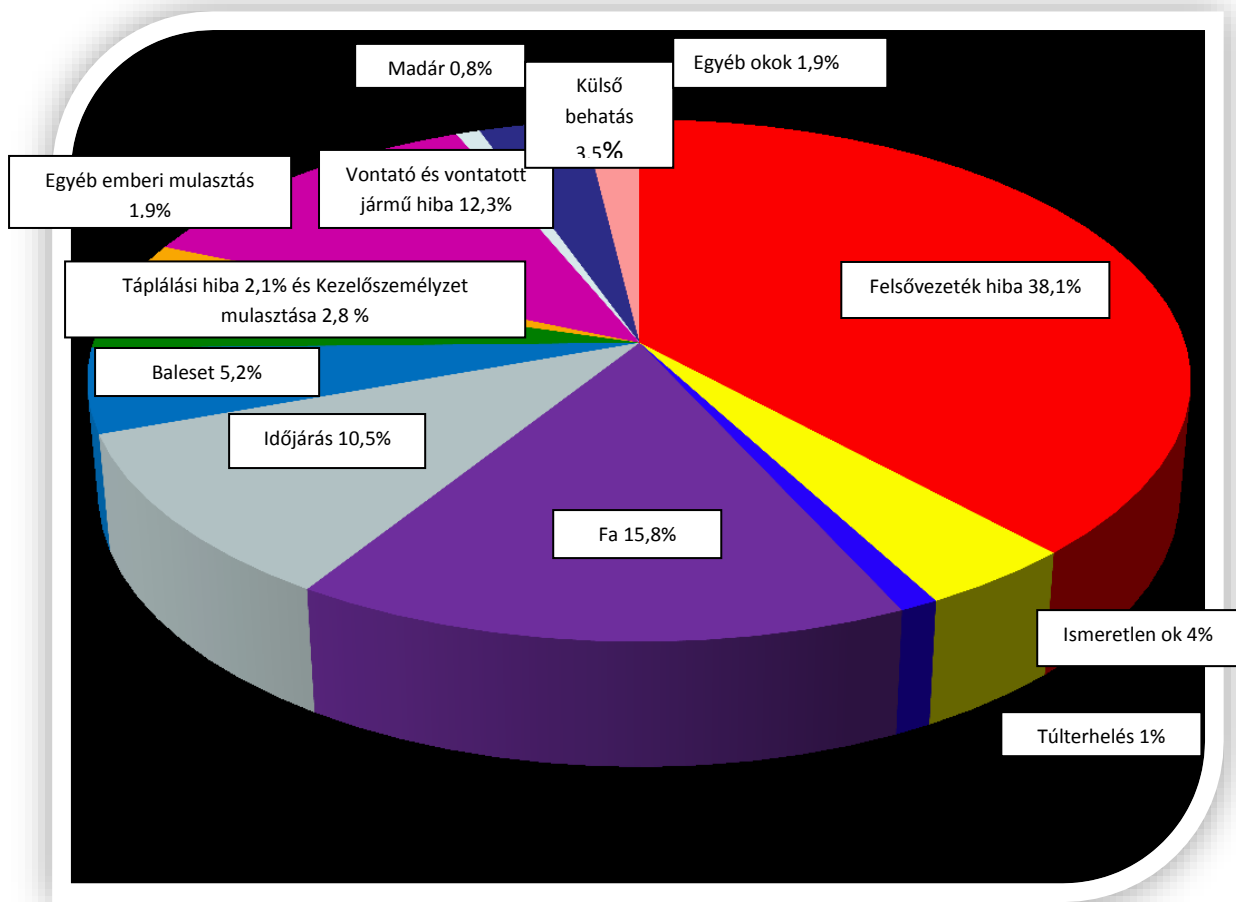
A nyílt pályák sok esetben (pl. katasztrófahelyzetekben) közúton nehezen megközelíthetőek, a MÁV által fenntartott szerviz utak pedig – mivel földutakról van szó – a rendkívüli időjárási körülmények hatásaira használhatatlanná, vagy nehezen járhatóvá válnak.

A lakott településektől, állomásoktól való relatíve nagy távolságok miatt a vasúti szállításra ható veszélyeztető tényezők sokszor hatványozottan jelentkeznek, mivel azok kihatnak a károk elhárítására, a következmények felszámolására fordított időre, a beavatkozó állomány összetételére, nagyságára, a logisztikai biztosítás tervezésére és végrehajtására is.

