

## EGY „ÚJ” ETCS VONATBEFOLYÁSOLÁSI SZINT

**Erdei László**

hallgató, Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet  
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [erdei.laszlo1995@gmail.com](mailto:erdei.laszlo1995@gmail.com)

### **Absztrakt**

*A szállítási rendszerek jelentős hatást gyakorolnak a termelési és logisztikai folyamatok hatékonyságára. A szállítási rendszerek esetében kiemelt jelentőségű a folyamatok biztonságának biztosítása. Jelen cikk keretében a szerző javaslatot tesz az ETCS vonatbefolyásolási rendszer fejlesztésére egy új szint bevezetésével.*

**Kulcsszavak:** *szállítás, Európai Vonatbefolyásoló Rendszer, biztonság*

### **Abstract**

*Transportation systems have a significant impact on the efficiency of production and logistics processes. In the case of transportation systems, ensuring security is of paramount importance. In this article, the author proposes to development of the European Train Control System (ETCS) by introducing a new level.*

**Keywords:** *transportation, European Train Control System, security*

### **1. Előszó**

A szállítási rendszerek a logisztikai folyamatok hatékonyságában kiemelkedően fontos szerepet töltenek be. Ezt igazolja az a tény, hogy a szállítási rendszerek tervezése egy igen komoly kutatási területe a logisztikának [1][12]. Kutatásom célja az volt, hogy sikerüljön rávilágítani arra, hogy a vasúti közlekedés még mennyire meghatározó és befolyásoló közlekedési ág hazánkban és az EU nyugati államaiban is. Olcsó és viszonylagosan környezetkímélő tulajdonságait sajnos beárnyékolja az alacsony átfutási idő, a korszerűtlen infrastruktúra, berendezések és járművek. Például egy modern egységes vonatbefolyásoló rendszer segítségével hatékonyan lehetne csökkenteni a szállítási időket mondjuk a Távols-Keletről érkező áruk esetében. Ez az egy példa csak egy kiragadott eset a sok közül, viszont felszínre hozza mindenki számára a kutatásom fontosságát, hogy ezen fejlesztés eredménye sokakat pozitívan érintene.

### **2. Vonatbefolyásolás és éberségfigyelés**

Először a történelmi áttekintést dolgoztam fel a kutatásomban. Ahogyan a vasút az ipari forradalom jelentős találmánya meghódította a világot napvilágra került az a tény is, hogy sok esetben szükségessé válik egy vonatmegállító berendezés alkalmazása. Ez arra volt jó, hogy igény esetén megállítsa a szerelvényt, amely akár egy balesetnek is elejét vehette. Legelső törekvések között az Axel Voge által kifejlesztett mechanikus rendszert kezdték el alkalmazni egy pennsylvaniai vasútársaságnál. A szerelvény megállítása egy mechanikus kontaktuson keresztül valósult meg. Ha a szerelvény egy „**Megállj!**” jelzésű pálya menti jelző mellett haladt el, akkor a rendszer mechanikusan a mozdony főfékvezetékébe iktatott üvegsövet eltörte. Így nyomáscsökkenés következtében a szerelvény hirtelen fékezni kezdett. A rendszer megállította a járművet. Viszont a vasút rohamos térnyerésével együtt és a vasúti közlekedés

sebességével és biztonságával szemben támasztott elvárások is idővel egyre nagyobbak lettek, ezért újabb megoldásokat kellett kidolgozni. Belátták, hogy tisztán mechanikus kapcsolaton keresztül nem hatékony és nem gazdaságos egy vonatmegállító berendezés. Ezek után jöttek az elektromechanikus berendezések.

