

M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi  
Egyetem**

**Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar  
Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék**

**Indulási pozíció meghatározása ETCS 2-es szinten**

Nagy Gábor

F3YMMJ

2015.

## Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés .....	2
1.	ETCS működésének alapjai.....	3
1.1.	ETCS 1-es szint.....	3
1.2.	ETCS L1 működése .....	5
1.3.	ETCS 2-es szint.....	7
1.3.1.	Az RBC funkcionalitása .....	7
1.4.	Közlekedés 2-es szinten .....	9
1.5.	Balízkok telepítése [2.].....	10
2.	Elindulás állomásról ETCS 2-es szinten .....	12
2.1.	Állomási vágányok tervezési esetei.....	13
2.1.1.	Közbenső váltó .....	13
2.1.2.	Ingavonat fordulása állomáson.....	14
2.1.3.	Csoport kijáratil jelzők esete .....	18
3.	Összefoglalás.....	19
4.	Források.....	20
5.	Ábrák jegyzéke .....	20

## 1. Bevezetés

A vasúti automatizálás igénye szinte egyidős a vasúttal magával, azonban a fejlődése országoként eltérő irányokba haladt. Ennek egyik eredménye, hogy Európában jármű oldalról az interoperabilitás nem megvalósítható, bár léteznek több áram nemű vontatójárművek, azonban a jelzési, és vonatbefolyásoló rendszerek országoként eltérnek. Ugyan felfedezhetünk hasonlóságot például az osztrák, német és svájci jelzési rendszerek között, sőt a vonatbefolyásolás mindhárom országban közel azonos, de például a magyarországi rendszerek ettől gyökeresen eltérnek. Hasonlóan, más európai országok esetében is igencsak sokszínű jelzési és vonatbefolyásoló rendszerekkel találkozhatunk. Ez egész Európában megnehezíti az átjárhatóságot, így 1989 óta az Európai Unió, az UIC és az ERA, valamint jogelődjeik megkezdték egy olyan rendszer kialakítását, mely egész Európában egységes vonatbefolyásoló-rendszerként működhet. Ez lett az ETCS (European Train Control System), az Egységes Európai Vonatbefolyásoló Rendszer.

## 1. ETCS működésének alapjai

Az ETCS vonatbefolyásoló rendszer, három különféle szolgáltatási szinten valósítja meg a vonatbefolyásolást, valamint e 3 szinten kívül lehetőséget biztosít a nemzeti vonatbefolyásoló rendszerek illesztésére is. A 3 szint, három különböző szolgáltatási színvonalat biztosít, az 1-es szint pontszerű befolyással, míg a 2-es, 3-as szintek folyamatos befolyásolással üzemelnek. Ahhoz, hogy érthető legyen a dolgozatom fő témája, először a szinteket és a rendszerelemeket kell megismerni. Ez utóbbiakat a szintek bemutatása során ismertetem.

### 1.1. ETCS 1-es szint

Az 1-es szint az egyetlen olyan szint, ahol pontszerű vonatbefolyásolást alkalmazunk. Ehhez pedig, a vasúti pályán elhelyezett pontszerű jelfeladó elemeket, balízokat kell telepíteni. A balíz egy olyan jelfeladó elem, amely a jelátvitelt légrésen keresztül valósítja meg, az áramellátást pedig a mozdonyon elhelyezett antennából kapja. A balízoknak két formája létezik: a vezérelt és a vezéreltlen. Telepítésük a pálya egy fix pontján történik, jellemzően csoportokban. Egy balízcsoporthoz jellemző paraméterek a:

- Referencia balíz helye
- Balízcsoporthoz tagjainak száma.

Egy balízcsoporthoz 1-8 balíz tartalmazhat és két egymást követő balíz közötti távolság az engedélyezett maximális vonali sebesség függvényében 2,3-15 méter lehet.<sup>1</sup> A balíz csoportok különböző információt adhatnak abban az esetben, ha a vonat a névleges irányuk, vagy a reverz irányuk szerint haladja meg. Jellemzően a reverz irányban meghaladt balízcsoporthoz csak a láncolási információkra használjuk, ha erre szükség van. A balízcsoporthoz irányáról csak legalább 2db balíz tartalmazó csoport esetén beszélhetünk. A balíz csoportok lehetnek láncoltak, vagy egyedül állók, azonban Magyarországon a MÁV ETCS-re vonatkozó feltétfüzetének 2007-es 1. kiadása alapján csak láncolt balíz csoportokat lehet telepíteni.[3.] A láncolás azt jelenti, hogy a biztonságot növelve egy balízcsoporthoz megadjuk, hogy a következő balízcsoporthoz milyen messze található, illetve mi a referencia balíz azonosítója. A láncolási távolság maximálisan 1800 méter lehet. A

---

<sup>1</sup> Magyarországon a 120-160km/h-s sebességhez a legalább 2,3 méter tartozik.

referencia balíz azonosítójára pedig azért van szükség, mert például egy nyíltvonali elágazásnál előfordulhat, hogy a vonat nem a megfelelő irányban megy és a láncolási távolság ekkor közel ugyanannyi, viszont más a referencia balíz azonosítója, így a hiba észrevehető. A láncolási információ alapján, ha nem találja a fedélzeti berendezés a következő balízcsoportot a láncolási távolság +- konfidencia-intervallumon belül, akkor az üzemi, vagy vészfékezést vált ki. A távolságot egy másik elem, az odométer szolgáltatja. Ez a tengelyek végén elhelyezett mérőműszer, mely a fordulatszámot méri, és a kerék kerületének ismeretében tudja kiszámolni a megtett távolságot. A kerék kerülete a fedélzeti számítógépben, az EVC-ben tárolt érték, melyet csak és kizárólag az erre feljogosított személyek módosíthatnak. Ezt egészítheti ki a radar, ami a vonat elején elhelyezett eszköz, mely egy Doppler-elvű radar és ugyancsak a megtett távolság mérésére szolgál. Azt, hogy melyik féket kell ilyenkor aktiválni, a specifikáció nemzeti jogkörbe sorolja. Mivel több olyan változót is használ az ETCS rendszer, aminek értékét nemzeti szinten lehet módosítani, így a rendszerek belépési helyénél telepítésre kerülnek olyan balízek, amelyek ezeket a nemzeti értékeket adják fel a vonat számára.