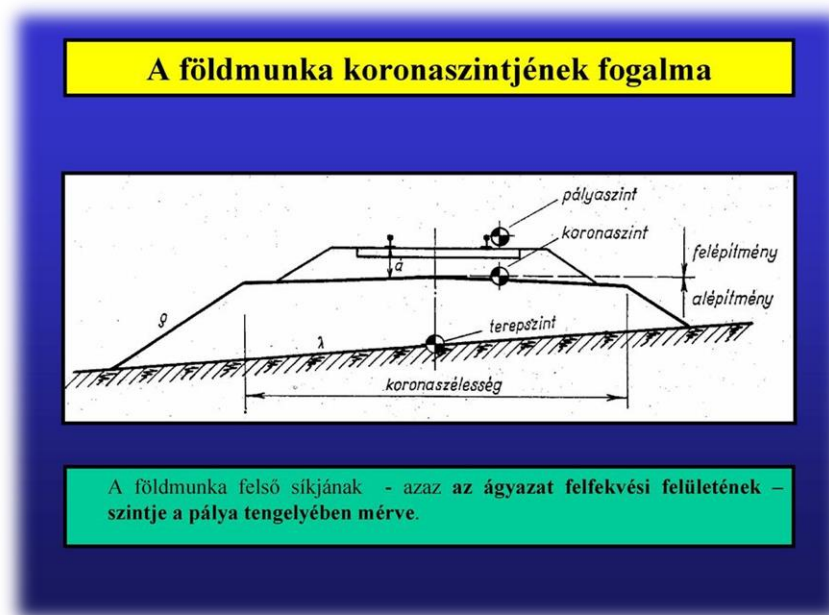
BODA PÉTER: A magyarországi vasúti árutovábbítás elemei, az elemek érzékenysége és ellenálló képessége a katasztrófhelyzetek hatásaival szemben

A nyílt vonalon elsősorban a villamos felsővezetékek, a vasúti pálya (alépítmény és felépítmény), valamint a műtárgyak a legérzékenyebbek a katasztrófhelyzetek, rendkívüli események káros hatásaira.

A MÁV Zrt. villamosított vonalainak jelenlegi hossza 2911 km, ami a MÁV Zrt. összes vonalának mintegy 39%-a, amely különböző rendszerben kialakított vonalakat, vonalanként változó műszaki állapotú szakaszokat foglal magába [4; 17-19]. A vonalak kialakításától, állapotától függetlenül a felsővezeteki üzemi események megoszlása (2005-2014 között) azt bizonyítja, hogy az ott jelentkező üzemzavarok bekövetkezésének mintegy 86%-áért a környezeti hatások és a vasúti közlekedés elemeinek hibás működése a felelősek. Ide soroltam a fák kidőlése okozta károkat, az időjárás hatásaiból adódó meghibásodásokat, a gépészeti kezelőszemélyzet és az egyéb személyi mulasztásból adódó áramkimaradásokat (részleteiben lásd a 1. számú ábrát).



2. számú ábra: Vonatkésések okainak megoszlása a 2005 – 2014 közötti időszakban villamos felsővezeték hibáiból [4; 18].



3. számú ábra: A vasútvonal kialakításának elvi ábrája.

A vasúti pálya alépitménye a koronaszint alatti rész, melynek rendeltetése, hogy teherbíró alapot adjon a felépitmény részére, valamint a jelentkező terhelést lehetőleg egyenletes eloszlással átadja az altalajnak. A talaj egyenetlenségeit (a talaj szintkülönbségeit) általában kétféleképpen szüntethetők meg:

- ha a pálya szintje a talaj felett van, akkor töltés;
- ha pedig alatta, akkor bevágás építésével.

Ha a pálya nyomvonala hegyoldalon vezet, akkor a pálya egyik része bevágásba, a másik része töltésbe kerül. Lejtős terepen a töltést támfallal, a bevágást belésfallal kell megtámasztani. Az alapépitmény felső lapja a töltés koronája, ennek két oldalán padka és talp-árok van. (Ez utóbbi vezeti el a csapadékot.) A töltés földművét rézsűvel képezik ki. A vasúti pálya alépitményei számos tényező hatására szenvedhetnek el úgynevezett romlást, például, ha töltések nem megfelelően vannak megépítve, vagy a víz káros hatásaitól nincsenek kellően védve, az idő elteltével alakváltozásokat szenvednek el. Ezek az alakváltozások végzetes hatással lehetnek a pálya geometriájára és így a közlekedés biztonságára is. Ezeket a nemkívánatos alakváltozásokat az alábbiakban lehetnek.