Hogyha sikerült megérteni azt, hogy mi célt szolgál a vonatbefolyásoló berendezés, akkor a következőnek folytatnom a beszámolót egy olyan rendszerről, amely több szinten is szolgálja a vasúti közlekedési biztonsági színvonalát. Ez a rendszer az ETCS | (European Train Control System) magyarul Egységes Európai Vonatbefolyásoló Rendszer. Nevéből eredően vonatbefolyásoló rendszer, ám funkcióiban túlmutat ezen. Elsősorban, ha a mozdonyvezető a rendszer figyelmeztetése után nem csökkenti a mozdony sebességét, akkor a rendszer automatikusan bekapcsolja az üzemi féket majd, ha szükséges, akkor vészfékezést hajt végre, ezzel megelőzve egy esetleges ráfutásos balesetet egy másik szerelvényel. Az ETCS a vasúti közlekedés biztonságát szinte minden téren próbálja biztosítani. Továbbá van egy hatalmas előnye ennek a rendszernek, amellyel megoldható az akadálymentes interoperabilitás (átjárhatóság) egyes államok között egy adott gazdasági közösségben. Egy szóval az **egységesítési** a vasúti közlekedést.

Az ETCS különböző szinteken került bevezetésre Európában. A LEVEL 0 szint csak a maximális sebességtúllépés esetén avatkozik be. Ezek után ki lett fejlesztve egy STM modul, ami alap biztonsági szint biztosításához képes kommunikálni más vonatbefolyásoló rendszerekkel. Ez is egy különálló szintnek számít az kiegészítősintű ETCS vonatbefolyásolás tekintetében.

Alapszintnek számít a **LEVEL 1** szint, ami már egy komplex vonatbefolyásoló rendszerként lett megtervezve. Ezen a szinten már nem csak a sebességtúllépés esetén avatkozik be a rendszer. Elsősorban meg kell ismerkednünk a **balíz** fogalmával, melynek jelentése egy francia szóból eredően „útirányjelzőt” jelent. Ez a két sín pár közé erősített elektromágneses elven működő berendezés, ami a legalapvetőbb pályamenti rendszerem lesz a következő szintnél is. A balíz a pálya meghatározott részén kerül elhelyezésre. Ezek használatával úgynevezett pontszerű vonatbefolyásolás alakítható ki, azaz a balíz fölötti elhaladáskor információkat tudunk a mozdonyra juttatni, amelyet fölhasználhatunk például, kényszerfékezés kiváltására vagy egyéb mozgások befolyásolására. Ez a kommunikáció csak egyirányú lehet. A balíz egy nem aktív tekercset tartalmazó, igazán egyszerű szerkezet, amit a felette elhaladó mozdony vevőantennája gerjeszt fel és így juttatja át a bele táplált információt a fedélzetre. A pályán elhelyezett balízok szakaszokra osztják a vasúti pályát és a felette való áthaladás ellenőrzésével szakaszosan lekövethető a vonat helyzete, így nem állomásközre hanem már térközre tudjuk lebontani az ellenőrzés folyamatot.

Következő szint a **LEVEL 2**. Itt részben a pályamenti jelzők és balízok, illetve részben a rádió kommunikációs (**GSM-R**) rendszeren keresztül valósul meg az adatforgalmon mozdony és a központ között. A balízok csak helymeghatározásként részei ennek a szintnek. A GSM-R vezeték nélküli kommunikációs rendszeren valósul meg a kommunikáció, amely képes a másodpercekénti kétirányú adattovábbításhoz. Nagyobb vasútállomásokra vannak telepítve az **RBC központok** (**R**adio **B**lock **C**enter). Ez az irányítóközpontok különböző interfészekkel rendelkeznek, amelyekkel például a szintbeni útátjárók, a váltók felügyeletét látják el. Ezeket túl felügyeli az összes körzetében közlekedő vonat mozgását és helyzetét, továbbá a fix berendezéseket is.

Az ETCS vonatbefolyásoló rendszernek létezik egy LEVEL 3 szintje is, viszont a kiépítettség és az üzemeltetés során megbukott az elmélete [1][3][4].