Hova kell balízokat telepíteni, és hogyan? Elsősorban természetesen minden főjelzőhöz szükséges a balízek telepítése, valamint állomásokon, ha szeretnénk ETCS-szel felügyelni a tolatási mozgásokat, akkor a tolatási jelzőkhöz is, bár erre nem nagyon látunk példát. Mivel pontszerű jelfeladás van csak, így használhatunk infill balízokat amelyek valódi, vagy virtuális előjelzőként működnek. Valódi előjelzőként akkor, ha van tényleges előjelző/ismételőjelző telepítve, virtuálisként pedig, ha a pálya egy pontján telepítünk egy balízt, ami a főjelző jelzési képét adja fel a fedélzetre. Fontos továbbá, hogy ha szeretnénk a főjelzők közti balízokat láncolással ellátni, akkor az 1800 méteres szabály betartásával további balízek telepítése lehet szükséges, különösen egy állomástávú közlekedésre berendezett vonalon. Ekkor ezek a közbenső balízek csak helyinformációt közölnek, hiszen nem érdekel minket a több kilométerre található jelző aktuális állapota, azt majd legkésőbb fékútnyi távolságban egy előjelző balíz megmondja, csupán a jelzők közti láncolást szeretnénk megvalósítani.

A balízek telepítése szabvány szerint a két sínközé történik középre, illetve ívben oly módon eltolva, hogy a balíz gyártó által megadott antennája a nyomtáv közepén legyen. Telepíteni lehet a balízokat a keresztaljakra, azonban ez a pályafenntartók által kevésbé kedvelt megoldás. Sokkal inkább kedvelt és elfogadottabb az aljak közé történő hevederes

telepítési mód. Ekkor egy speciálisan erre a célra kialakított heveder kerül a sínekre felhelyezésre és rögzítésre, melyen középen találhatóak a balíz rögzítési pontjai. Pályafenntartási szempögből nézve ez sem túl kedvezö, azonban még mindig jobb, és könnyebb karbantartást tesz lehetővé, mint az aljakon elhelyezett balíz.

## 1.2. ETCS L1 működése

Mivel az 1-es szintet a legkönnyebb megérteni, így itt részletesen szeretnék kitérni a vonat közlekedésével kapcsolatos lépésekre, különösen, hogy több esetben is azonosság, illetve hasonlóság van a 2-es, valamint 3-as szinttel.

Induljunk onnan, hogy a vonat az állomáson áll, a vezető a járművön van és bekapcsolta az ETCS berendezést, amin az öntesztek lefutása is rendben megtörtént. Ekkor az első adat, amire szükség van, a járművezető azonosítója. Ez olyannyira nemzeti érték, hogy a vasúttársaság egyedi megoldására van bízva ezeknek az azonosítóknak a kiosztása, egyetlen feltétel, hogy csak numerikus karaktereket tartalmazhat. Ezt követően lehetőség van a vonatadatok megadására.[5.] Ez menetközben Magyarországon már nem módosítható, de vannak olyan országok, ahol ez változhat az ETCS kikapcsolása nélkül is, ezt is nemzeti értéként lehet engedni, vagy tiltani. A kért vonatadatok:

- 1) Vonatszám
- 2) Vonat hossza
- 3) Vonat tömege
- 4) Fékszázalék
- 5) Vonat-kategória

Ezeket beadva és ellenőrizve választhatjuk ki a használni kívánt szintet, ideértve a nemzeti rendszer használatát is. Kiválasztva valamilyen ETCS szintet, a kijelző a menetfelügyeleti módba lép. Ekkor megjeleníti a használt szintet, a jelenlegi üzemmódot, a sebességet, valamint ha rendelkezésre áll, akkor az előjelzett sebességet is. Ekkor nincs más hátra, mint a Start megnyomásával inaktíváljuk az állóhelyzet felügyeletet. A Start helyett választhatunk még a tolató, valamint a tandemmenetben betöltött szolgagép módok között is, de ezzel most nem kívánok foglalkozni. Innentől tér el az 1-es szint a 2-es/3-as szinttől.