Rézsűhámlás, az az alakváltozás, amelynél a rézsűből kisebb kiterjedésű részek leválnak. Ennek oka lehet, hogy a rézsű hajlása meredekebb, mint amit az azt alkotó anyag természeténél fogva lehetővé tenne, vagy a vízelvezetés elégtelen.

Rézsűszakadás, amikor a rézsűből nagyobb tömegű töltésrészek kagylósan kiszakadnak. Ez lehet helytelen építési mód, egyenlőtlen ülepedés, vagy vízszák⁴ következménye is.

Töltéscsúszás, amikor az egész töltés vagy az altalajon, vagy az altalajjal együtt elcsúszik. Ennek okai összetettek, hiszen ez a jelenség bekövetkezhet a töltés átázása, a helytelen

⁴A vasúti alépitmények vonatkozásában vízszáknak nevezzük azt a jelenséget, amikor azok finom részai felpumpálódnak, kitiüremkednek. Ez jelenség a vízelvezetési gondokra, az alsó, finomszemű réteg vízzáróvá válására utal. A kitiüremkedés mellett jelenlétére a jellegzetes „szennyezés szaghatása” utal. (Szerző megjegyzése.)

rézsűdölés kiválasztása, az altalaj nem megfelelő előkészítése, vagy a talaj lejtős tömegmozgása, illetve földrengések következtében.

Koronadeformálódásról beszélünk, ha a koronában vízszákok képződnek, akkor az ágyazati kavicsréteg az elsárosodott alépitménybe nyomódik, így a vízszák helyzetétől függően, változatos módon tudja deformálni a koronát.

Mint az látható, a vasúti pálya alépitményének egyik legnagyobb ellensége a víz, de a katasztrófahelyzetek vonatkozásában a talaj lejtős tömegmozgásának hatásait sem hagyhatjuk figyelmen kívül.

A pálya felépitménye – összetettségéből adódóan – sérülékenyebb, mint az alépitmény. E téma vonatkozásában az ágyazat, valamint a vágányok és sínek rendkívüli hatásokkal szembeni érzékenységét tekintem át.

Az ágyazatnak megfelelő tömörségűnek kell lennie ahhoz, hogy kellő ellenállást fejtsen ki a dinamikus hatásokkal szemben. A vele szemben támasztott másik fontos követelmény a zúzottkő szemcseméretéből és alakjából adódó hézagterefogat, ami azt jelenti, hogy kellő mennyiségű, és jól elosztott „üres tér” kell az ágyazatban, mert az biztosítja annak rugalmasságát. szükséges rugalmasságot, mely a hézagterefogat negatív hatásai következtében feltöltődik. Az ágyazat hiánya, vagy elégtelensége miatt az alépitmény anyaga az ágyazatba nyomódik, mely extrém esetekben meggátolhatja a forgalom-lebonyolítást, illetve olyan rázkódásokat generál, amelyek hatására a fuvarozott anyagok az ágyazatra hullnak.

A vágányoknál a külső hatásokra bekövetkező nemkívánatos jelenségeknél szólnom kell a *vágánykivetődésről*, amely a hézag nélküli pályákra jellemző hibajelenség. Ott ahol nagyon hosszú, folyamatos sínszalakat alkalmaznak a pályában ún. hőfeszültségek lépnek fel. Az ilyen vágányokat nagyon fontos, hogy jó minőségű, kellően védett ágyazatra építve, leszorító hatású sínleerősítésekkel szabad kialakítani. Fontos még, hogy olyan hőmérsékleten legyen fektetve, mely a szélsőséges sínhőmérsékletek átlaga⁵. A kivetődés a hőtágulás okozta terfogat növekedés miatt alakul ki, melynek két típusát, a függőleges-, és a vízszintes vágánykivetődést különböztetünk meg. Természetesen a vágánykivetődésekre vasúti járművel ráhajtani nem szabad, mert kisiklás következik be.

A vágányok párhuzamosan futó szálait *síneknek* nevezzük. Jellegzetes hibájuk a *síntörés*, amelyek oka az elégtelen alátámasztás, a hőmérsékletváltozásból adódó méretváltozások nem megfelelő kezelése, a rossz pályaépítés, karbantartás, az anyaghibák, a túlterhelés és a sínvégek elverődése: a sínillesztéseknél a sínvégek elkopnak⁶.