Mielőtt bemutatásra kerül az általam tovább gondolt **ETCS LEVEL 4** vonatbefolyásolási szint meg kell ismerkedni az éberségfigyelés megoldásával is. Erre Magyarországon egy jól bevált rendszert al-

kalmaznak a legnagyobb vasúti vállalatnál. Ez egy vonatbefolyásoló rendszerrel összekötött éberségfigyelő rendszer. Rövid nevén **EÉVB** (**E**gységes **É**berségi és **V**onats**B**efolyásoló **B**erendezés), amely egy olyan a pályaföldalati biztosítóberendezéssel együttműködő vasúti biztosítóberendezés, mely a mozdonyvezetők figyelmét, ébrenlétét, éberségét ellenőrzi és a reagálás elmaradása esetén megállítja az adott vonatot, járművet, továbbá a pályába táplált ütemezett jelek kiértékelésével néhány beavatkozási lehetőséget valósít meg a pálya menti jelzők által közölt sebességparancsok betartásának kikényszerítésére (például „Megállj!” állású jelző mellett elhaladás esetén kényszerfékezés 15 km/h haladási sebesség felett). Nyolc fajta vezetőállás jelzést különböztetünk meg. Ezek az adott szakasz sebességjelzéseit mutatják a mozdonyvezetőnek, a műszerfalon elhelyezett kijelzőn keresztül. A régebbi mozdonyokon mechanikus, a modernebbeken pedig digitális kijelző mutatja az alábbi jelzéseket.

Az éberségi rendszerek működhetnek idő- vagy útarányos alapon is. Időarányos ellenőrzés alacsony sebességű pályákon közlekedő és tolatómozdonyoknál használatos. A távolság alapú ellenőrzés pedig minden 80 km/h sebesség feletti vasúti közlekedésnél.

Az EÉVB éberség ellenőrző rendszere útarányosan működik. Vagyis egy megtett úthossz után szólalhat meg az éberségi kürt jelzése. Sebességcsökkentés nélküli jelzés esetén 1550+50 méter út megtétele után a berendezés hangjelzést ad. Ezt a mozdonyvezető egy folyamatosan nyomott lábpedál vagy egy speciális nyomógomb felengedésével tudja nyugtázni. A nyugtázásra 150 méter távolság megtételeig van lehetőség, ha ezt időben nem végzi el a mozdonyvezető, akkor a berendezés kényszerfékezést kezdeményez, ha a fékezés közben reagál a mozdonyvezető, akkor a fékezés abba marad. Egyes esetekben fékezés után akkor lehet elkezdni újra a gyorsítást, hogyha a sebesség lecsökkent 15 km/h alá, és ha ekkor a jelzés is nyugtázva lett. Ezen rövid összefoglaló által megérthető az éberségfigyelő berendezések alkalmazása [5, 6, 7, 8]

### 3. Új ETCS vonatbefolyásolás szint kidolgozása és összekapcsolása az éberségfigyelő berendezéssel

Az új ETCS szint elnevezése stílusosan **LEVEL 4** névvel lett ellátva. Az alapkoncepció az, hogy felszámoljunk minden pályamenti berendezést a vasúti közlekedésben (például a balizokat, pályamenti jelzőket stb.). Ebből eredendően a mozdonyvezetők közvetlenül a műszerfalon lévő irányítási képernyőn keresztül kapnak meg minden utasítást és információt. A balizok eddigi funkcióinak szerepét a GSM-R kommunikációs rendszer fogja betölteni. Ez a vonatban elhelyezett GPS jeladó segítségével fogja szolgáltatni a helyadatokat az erre kifejlesztett rendszerbe, amely az adatfeldolgozással és elemzéssel fogja tovább segíteni és egyszerűsíteni a szektorban dolgozók munkáját. Ez a GPS jeladó-vevő készülék lenne a legköltségesebb beruházási alap, mivel minden forgalomban lévő mozdonyban lennie kellene egynek. A beépített nyomkövetők a globális GPS rendszeren keresztül mérnék be a szerelvény aktuális pozícióját, és másodpercenként küldené a helyadatokat. A folyamatosan érkező pozícióadatok alapján – amelyeket egy számítógép feldolgoz – meghatározható a szállítás legfontosabb információi. Két GPS koordináta között tudjuk mérni az eltelt időt és a köztük lévő távolságot. A két adat hányadosukból máris kinyerhető a két pont közötti sebesség. Ha egyes útvonalpontok előre vannak definiálva a térképen, mint célpontok, akkor az eddigi vagy megengedhető sebességi adatok (sebességkorlátozások) alapján ki tudja számítani a rendszer az egyes pontokra való érkezési időket. Lényegében itt az állomásokon az érkezési és indulási időadatokat fogja szolgáltatni, melyből kiszámolható az esetleges (pillanatnyi) késés is. A kiszámított alapadatokból (távolság/szakaszidő → sebességből) további alrendszerek fognak tudni további adatokat meghatározni, amellyel továbbá növelhető a biztonság.