Abban még megegyeznek, hogy ilyenkor Staff Responsible (SR), tehát személyzeti felügyeleti üzemmód aktiválódik. Ekkor korlátozott sebességgel lehet csak közlekedni, mely sebességet az ETCS felügyel, azonban információk hiányában semmi mást nem tud, ezért is az üzemmód neve. A korlátozott sebesség, tolatóüzemmódon kívül Magyarországon maximálisan 15 km/h, természetesen ezek is nemzeti értéként adhatóak meg. Fontos, hogy 1-es szinten még szükség van a jelzőkre mindenféleképpen, így ha a jelzőn megjelenik valamilyen továbbhaladást engedélyező jelzési kép, akkor a vonattal el lehet indulni, de még csak 15 km/h-val. Egészen a jelző balízscsoportjáig ezt a sebességet kell tartani, ahol a vezérelt balíz feladja a fedélzetre a jelzési képnek megfelelő sebességinformációkat és távolságokat. Ezt az EVC feldolgozza és megjeleníti a kijelzőn. Ekkor automatikusan aktiválódik 3 üzemmódból valamelyik. A legjobb a Full Supervision (FS), az a teljes felügyelet, ugyanis ekkor minden információ rendelkezésre áll, és az ETCS mindenért vállalja a felelősséget. Azonban fontos, hogy a pontszerű jelfeladás hátrányaként a következő jelző visszaeséséről nem feltétlen tudjuk tájékoztatni a fedélzetet, így a felelős jelzőmegfigyelés továbbra sem halasztható el a mozdonyvezető részéről, és továbbhaladást tiltó jelzés észlelése esetén a vonatot a jelzőnél meg kell állítani, akkor is, ha arról az ETCS még nem adott információt. Másik üzemmód lehet az On Sight (OS) mód, azaz a látra közlekedés. A nevéből már logikusan továbbgondolható, hogy ez az üzemmód hívójelzés esetén aktiválódik. Ekkor az ETCS azt már elismeri, hogy a jelzőt meg lehetett haladni, de csak csökkentett sebességgel, viszont a felelősség továbbra is a mozdonyvezetőn marad teljes egészében. Lényegében Magyarországon az OS és SR módok közt nincs különbség, míg egyes fejlettebb társaságok esetében az OS egy nagyobb (30-60 km/h) sebességet tesz lehetővé. Ilyen például az osztrák, német, olasz vasúttársaság. A valódi különbséget a két üzemmód között majd a 2-es szint esetében fogjuk meglátni. A harmadik üzemmód a Limited Supervision (LS), azaz a korlátozott felügyelet. Ezt az üzemmódot a svájci vasúttársaság találta ki, egyfajta automatikus vonatmegállítóként üzemel olyan helyeken, ahol nem kritikus, hogy a vonat a jelző előtt megálljon, míg a kritikus pontokon, mint például a váltókörcset, vagy nyíltvonali kiágazás FS üzemmódot tesz lehetővé. Az üzemmód létezését indokolja, hogy gyors és egyszerű a telepítés olyan helyeken, ahol csak a vonatmegállító funkciót használják, illetve a későbbi migráció egy teljes felügyeletet biztosító szintre előkészítik ezzel.

A kiadott FS menetengedély úgynevezett többszakaszos engedély, tehát nem csupán a jelző által felügyelt szakaszra vonatkozik, hanem a következő 1 vagy 2 szakaszra is. Ennek alapját 1-es szinten, Magyarországon az előjelzési rendszer teszi lehetővé, hiszen az aktuális jelzési kép egyben utal a következő jelzőn látható jelzési képre is. Kivételt képez persze az állomástávolságú közlekedés, ahol a kijárat jelző nem előjelzője a következő főjelzőnek, de ekkor a menetengedély is a következő főjelzőig szól, és majd annak egy infill balíza, vagy előjelzője fogja a következő szakaszra kitolni a menetengedélyt.

A kapott távolság és a maximális engedélyezett sebesség alapján a fedélzeti számítógép kiszámítja a fékgörbét. A többes szám oka, hogy a normál fékgörbe mellett számít egy riasztási görbét, mely mindig a normál görbe felett van, illetve egy vészfékgörbét, mely a riasztási görbe felett van. A vészfékgörbe által engedélyezett maximális sebesség elérésekor automatikusan aktiválásra kerül a gyorsfék, míg a riasztási görbe elérésekor hang és vizuális jelzéssel figyelmezteti a rendszer a jármű vezetőjét a fékezés megkezdésére. Ezen túl pedig definiálásra kerülhet egy oldási sebesség is a menetengedélyben, aminek a célja, hogy a fékezést megállás előtt meg lehessen szüntetni, ha lehetséges. Ilyet használunk például a térközjelzőknél, melyeket vörös állapotban is meg lehet haladni maximálisan 15km/h-s sebességgel.

### 1.3. ETCS 2-es szint

A 2-es, valamint a 3-as szint is folyamatos vonatbefolyásolást valósít meg, rádiós adatátvitellel. A kommunikációs csatornájuk pedig a GSM-R, ami a normál, mindennapi használatú GSM speciális vasúti alkalmazása, különleges igényekkel. Ilyen igény például, hogy vészhelyzeti hívás esetén a hívásfelépülési idő legfeljebb 2 mp lehet. A rádiós adatátvitelhez a vágányúti információkat a rádiós irányító központ, az RBC gyűjti, rendszerezi és dönti el a mozgásengedély információkat az adott vonat vagy tolatómenet számára.

#### 1.3.1. Az RBC funkcionalitása

Az RBC nyomvonalas berendezés, a vágányutat a váltók állapota alapján állítja össze, és határozza meg a maximális engedélyezhető sebességet a különböző szakaszokra. Fontos lehet megemlíteni, hogy az RBC számára, minden összerakott vágányút egy egyenes, a belső logikájában nem követi le a tényleges váltóállásokat, illetve a téma szempontjából



különösen fontos, hogy nem tárolja az adott vonathoz tartozó előző állapotokat, csak a fekete dobozába menti le, de a menetengedély kiadását követően nem használja.