Az előzőekben bemutattam a vasúti pálya al- és felépitményei katasztrófák hatásaival szembeni érzékenységét, mely után – bár az alépitmény részeit képezik – a műtárgyak ez irányú sérülékenységét vizsgálom.

⁵ Ez a semleges hőmérséklet, hazánkban kb. 15 °C. (Szerző megjegyzése.)

⁶ Sínvégek elverődése az a műszaki hiba, amikor a sínillesztéseknél a sínvégek elkopnak. (Szerző megjegyzése.)

A VASÚTI PÁLYA MŰTÁRGYAI ÉRZÉKENYSÉGE A KATASZTRÓFAHELYZETEK HATÁSAIRA

A vasúti pálya műtárgyai [6; 127-143] közé soroljuk a vasúti alagutakat, az átereszeket, vízelvezetőket, a különböző vasúti és vegyes forgalmú hidakat, a közúti felüljárókat és a védműveket (hóvédmű, lavinavédmű, sziklavédmű).

A vasúti alagutak rongálódását – hasonlóan a közúti alagutakhoz – több tényező (vagy azok együttes) hatása okozhatja, melyek közül most csak azokat tekintem át, amelyek a katasztrófák hatásaival összefüggésbe hozhatók. Ezek közül mindenképpen ki kell emelnem az emberi mulasztásból, gondatlanságból bekövetkező eseményeket, amelyek tervezési hibákra, gondatlanságra, technológiai előírások be nem tartására vezethetők vissza. Erre példaként – bár nem vasúti alagútról van szó – az M6-os autópálya Pécs közeli alagútjának építés közbeni második beomlása hozható, amely esemény bekövetkezése technológiai előírások be nem tartására vezethetők vissza.

A civilizációs katasztrófa hatások során szólnom kell a talajrobbantások (2013. Kelet-Szlovákia, Szepesgörgő), kísérleti atomrobbantások (Észak-Korea 2017.), az alagutakban futó közműhálózatok sérüléséből adódó tüzesetek és vízelöntések (2015. Budavári alagút), valamint veszélyes anyagokat szállító szerelvények, járművek kigyulladásából adódó robbanások hatásairól.

Az alagutak biztonságára hatást gyakorló civilizációs katasztrófaforrásokkal kapcsolatban megállapítottam, hogy azok döntő többsége az érvényben lévő (tervezési, kivitelezési, környezetvédelmi, stb.) előírások betartásával, körültekintőbb emberi tevékenységgel megelőzhetőek lettek volna, így azok hatása csökkentését a továbbiakban nem vizsgálom.

Az alagutak katasztrófa hatásokkal szembeni érzékenységére természetesen a természeti veszélyforrások is hatást gyakorolnak. A feldolgozott irodalom alapján kijelenthetem, hogy az alagutakban folyó közlekedés biztonságára leginkább a földtömegmozgások és a földrengések gyakorolnak hatást. Ennek bizonyítására sem időben, sem távolságban nem kell messzire menni, hiszen 2015 elején a Déli pályaudvar és a Kelenföldi pályaudvar közelében először kőgörgöttek kerültek a sínekre, majd másnap a támfal is megcsúszott és az alagút egy része beomlott.

A földrengések hatása által bekövetkezett alagútrongálódásra a világ számos részéről hozhatnék példát, de itt újra csak az M6-os autópályát említem meg, amelynek első beomlását a közelben bekövetkezett földrengés következményei okozták. Természetesen más természeti veszélyek is fenyegethetik az alagutak biztonságát, amelyek közül azok előntését emelem ki. Az alagutak előntésére hegyvidéken, heves esőzések, nagymennyiségű hóolvadás hatására, dombvidéken árvizek és lefolyó belvizek miatt kerülhet sor. Hazánkban ez nem igazán jellemző, hiszen Magyarország domborzati viszonyaiból adódóan egyrészt kevés alagutunk van, másrészt – szintén a domborzati viszonyokból adódóan – erre a katasztrófaveszélyre még nem volt példa.

A fentiekből adódóan az alagutakban folyó közlekedés érzékenységére hatást gyakorló természeti katasztrófaforrások ellenálló képessége növelésének lehetőségeit a továbbiakban csak a földmozgások vonatkozásában vizsgálom.