Az RBC központokat ezen a szinten is a nagyobb állomásokon helyezzük el vagy túl nagy állomásközök esetén egy elkerített területre a pálya mellett. Ide a GSM-R egységes kommunikációs rendszer küldi az információkat. Tehát idefutnak be az adatok a mozdonyokból, amelyek további feldolgozáson esnek át. Ezek a kinyert adatok lesznek megosztva az internetes vonatkövető alkalmazásokba, illetve kerülnek az archívumba. Ezek az előbb leírt feldolgozások folyamatosan mennek végbe és meg is lesznek osztva az internetes vagy telefonos alkalmazásokban. Mivel ezeknek az applikációknak az az egyik a célja, hogy az utazóközönséget tájékoztassák a forgalom pillanatnyi állapotáról. Manapság nagyon elterjedt, hogy az okostelefonunkon követjük azt a vonatot, amellyel utazni fogunk.

Intelligens közúti közlekedési rendszerek esetén a kommunikáció megvalósulhat két jármű között is. Ezt nevezzük V2V-nek (Vehicle to Vehicle). Ez a technológia átültethető a vasút világába is. Ezzel a specifikációval a szerelvények egymással való ütközése teljes mértékben kizárható, illetve bármilyen más észlelt közlekedést veszélyeztető jelenség megosztható vele. Így ez a figyelmeztetés is megjelenik a rendszerben, ezért nem fogja a többi mozdonyvezetőt esetleges meglepetés érni, továbbá tudnak kommunikálni egymással ezen keresztül [1][9].

Tartozik ehhez a tervezett szinthez egy ellenőrző alrendszer is. Mint például ahogyan a vagonokban működik egy elektronikus jeladó, amely a mozdonyal összeköttetésben van és jelzi, hogy hány darab és milyen vagonok lettek a mozdony után kapcsolva. Ezért ezek tulajdonságait meg lehet tekinteni a mozdonyban lévő kijelzőn. Ha ez megegyezik azzal a darabszámmal, amit a mozdonyvezető megadott, akkor a mozdony felszereltsége zöld utat kap az induláshoz. Továbbá egy elektronikus jelző fogja a hibát jelezni a mozdonyban lévő rendszernek például, ha egy ajtó nem tud megfelelően záródni vagy a vész ajtónyitót próbálják üzembe helyezni menet közben. Ezek az információk a mozdonyban gyűlnek össze, igény esetén a számítógépes rendszer be tud avatkozni és esetleges beleseteket megelőzni egy vészfékezéssel.

**Szükség lesz még egy olyan szoftver kifejlesztésére, ami tudja:**

- kezelni a főfékvezetékbe iktatott fékező szenzort,
- feldolgozni a GPS-ből fogadott helyadatokat,
- fogadni és feldolgozni a vagonokból érkező jelet,
- az éberségfigyelő rendszertől fogadni és számára küldeni adatokat,
- kezelni a GSM-R jeladót, amivel tartja a kapcsolatot az RBC-vel és a körzetben lévő vonatokkal.