A klasszikus biztosítóberendezési logikát követve tehát a vágányút lezárása mindaddig megmarad, amíg nem oldódik fel az adott elem. Az RBC ezzel analóg módon az elemek állását és foglaltságát veszi figyelembe, viszont kvázi elemenként old, tehát ha egy vágányúti elem felett elhaladt a vonat, akkor annak a változása nem vált ki riasztást. A vonat aktuális pozícióját viszont nem a foglaltságokból veszi, hanem a vonat által jelentett balízscsoport, a vonat haladási iránya, valamint az utolsó balízscsoporttól megtett távolság alapján számolja ki. Mivel azonban a megtett távolságot a fedélzeten mérjük odométerrel, sokszor pontatlan ez az érték, hiszen igen ritka az olyan alkalom, amikor az odométert egy nem hajtott kerékre lehet szerelni. Ebből következik, hogy a vonat elejét és vonat végét csak egy konfidencia-intervallumon belül tudjuk meghatározni. Ennek az intervallumnak a nagysága az ETCS szabványban van meghatározva [1.], így ha az RBC úgy érzékeli, hogy nagyobb intervallumot jelent a vonat, mint ami szabályos, az vészfékezési parancsot ad ki. Ez az intervallum a következő balízscsoportnál fog újra nullává válni.

Az állomási jelzők jelzési képe az RBC számára ismert, hiszen így tudja az állomási mozgásokat szabályozni, azonban a tárközi közlekedés szabályozására két külön megoldást találhatunk a magyar hálózaton. Egyik megoldás, hogy a térközszakaszokkal megegyező tengelyszámláló szakaszok kerülnek kialakításra, melyek az RBC számára szolgáltatják a foglaltsági információkat, a menetirány pedig a szomszédos állomásokról duplázva kerül beolvasásra. Ez a rendszer már képes meghatározni, hogy valós, vagy hamis foglaltság miatt foglalt-e a szakasz, és az RBC által kiadott menetengedély is eszerint módosul. Amennyiben a szakasz foglalt, és emiatt vörös a jelző, az az ETCS menetengedélyben, a menetengedély végeként jelenik meg. Azonban, ha a szakasz hamis foglalt, tehát a tengelyszámláló szakasz zavar állapotban van, akkor az RBC az érintett térközre OS, tehát látra közlekedés engedélyt ad ki, és ekkor maximálisan 15 km/h sebességgel be lehet haladni a térközbe, viszont működése eltér a valós permisszív vöröstől, mert ez a sebesség, csak a következő térközjelző, úgy nevezett „TAF távolságában” oldható kezeléssel. Tehát amíg az EVM-120 esetében egy zavar miatti térköz-vörös meghaladása után, ha a szakasz tényleg szabad, és a következő jelzőn nem vörös van, megkapja a fedélzet a 75Hz-es jelet és lehet haladni nagyobb sebességgel,

ETCS esetében csak a következő jelző előtti bizonyos távolságon belül van erre mód. Fontos megjegyezni, hogy ha a mozdonyvezető a foglalt szakaszba halad be vonatával, az ETCS fedélzeti berendezésben a trip - post trip - staff responsible üzemmódváltások következnek be, és hasonlóan az előző esethez ilyenkor is 15km/h-val lehet haladni. Ennél a megoldásnál azonban jogosan felmerülő kérdés, hogy mi a helyzet akkor, ha a tengelyszámláló szakasz és a térközberendezés sínáramkörös foglaltságérzékelése eltérő állapotot mutat? Ezt a hibát küszöböli ki a másik megoldás, ahol az RBC a térközbiztosító berendezéshez kerül illesztésre, viszont itt az illesztő felületen keresztül plusz meghibásodási lehetőség kerül a rendszerbe, és a visszahatásmentes illesztésre is ügyelni kell! A téma azonban részleteiben nem elemezhető ebben a dolgozatban, így erről nem kívánok értekezni.

#### 1.4. Közlekedés 2-es szinten

Már az előző fejezetben látható, hogy a 2-es szintű közlekedést az RBC felügyeli. Tekintsünk egy állomáson álló vonatot, melyen a fedélzeti berendezés élesztésre került, és a vonatadatok bevitele megtörtént. Ekkor, miután a mozdonyvezető kiválasztja az ETCS L2 közlekedési módot, a fedélzet felveszi a kapcsolatot az RBC-vel, közli a vonat adatokat, valamint ha van pozíció, akkor azt is.

Élesztést követően egy fedélzeti berendezésben 3-féle pozíció állapot lehetséges:

- Érvényes
- Nem érvényes
- Ismeretlen

Ezek közül az érvényes állapotot a legnehezebb elérni, hiszen a berendezés kikapcsolt állapotban nem tudja, hogy mi történik körülötte, és nem fogadható el, hogy az általa esetlegesen ismert előző balízscsoport tényleg releváns-e még a vonat számára. Ezért tehát ez elég gyakran a nem érvényes állapotba kerül. Ennek eredménye, hogy ugyan a berendezés tudja, hogy utoljára hol volt, de nem tudja biztosan megállapítani, hogy azóta történt-e valami, ezért tehát nem érvényes a pozíció. Ismeretlen állapot esetén pedig nem is tudja az utoljára olvasott balízscsoport azonosítóját. Ez az állapot jellemzően úgy állhat elő, ha a berendezés frissen lett telepítve, szoftvercsere volt végrehajtva, vagy egyes esetekben a kikapcsolás is elegendő ehhez. Azonban az ETCS specifikációja sehol nem

írja elő, hogy a fedélzeti berendezés (üzemszerű) kikapcsolása esetén az utolsó balízsoportot el kell felejtenie! Ez a későbbiekben fontos lesz, mert a nem érvényes és az ismeretlen helyzet állapotok esetén is máshogy viselkedik az RBC.