A vasúti alépítmény átereszeinek, vízelvezetőinek számos típusa ismert, de alapvetően csak, mint nyílt és zárt áteresz különböztetjük meg őket. Bármely típust is tekintjük,

kialakításukat úgy kell tervezni és kivitelezni, hogy azok legyenek képesek a téli időszakban felhalmozódott hó olvadása során keletkező, a hirtelen lezúduló csapadék, a tartós esőzés, a belvív által megjelenő víz megbízható elvezetésére, amely így az a vasúti pálya állékonyságára nem jelent veszélyt. Bármennyire is meglepő az átereszekre és a vízelvezetőkre a víz jelenti a legnagyobb veszélyt. Az extrém időjárási körülmények, a hirtelen hóolvadások, az ár- és belvizek hatására az átereszek hasznos keresztmetszete telítődik, a vízelvezetőkből a víz kilép, ezért számos esetben homokzsákkal kell töltést magasítani, buzgárt felfogni. A megnövekedett víznyomás megbontja, elhordja az átereszek, vízelvezetők burkolatát, a szabadon maradt oldalfalakat alámossa, amivel a hordalék-felhalmozódást tovább súlyosbítja. Néhány esetben előfordul, hogy a vasúti töltés átvágásával kell a felduzzadt vizet mezőgazdasági területre és más, nem védendő területre vezetni.

A vízen kívül más – az alagutakat veszélyeztető tényezőknél tárgyalt – hatások is befolyást gyakorolhatnak az átereszek és vízelvezetők állékonyságára. Ezek közül kiemelem a földtömegmozgásokat és a földrengéseket, amelyek e létesítményeket betemethetik, szerkezeti változásokat okozhatnak, részben vagy egészben megsemmisíthetik azokat, így e vízelvezető létesítmények alkalmatlanná válnak funkciójuk betöltésére.

A különböző vasúti és vegyes forgalmú hidak, a közúti felüljárók rongálódását csak a természeti jellegű katasztrófák hatásai szembeni érzékenységük szempontjából vizsgálom, hiszen az azzal kapcsolatos civilizációs katasztrófahatások tervezési, kivitelezési előírások megszegésére, jogszabályok, szakmai előírások figyelmen kívül hagyására és szándékosságra vezethetőek vissza, azok megoldása pedig elsősorban nem műszaki megoldásokkal, hanem jogszabálykövető magatartással, körültekintő emberi tevékenységgel előzhető meg.

A hidak leszakadását, károsodását néhány esetben az ún. „*rezonanciakatasztrófa*” okozza. Ez a jelenség akkor jön létre, amikor megváltoznak a nyomásviszonyok a szabálytalanul áramló levegőben és egy bizonyos sebességnél a széllekeések olyan rezgéseket gerjesztenek, amelyek megegyeznek a híd saját frekvenciájával, vagy a hídon áthaladó és egyszerre lépő katonák menetelésének frekvenciája egyezik meg azzal és a híd leszakad.

Nagyon ritkán, elsősorban híd provizóriumoknál fordul elő, hogy a szeszélyes vízjárású, általában kisebb vízfolyásoknál az áradások hatására megnövekedett víznyomás alámossa a közbeeső aljzatokat. Azok ennek hatására elvesztik a talajjal (mederrel) való kapcsolatukat és a híd pályaszerkezete a forgalom hatására bekövetkező hullámzás hatására leszakad.

Az előző, tömör összefoglalás alapján látható, hogy a hidak, felüljárók rongálódása többségében emberi mulasztásokra, ártó szándékú tevékenységekre vezethetőek vissza. A természeti jellegű katasztrófák – bár azok bekövetkezését nem zárhatjuk ki.

Bár a vasúti pálya műtárgyai közé soroljuk a vasúti védműveket, de azok érzékenységét, sérülékenységét itt nem vizsgálom, hiszen azok – mint az elnevezésükből is kitűnik – a vasúti pálya elemeit hivatottak védeni, azok állóképessége növelésében játszanak szerepet.