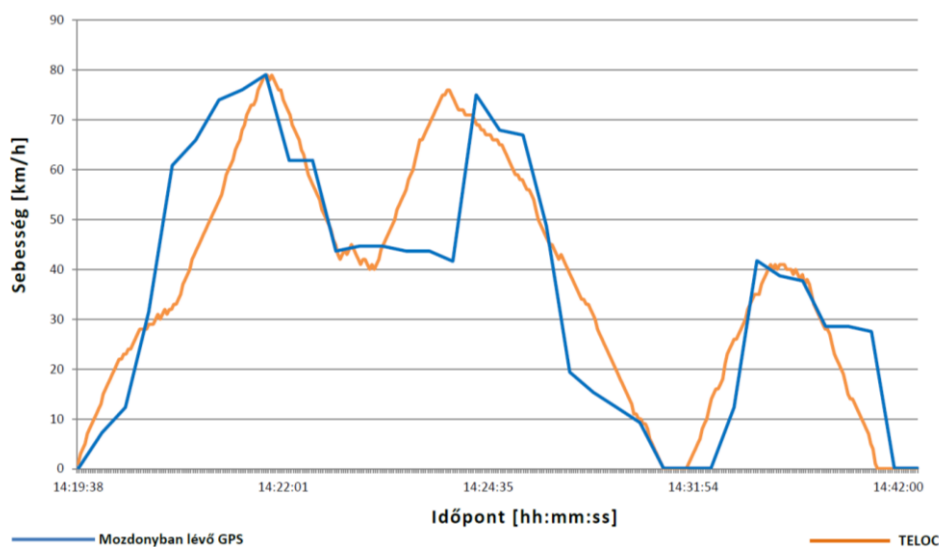
Fontos rendszer ez ETCS Level 4-nél az éberségfigyelő rendszer alkalmazása. Ez a rendszer nem fix távolságonként fog jelezni, hanem egy adott intervallumon belüli távolságonként fog ellenőrzésre váró jelet küldeni a mozdonyvezető számára (például 1000-4000 méter közötti szakaszintervallumon belüli jelzések). Továbbá 30 percenkénti **Nyugtázási módváltó** berendezés, amelynek használata a jelzések lekezelésének a monotonitását töri meg. A kétfajta nyugtázási mód lehet a bevált lábpedál nyomva tartása (nyugtázás = felengedés) vagy a nyomógomb használata (jelzés esetén a gomb megnyomásával történik meg a nyugtázás).

**Az ETCS Level 4 által szolgáltatott és előre meghatározott információk, amelyeket az éberségfigyelő rendszer figyelembe vesz a jelzések közötti szakasztávolságok meghatározásához:**

- sebesség korlátozások egyes szakaszokon (ez folyamatosan frissül),
- állomásközök távolsága (fix),
- a mozdonyvezető eddig reakcióidője,
- két szerelvény közötti biztonságos fékút hossza,
- két egymás után közlekedő szerelvény sebesség adatai,
- kis sugarú pálya ívek, hosszú egyenes szakaszok stb.

#### 4. Sebességmérési módszerek

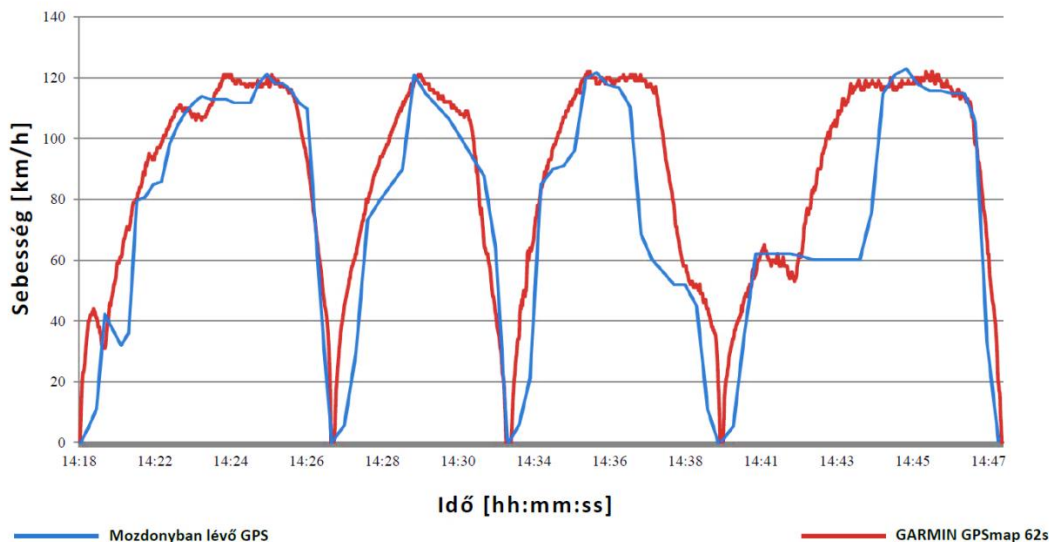
Az ETCS Level 4 szint bemutatásában szó esik arról, hogy GPS általi sebességmérés lesz alkalmazva az üzemeltetés során. Viszont a GPS folyamatosan az elmúlt időpillanat sebességét tudja csak reprezentálni a mozdonyvezető számára, így egy kicsit át kell gondolni a sebességmérési koncepciót. Ezek a sebességértékek nagymértékben eltérhetnek a tényleges sebességtől a gyorsítási és lassítási szakaszokon [1][10]. A jelenleg MÁV-Start Zrt. mozdonyain egy hitelesített TELOC mechanikus sebességmérővel és egy GPS jeladó segítségével történik a sebességmérés. Viszont ez a mozdonyokba telepített GPS jeladó nem tud kielégítő pontosságú adatokat közvetíteni a programnak így csak tájékoztató jellegű információt ad.