Az irányító központ fogadta tehát a vonat adatait, viszont igen kicsi az esélye, hogy pontosan tudja hol is van, ezért a „Start” gomb megnyomásakor csak egy SR menetengedélyt ad a vonat számára. Ezzel a vonat a nemzeti értékek szerinti sebességgel haladhat csak, egészen addig, amíg az RBC nem észlel érvényes helyzetet. Az első balíz meghaladása, tehát egy fontos momentum. Ezt követően az RBC már azt is el tudja dönteni, hogy a vonat valójában az ő területén van-e, és hogy pontosan hol is. Ha a küldetés kezdetén jelentett helyzet ismeretlen volt, akkor a vonat a kijárat jelzőtől meg fogja kapni a teljes értékű menetengedélyt, viszont ha az állapot nem érvényes volt, egyáltalán nem biztos, hogy már a kijárat jelzónél kap menetengedélyt. Ha megkapta a menetengedélyt, akkor annak megfelelően tud közlekedni, és az RBC a GSM-R hálózaton keresztül folyamatos vonatbefolyásolást valósít meg. A biztonság miatt definiálásra került egy nemzeti érték, mely azt adja meg, hogy mi az a maximális idő, amíg elfogadható a GSM-R kommunikáció hiánya. Ha ezt túllépi a vonat, akkor az automatikus vészfékezést vált ki. Ez az érték jelenleg 18mp a magyar hálózaton, de nincs megállapodás erre, és minden vasút más és más értékeket használ. Természetesen előfordulhat, hogy ettől nagyobb ideig esik ki a kommunikáció tervezett módon, például alagútban, vagy hegyek közti szűk völgyben. Erre megoldást a rádiós lyuk definiálása nyújt, aminek a célja pontosan az, hogy ilyen esetekben a vonat ne vészfékezzen, hiszen a kommunikáció tervezett módon esett ki. Az RBC-RBC átmenetet az irányító központok menedzselik egymás között, és normál átmenet esetén, a mozdonyfedélzeten szinte észre se lehet venni a központváltást.

### 1.5. Balízek telepítése [2.]

Az ETCS számára, tehát a legfontosabb pályamenti elem a balíz. Éppen ezért fontos megvitatni, hova kell őket telepíteni. Az 1-es és 2-es szint másfajta telepítést igényel, azonban a tényleges elhelyezése a balízoknak a vágányok közt meg kell feleljen a vonatkozó ERA szabványnak.

A balízokat keresztaljra, illetve egy újabb elgondolás szerint aljközbe lehet telepíteni, ez utóbbi esetben balíztartó hevederrel. Két egymást követő balíz középpontja között 180

km/h sebességig legalább 2,3 méter kell legyen. Ezen túl pedig elágazó pályaszakasznál a két irányú pályán elhelyezett balízkok középpontja között, legalább 1,4 méter távolság kell legyen, az áthallás kiküszöbölése miatt.

A telepítésük elve igen egyszerű és következtetni is lehet néhány alapelve a rendszer működéséből.

Az 1-es szint lévén pontszerű vonatbefolyásolást valósít meg a balízkok segítségével, a telepítésük jellemzően főjelzőkhöz kerül. Ezek azok a balíz csoportok, amelyek a menetengedélyeket adják fel a fedélzet számára. A szabvány szerint a balíz csoportok első tagja a jelzőtől 20 méter távolságra kell elhelyezkedjen. A láncolás miatt az állomási esetek külön figyelmet igényelnek, hiszen a LEU-ból csak a jelzési kép kerül kicsatolásra, az nem, hogy a vágányút milyen irányú, így a láncolásnál figyelni kell, hogy minden bejáratú vágányút esetén, a soron következő balíz ugyanolyan távolságban kell legyen. Hasonlóan kell eljárni a kijáratú vágányutaknál is. A főjelzőkön túl balízt kell telepíteni az ideiglenes és állandó lassújelekhez is, hiszen máshogy nem tudja a fedélzet a sebességfelügyeletet biztosítani. Az állandó lassújelek nem jelentenek gondot, de az időszakosak már inkább, hiszen a MÁV csak láncolt balízokat enged használni a hálózatán, ezért egy ilyen sebességkorlátozás bevezetése az ETCS rendszerbe problémás, hiszen át kell programozni a kapcsolódó láncolt balízokat is.

A 2-es szint ennél jóval egyszerűbb. A főjelzőkhöz továbbra is kell telepíteni balízokat, viszont ezen túl, máshol nem igényli az alaprendszer. Természetesen az 1800 méteres maximális láncolási távolságot figyelembe tartva legalább 1800 méterenként kell balízt telepíteni. A sebességkorlátozások fedélzetre juttatását már az RBC végzi, így a balízkok csupán digitális szelvénykőként használatosak. Ezen túl pedig a 2-es szint bejelentkező szakaszán kell többlet elemet telepíteni, melyek az úgy nevezett „session management” balízkok. Ezeknek a feladata, hogy a fedélzet számára szolgáltatassák azokat az információkat, melyek az RBC-vel való kapcsolatfelvételben segítenek. Kérdés azonban, hogy ténylegesen elég-e az állomási főjelzőkhöz telepíteni balízokat?

## 2. Elindulás állomásról ETCS 2-es szinten

Az 1.4-es fejezetben bemutatásra került egy alapeset, viszont látható, hogy az elinduláskor kulcsfontosságú információ a vonat által jelentett pozíció és annak érvényessége. Ebben a fejezetben szeretném bemutatni, hogy az RBC mikor hogyan viselkedik, és melyek azok a tervezési esetek, amelyek vonat veszélyeztetéséhez vezethetnek.