A VASÚTI KÖZLEKEDÉS HARMADIK ELEME A JÁRMŰ, AZOK ÉRZÉKENYSÉGE A KATASZTRÓFAHELYZETEK HATÁSAIRA

A vontatott járművek kialakítása természetesen igazodik a szállítási és egyéb feladatokhoz⁷. A felépítmények kialakítása, a vasúti kocsik teherbírása, a tengelyek száma azok a legfontosabb jellemzők, amelyekkel azok tulajdonságait leírhatjuk. Amennyiben árutovábbítási kapacitásról, vasúti fuvarozásról beszélünk – a fuvarozandó áru típusa, a be- és kirakás eljárási módjai miatt – leginkább a vasúti teherkocsik jellemzőivel foglalkozunk, míg megítélésem szerint (témám szempontjából) sokkal fontosabb szempont a mozdonyok jellemzőinek vizsgálata, mivel a szerelvények mozgatását azok végzik, rendkívüli helyzetekben jellemzőik meghatározóak, sőt magukban is alkalmasak rendkívüli helyzetek, katasztrófaveszélyek kiváltására.

1970-ben a magyar vasúton 117 millió tonna, 1999-ben 49 millió tonna árut továbbítottak. 1970-ben a vasúti vontatásban a villamos vontatás részaránya 27%-os, a dieselé 38%-os volt⁸. 1999-re a villamos vontatás részaránya 79%-ra nőtt, a dieselé 21%-ra csökkent, amely lényegesen javította a káros anyag kibocsátást, de e mellett csökkentette a vasúti járművek, konkrétan a mozdonyok által okozott veszélyforrások kialakulását is.

A vasúti szerelvények katasztrófaérzékenységét elsősorban a pálya és azok azokhoz kapcsolódó létesítmények állapota határozza meg. Amennyiben azok sérülnek, használhatatlanná válnak, így abban az esetben a legjobb vasúti járműparkkal sem lehet a vasúti közlekedést megvalósítani. Gondolok itt az állomási és a nyíltpályán megvalósuló szerelvénymozgásokat meghatározó, a pálya és annak elemeire ható, a műtárgyak állapotát befolyásoló katasztrófahatásokra, a rendkívüli események befolyásoló tényezőire, amelyek lehetséges következményeit már az előzőekben bemutattam, így további vizsgálatuk nem szükséges. Ebből adódóan a következőkben a mozdonyok üzemeltetéséből adódó veszélyhelyzetek kialakulását vizsgálom.

A rendszerváltást követően egy felmérésben a magyar vasút (ezen belül a MÁV-Trakció Zrt.-hez tartozó) mozdonyok állapotát, jellemzőit vették górcső alá. Az eredmény lehangoló volt, hiszen a síneken futó 900 mozdonyból [19] 780 darab (87%) 30 évnél idősebb, s mindössze 10 darab (1%) 10 évesnél fiatalabb. [7] Talán napjainkban sem sokkal jobb a helyzet, hiszen az elöregedett mozdonyflotta működőképességét nem beszerzésekkel, nagy- és középjavításokkal (erről egyáltalán nem hallunk) hanem napi szintű javítgatásokkal oldják meg.

A magyarországi mozdonyparkról megbízható, friss adat nincs. Annyit azonban tudhatunk, hogy a vasúttársaság gépészeti vállalkozása évente több mint tízmilliárd forintot költ az állami mozdonyflottára. „Ebből a keretből havonta átlagosan 622 mozdony napi karbantartását végzik el, és terv szerint 57 mozdony harminc napnál hosszabb javítására kerülhet sor.” [7] A társaságnál azt mondják: a szervizmunkákhoz szükséges alkatrészek egy részét újonnan vásárolják, egyes meghibásodásokat pedig a korábbi döntések nyomán, a „selejtezett mozdonyokból visszanyerhető, felhasználható alkatrészekkel”¹⁰ hidalnak át. Ez, a korántsem

⁷ Vontatás, tolatás, mentés, javítás, stb. (Szerző megjegyzése.)

⁸ A többi gőzmozdonyos vontatás volt. (Szerző megjegyzése.)

⁹ Más adatok szerint mintegy ezer. (Szerző megjegyzése.)

¹⁰ Lásd: „kannibalizmus”. (Szerző megjegyzése.)

biztató helyzet megítélésem szerint kihathat a mozdonyok üzemeltetése során fellépő veszélyforrások számának és azok hatásai növekedésére is.

Az elszabadult mozdonyok, szerelvények is okozhatnak katasztrófhelyzeteket. Ebben az esetben a katasztrófa hatások személyi sérülésekben (súlyosabb esetben halálos áldozatokban), közlekedési balesetekben, jelentős anyagi kárban, forgalom leállásokban, forgalmi átszervezésekben, különböző építmények (műtárgyak) rongálódásában, valamint ezek együttes hatásában nyilvánulhatnak meg.