1. ábra. TELOC általi sebességmérés és a mozdonyban lévő GPS összehasonlítása

Ezt mutatja az előző grafikon is. A kézzel jelölt mozdonyban lévő GPS berendezés esetén látszik a késés a gyorsítási és lassítási szakaszokon. Ebből eredendően lett levonva az a következtetés, hogy ez a felszerelt GPS berendezés alkalmatlan az ETCS LEVEL 4 feladatának az ellátására. Viszont a TELOC sebességmérő alkalmas a hirtelen sebességváltozások rögzítésére. Amit meg kell még említeni a TELOC sebességmérésről, hogy nagy hatással van a mérési pontosságára a futóművek állapota. Mivel a kerékátmérő függvényében változhat a TELOC mérőberendezés által mért sebességadat a ténylegestől. Már kisebb kopások esetén is km/h-ban mérhető különbség jelentkezik. A tényleges sebességet a kerék középátmérőjéből lehet kiszámítani. A kerék felületén jelentkező nagyobb kopásnak köszönhetően lehetséges, hogy a TELOC sebességmérő a ténylegestől eltérő sebesség értéket mutat. Másik eset is létezik, amikor a kerékátmérő nagyobb a beállított középátmérőtől. Ezért bizonyos időközönként újra be kell állítani a középátmérőt, hogy megfelelő pontosságú mérést tudjon elvégezni. Ennek fontossága még nem egyértelmű, de hamarosan világossá válik [11].

Egy turista GPS készülékkel készített mérés sebességadatait vettem össze a mozdonyban lévő GPS által mért adatoktól a 2. ábrán. Láthatjuk, hogy nagyon nagy pontossággal tud mérni egy polgári felhasználásra szánt GPS készülék is. Ezzel lehet bizonyítani azt, hogy nem kell magas technológiai fellettségű GPS készülék a real time közlekedési felügyelet megvalósításához.



2. ábra. Garmin GPSmap 62s GPS készülék és a mozdonyban lévő GPS összehasonlítása

A **Sebességmérési módszerek** rész összegzéseképpen arra az elhatározásra jutottam, hogy a pontos GPS és a TELOC általi sebességmérési módszereknek meg kell maradnia a tényleges sebességadatok kiszámításához, főleg a lassítási és gyorsulási fázisokban. Az ezek által mért két adat folyamatosan össze lenne vetve egymással, amellyel képes lesz a rendszer egy teljesen pontos sebességeredményt biztosítani. Továbbá a két berendezés ellenőrizni tudja egymás működését, főleg a TELOC-nál a kerékkopás mérését.

## 5. Összegzés

ETCS Level 4 egy egyszerűbb és letisztultabb rendszer az elődökhöz képest. Kevesebb meghibásodási lehetőséget rejt magában és alig függ a külső tényezőktől a működése. Ha valami probléma adódik elég egy informatikus szakember lappal a hóna alatt a probléma elhárításához és nem kell a mozdonyt a műhelybe átvizsgálásra küldeni. Ezért a hibaelhárítás ideje jelentős mértékben tud csökkenni ez által.