Ha egy vonatfogadó vágány fel van szerelve 75Hz-es jelfeladással, amint a jelző szabadra vált, a fedélzet megkapja a jelzési kép szerinti megfelelő jelet, majd a vonat elindulását követően eszerint felügyeli a jármű sebességét. Azonban az 1.3.1 fejezetben említésre került, hogy nem tárolja a vonat által előzetesen jelentett összes balízcsoportot, saját maga számára felhasználható módon, így egy vonat bejelentkezésekor nem lehet biztosan megállapítani, hogy a vonat tényleg ott van-e, amit ő jelent. Igen ám, viszont ekkor nem állhat elő olyan eset, hogy a vonat a jelző szabadra állításakor megkapja a teljes értékű menetengedélyt, és az engedélyezett maximális sebességgel haladhat. Az 1.2 fejezetben leírtak alapján ekkor először SR üzemmódba kerül a vonat, ami lehetővé teszi, hogy maximálisan 15 km/h seteséggel haladjon a jármű egészen az első balíz csoportig, ahol a felett elhaladva jelenti a helyzetét és haladási irányát az RBC számára. Ekkor a következő esemény azon múlik, hogy mi volt a jármű utolsó jelentett balízcsoportja, illetve, hogy van-e úgy nevezett 'Trusted Area' definiálva arra a vágányra ahol a vonat tartózkodik. A lehetséges reakció az RBC részéről az alábbi esetek szerint alakulhat:

- A vonat előtte ismeretlen pozícióval rendelkezett -> FS menetengedélyt kap
- A vonat előtte érvénytelen pozícióval rendelkezett, és
  - Nincs Trusted Area -> marad SR üzemmódban
  - Van Trusted Area -> kap FS menetengedélyt
- A vonat érvényes pozícióval rendelkezett -> FS menetengedélyt kap.

Az első esetben, mivel a jármű eleve nem is tudott semmilyen helyzetet se jelenteni az RBC számára, így amikor az első balízt meghaladja, a balíz olvasási esemény bekövetkezésekor jelenti ezt a központnak, ami feldolgozza, megvizsgálja, hogy az ő körzetében van-e a jelentett balíz, és ha igen a jelzőnél FS menetengedélyt allokal a vonat számára. Ha ez a balíz nem az ő körzetében van, a vonattal a kapcsolatot bontja, aminek

hatására a vonat vészfékezésre kényszerül. Fontos, hogy ebben az esetben garantálható, hogy tényleges balíz olvasási esemény történt, mert mivel nem volt semmilyen azonosító sem a fedélzeti berendezésben előzetesen tárolva, így a fedélzet is kvázi a semmihez viszonyítva mérte a megtett távolságot. A további esetekben látni fogjuk, hogy miért is fontos, hogy nem volt semmilyen helyzet tárolva előzetesen a fedélzeten.

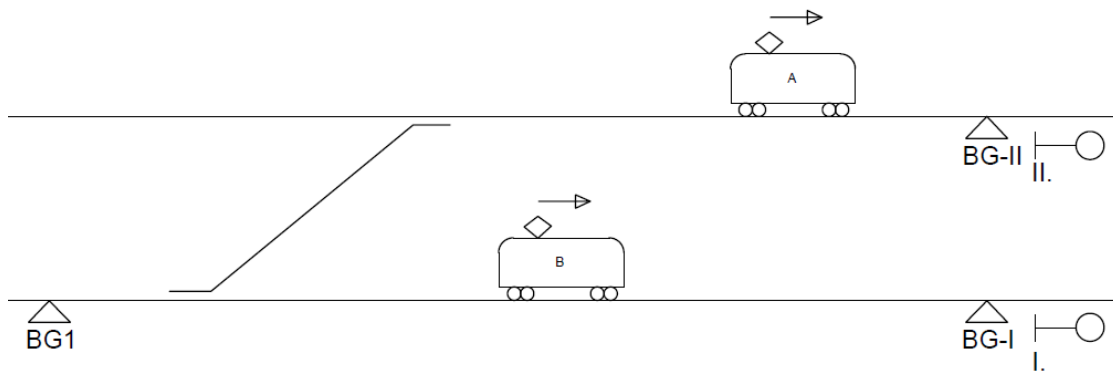
## 2.1. Állomási vágányok tervezési esetei

Az előzőekben bemutatásra került, hogy az állomásról elindulás esetében mennyire fontos az, hogy mi az utolsó jelentett balízcsoport. Az ETCS specifikációjában azonban nincs utalás arra, hogy a fedélzeti berendezés mikor felejt el az előző meghaladt balízcsoportot, ezért gyakran, amikor élesztjük a fedélzetet, azzal találkozunk, hogy valamilyen, nem hiteles pozícióval rendelkezik a jármű. Ez előállhat például úgy, hogy egy ingavonat az állomáson fordul és az előzővel ellentétes irányba szeretne tovább haladni, ekkor azonban az RBC azzal szembesül, hogy az utolsó jelentett balízcsoport, és a majd elsőként meghaladásra kerülő balízcsoport azonosítója megegyezik, ezért ezt a helyzetet nem fogja elfogadni a fedélzettől, mint hiteles információ és az első balíz csoport meghaladásakor nem feltétlen fog FS menetengedélyt allokálni a vonat számára.