A vasúti közlekedés legsúlyosabb balesetei, így a katasztrófhelyzetek bekövetkezésére leginkább hatást gyakorló eseményei azok, amikor szerelvény ütközik szerelvényvel. Ezek számos okból (forgalomirányító berendezések hibája, emberi mulasztás, mozdonyok műszaki meghibásodása) bekövetkezhet. Hatásai megegyeznek az előzőekben bemutatottakkal, de súlyosságuk miatt azoknál sokkal összetettebbek, térben és időben sokkal diverzifikáltabbak.

A vasúti járművek katasztrófa hatásokkal szembeni érzékenysége, illetve azoknak a közlekedésbiztonságra gyakorolt hatásai lehetőséget adnak e rendszer állóképessége növelése vizsgálatához, az ez irányú biztonság fokozására vonatkozó javaslatok megfogalmazásához.

ÖSSZEGRZÉS

Megítélésem szerint a vasúti közlekedés leginkább a szélsőséges időjárási körülmények hatásának van kitéve, amelyek extrém esetben katasztrófhelyzetet is előidézhetnek. A szélviharok, az erős fagyok, a huzamosabb hőség (aszály) mind-mind kihat a kötöttpályás közlekedésre, hiszen az áramszolgáltatás és a távközlés akadozik, vagy megszűnik, a vasúti sínek váltói és jelzői lefagynak, vagy éppen a nagy meleg miatt a sínek deformálódnak.

E cikk keretei között a problémák számbavételét, sem az azok megoldására adandó válaszokat (megoldásokat) teljes mértékben nem tudtam számba venni, illetve megválaszolni, hiszen ez az adott területtel foglalkozó szakemberek feladata. Ennek ellenére fontosnak tartottam felhívni a figyelmet arra, hogy a vasúti közlekedés – viszonylagos biztonsága mellett – ki van téve a katasztrófák hatásainak, illetve bizonyos mértékben maga is katasztrófhelyzeteket idézhet elő.

Mind e mellett – melyet remélem, hogy e publikáció is bizonyít – rávilágítottam arra, hogy a vasúti fuvarozás elemeit (humán erőforrás, a pálya, a közlekedési környezet, annak műszaki elemei) hogyan lehet felkészíteni (előkészíteni) a katasztrófhelyzetek okozta nem várt következmények hatásai felszámolására, a katasztrófa hatások következményeivel szembeni állóképességük növelésére.

FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

- [1] Bővebben: Közlekedési rendszerek,
<http://www.kukg.bme.hu/kukg/oktatas/msc/tantargy/BMEKOKUM204/kozlrends.pdf>.
Letöltve: 2017. 08. 15.
- [2] Dr. Fülöp Gábor- Dr. Hirkó Bálint – Dr. Mátyus János – Dr. Pilerszky István – Szabó Lajos: Közlekedés üzemtan II. – Széchenyi István Egyetem, Győr, 2013. Kiadó: Universitas-Győr Nonprofit Kft.
- [3] http://www.kjit.bme.hu/images/stories/targyak/jarmiforg_rsz_modell_ir_msc/Jmuforg_vasut.pdf. Letöltve: 2017. 09. 09.

BODA PÉTER: A magyarországi vasúti árutovábbítás elemei, az elemek érzékenysége és ellenálló képessége a katasztrófhelyzetek hatásaival szemben

- [4] Tóth László erősáramú szakértő, MÁV Zrt. Pályavasúti Üzemeltetési Főigazgatóság: A felsővezeték hálózat fejlesztése és üzemeltetése az új kihívások tükrében. Vasúti Erősáramú Konferencia, Siófok, 2015. November, PPT előadás.
- [5] Dr. Kazinczy László: Vasúti pályák, segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére. „Az építész- és az építőmérnök képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése” HEFOP/2004/3.3.1/0001.01.
- [6] Arató Károly – Szabó Lajos: Vasúti üzemtan I. – Széchenyi István Egyetem, Győr, 2006. Kiadó: Universitas-Győr Nonprofit Kft.
- [7] http://mav.blog.hu/2011/08/31/az_utolsokat_rugjak_a_mozdonyok. Letöltve: 2017. 09. 08.