Az ETCS Level 4 és az „új” éberségfigyelő rendszer összeköttetésével egy olyan konstrukciót sikerült megalkotni, amely megtestesíti „az emberi és félig automata-közlekedési szintet”. Egyes esetekben a mozdonyvezető ellenőrzi a gép munkáját, másik esetben pedig a mozdonyvezető reakciójának a vizsgálatával ellenőrzi a gép a fedélzeti személyzet munkáját. Nap, mint nap látunk rá példát, hogy nem lehet, sőt nem is szabad teljesen kiszorítani az emberi erőforrást a közlekedési területekről. Kutatásom által bemutatott rendszer is ennek a példázata. Remélhetőleg a felvázolt javaslatokkal sikerülhet korunk egyik legbiztonságosabb vasúti üzemét megalkotni.

## 6. Felhasznált irodalom

- [1] Bányai T.: *GIS Based Run-Time Evaluation of Supply Chain Processes*. In: Car, Griesebner, Strobl (szerk.) *Geospatial Crossroads @ GI\_Forum '09 - Proceedings of the Geoinformatics Forum Salzburg*. Salzburg: Herbert Wichmann Verlag im Verlag VDE GmbH, pp. 1-10.

- [2] Veres P., Bányai T., Illés B.: *Automatikus járatmódosítás megoldása intelligens szállítási rendszerekben* In: Kovács László, Piller Imre (szerk.) Doktoranduszok Fóruma 2016: Gépészmérnöki és Informatikai Kar szekciókiadványa. Miskolci Egyetem, 2017. pp. 106-111.
- [3] Jóvér B.: *ETCS Az Egységes Európai Vonatbefolyásoló Rendszer*, MÁV Baross Gábor Oktatási Központ 2006. [www.etcs.hu](http://www.etcs.hu)
- [4] Tenczer G.: *Mikor fogunk itthon százhatvannal vonatozni*, Index, 2017. [http://index.hu/belfold/2017/01/31/mikor\\_fogunk\\_itthon\\_szazhatvannal\\_vonatozni/](http://index.hu/belfold/2017/01/31/mikor_fogunk_itthon_szazhatvannal_vonatozni/)  
Letöltve: 2017. március 25.
- [5] Villamosmozdonyok közlekedésbiztonsági berendezései <https://www.youtube.com/watch?v=0aXX4k53Msk&t=149s>
- [6] V63 Gigant Club - *Az EÉVB és a vezetőállásjelző jelzései*, Budapest, 1998.  
[http://gigant.chem.elte.hu/gigant\\_club/jelzes/vezjelzo.html](http://gigant.chem.elte.hu/gigant_club/jelzes/vezjelzo.html)  
Letöltve: 2017. március 22.
- [7] Herege J.: *Vasúti berendezések működése*, MÁV Zrt. Budapest, 1973., pp. 27-39.
- [8] Fék és biztonsági berendezések  
[https://www.youtube.com/watch?v=xzAB\\_MO8ZBE](https://www.youtube.com/watch?v=xzAB_MO8ZBE)
- [9] Dr. Maros D., Tokodi D., Tiszavölgyi Zs.: *A GSM-R rendszer jelene és jövője*, Vezetékek világa 2015/1 XX. évfolyam, 1 szám. pp. 17-21.
- [10] Rudolf Á.: *GPS rendszer működése és alkalmazása a biztonságtechnikában*, Hadmérnök VII. Évfolyam 1. szám - 2012. március, 40/43 p.
- [11] Sebességmérők és működésük. <http://www.lococlub.hu/Leirat/seb/seb.html>  
Letöltve: 2017. március 22.

Jelen cikk a szerző engedélyével jelent meg másodközlésben. Az első megjelenés bibliográfiai adatai: Erdei László: *Egy „új” ETCS vonatbefolyásolási szint*. Diáktudomány: A Miskolci Egyetem Tudományos Diákköri Munkáiból 11. pp. 71-77. (2018)