Mit is jelent, hogy nem fogadható el hitelesnek a küldetés kezdetén a pozíció? A következőkben olyan helyzeteket vázolok fel, melyek olyan eredményhez vezetnek, hogy az RBC nem megfelelő vonatnak adja a menetengedélyt.

### 2.1.1. Közbenső váltó

A közbenső váltó egy olyan elem az állomáson, mely főjelzőkkel nem, csak tolatásjelzőkkel van fedezve, ha a berendezés tolatóvágányutas. Egy ilyen esetet ábrázol Ábra 1. is.



Ábra 1- Közbenső váltó esete  
(forrás: Saját ábra)

Ebben az esetben az A és B vonat számára is a BG1 az utolsó balíz, és I. és II. jelzők is főjelzők. Ekkor, ha az I.-es jelzőt állítjuk szabadra az RBC megvizsgálja, hogy melyik vonat van előrébb és annak ad menetengedélyt. Igen ám, azonban az ábrából is látszik, hogy a közbenső váltó meghaladása után egyik vonat sem haladt meg újabb balízt, és a valójában II.-es jelző előtt álló 'A' vonat van előrébb, így az RBC hibásan, neki fogja a menetengedélyt allokálni. Ez is következménye annak, amiről már volt szó a 1.3.1 fejezetben, hogy az RBC egyenes vonal mentén gondolkodik, és a menetengedélyt az aktuális váltóállapot alapján állítja össze, azonban a továbbiakban nem jegyzi meg ezeket az állapotokat. Éppen ezért fontos, hogy a tervezés során olyan állomási topológia álljon elő a balíz telepítésekből, melyeknek az eredménye, hogy a vonatok csak úgy tudnak a közbenső váltón vágányt váltani, hogy azt az RBC is egyértelműen észleli.

#### 2.1.2. Ingavonat fordulása állomáson

A közbenső váltónál másabb jellegű problémát vet fel az ingavonat fordulása az állomáson. Ez tipikusan olyan eset, amikor az ingavonat ellenkező oldalán lévő fedélzeti berendezést élesztjük. Feltételezzük, hogy a berendezés olyan üzemmódban volt, ahol a balíz-antenna olvasta a balízokat. Ilyen például a Non-leading üzemmód. Az eredmény az, hogy tudja az utoljára meghaladt balíz azonosítóját, azonban a pozíció nem érvényes, ezért az RBC nem fogadja el, sőt mivel ellenkező irányba indul el a vonat, az első balíz, amit meg fog haladni, pontosan az utoljára jelentett balíz. Ekkor a már ismertetett módon az RBC csak SR üzemmódot fog engedni a vonat számára, amíg nem haladja meg a második balízcsoportot. Tervezéskor azonban számolni kell a hibákkal is, így legalább 3 balízcsoportot kellene tervezni az első váltóig. Fontos, hogy nem jelzőt kell figyelni,

hanem a váltókat, mivel azok a veszélyeztetési pontok. Adott esetben előfordulhat az is, hogy a vonatfogadóvágány egy csonkavágány és nincs elég hely az első váltóig, hogy elegendő balízcsoportot lehessen telepíteni. Ekkor a rendszer úgy viselkedik, hogy SR üzemmódban marad a következő jelzőig, és addig már biztos, hogy lesz újabb balíz olvasási esemény. Ez a gyakorlatban a MÁV hálózatán azt jelenti, hogy elindulást követően a vonat 15km/h-val haladhat, majd a háttal álló bejáratú jelzőnél kap csak FS menetengedélyt, függetlenül attól, hogy a hívásfeloldó funkció ki van-e építve. Ez az állapot ugyan biztonságos, de jelentős üzemi hátráltató hatása van, ezért kell egy olyan megoldást találni, melynek eredményeképp az állomáson megforduló vonat, a kijáratú jelzőnél már kap FS menetengedélyt. Ennek egyik megoldása lehetne, hogy a fedélzeti berendezést rávesszük, hogy felejtse el az utolsó balízcsoportot, viszont mivel az ETCS specifikációjában ez nincs előírva, ezért amíg ez így marad addig, amíg a specifikációba nem kerül bele.

Másik lehetséges megoldás lehet, hogy annyi balízt telepítünk a vonatfogadó vágányra, hogy mire a vonat az első váltóhoz érne, meglegyen az elegendő számú balíz olvasási esemény. Ennek hátránya, hogy nem minden vonatfogadó-vágányra fér el a megfelelő számú balíz olvasás, illetve anyagilag is korlátozottak a lehetőségek, mert egy balíz nagyságrendileg 3000 €-ba kerül, és akkor még nem vettük figyelembe a szerelési költséget, valamint a balíztartó heveder beszerzési árát. Továbbá a pályafenntartási szempontokat is érdemes figyelembe venni, hiszen a munkálatok idejét jelentősen befolyásolja, hogy mennyi balízt kell le, illetve felszerelni, majd ellenőrizni, hogy mindegyik a megfelelő helyre került-e. Így tehát, lehetőség szerint kerülni javasolt ez a megoldás.

Erre nyújt segítséget a trusted area definiálása azokon az állomásokon, ahol jelentős mennyiségű vonatfordulással számolhatunk. Jellemzően ilyen állomások a fejpályaudvarok, valamint a budapesti előváros zónahatárain lévő állomások. A trusted area egy olyan területet jelöl, ahol az RBC nem igényli az előző bekezdésben leírt többlet balíz telepítést, hanem ha egy vágány ilyen területként van definiálva a kezelőszoftverben, akkor a második balíz olvasási eseményt megelőlegezi az RBC. Azonban egy ilyen tervezési eset nagy körültekintést igényel, hiszen garantálni kell, hogy egy szabadra álló kijáratú jelző esetén biztos, hogy az a jármű kapja meg a menetengedélyt, amelyiknek a kijáratot állítottuk.



A tervezés esetén az alapelv az, hogy mindig egyértelmű legyen a jelentett pozíció az RBC számára. Ezentúl pedig ügyelni kell arra is, hogy amennyiben egy vágányt ilyen megbízható területté nyilvánítunk akkor, ha a fedélzet a küldetés kezdetén olyan pozíciót jelent, amelyik ezen a területen belül található, és a vonat teljes hosszában a területen belül van, akkor az RBC úgy is kezeli, függetlenül attól, hogy mi hogyan terveztük meg a balízek elhelyezését. Az előző fejezetben láthattuk, hogy a közbenső váltók igen kritikus pontok egy ilyen esetben. Nem kérdés tehát, hogy csúcs felől kell balízt telepíteni, illetve kitérő irányban is egy repozicionáló balíz telepítése szükséges. Így tehát, ha a vonat a közbenső váltót csúcs felől érinti bejárati vágányútban, akkor csúcs felől olvassa a balízt, és ha ez egyenes állásban van, akkor következőnek majd olvas egy balízt a vágányon. Kitérő állásban azonban csúcs felől érinti a balízt, majd kitérő irányban pedig olvassa a váltó kitérő szárában elhelyezett balízt. Ekkor, tehát ha a vonat megfordítja a menetirányát, két lehetőség van:

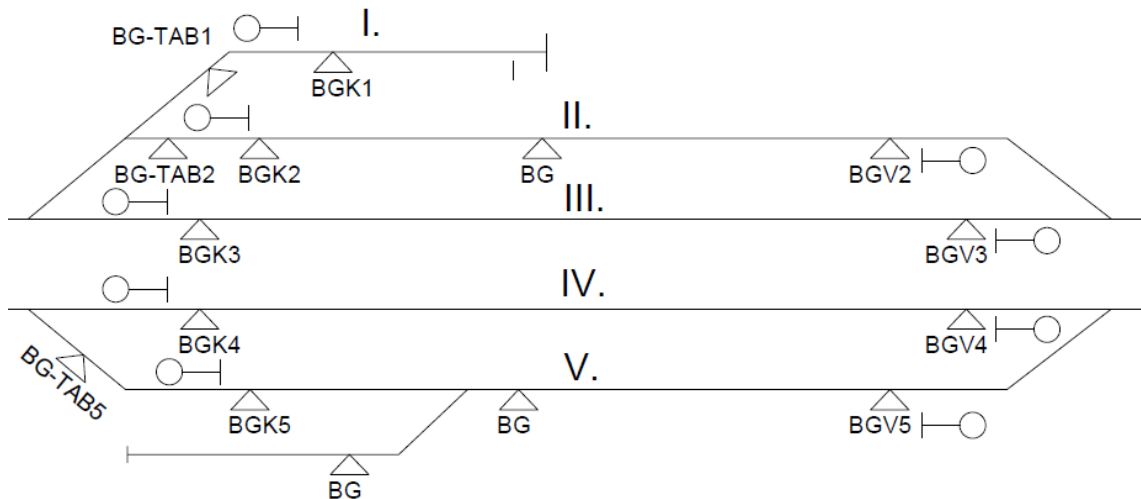
- Az utolsó jelentett balíz a csúcs felől elhelyezett balíz
- Az utolsó jelentett balíz a kitérő irányban elhelyezett balíz.

Ez önmagában még nem lenne elégséges feltétele az egyedi vonat pozíciónak, azonban ha a fővágányra megbízható terület, azaz 'Trusted Area' van projektálva, akkor az RBC a fővágányon álló vonat számára elfogadja a váltócsúcsnál lévő balíz által megadott pozíciót.

Ebben az esetben az RBC kvázi megelőlegezi a második balíz olvasási eseményt, így a vonat számára már a kijárat jelzőnél képes FS menetengedélyt adni, még pontosabban a kijárat jelző „TAF távolságában”. A „TAF távolság” röviden szólva, azt a távolságot jelöli, ahol az RBC feladja a „Track Ahead Free” – Szabad a pálya előtted” kérést, amit a jármű vezetője, ha nyugtáz, akkor már a jelző előtt FS üzemmódba vált a fedélzeti berendezés. Fontos kiemelni, hogy a TAF az SR vagy OS üzemmód jogköre, tehát annak nyugtázása is a mozdonyvezető felelőssége, mivel a szakaszt épp a kijáró vonat foglalja el, és az RBC sem a biztosítóberendezés nem tudja meghatározni, hogy a vágány a vonat előtt foglalt-e.

Kérdés, hogy mi történik akkor, ha az a vonat, amelyik megkapta az FS menetengedélyt, mégsem azt a balízt olvassa, amit megelőlegezett neki az RBC? Ekkor a két balízcsoport távolságát ismeri az irányító központ, és ha nem következik be a konfidencia

intervallumon belül a második balíz olvasás sem, akkor a menetengedélyt visszavonja, pontosabban a vonat elejéig rövidíti.



Ábra 2 - Trusted Area állomási fogadóvágányokon  
(forrás: Saját ábra)

A megbízható terület tehát elősegíti az üzemvitelt abban az esetben, ha egy vonat a fogadóvágányon fordul, azonban ez nem jelenti azt, hogy a tervezéskor elegendő az alapelvek alapján, csak a főjelzőhöz telepíteni balízcsoportot, mert akkor ugyan van trusted area, de a menetirány váltása miatt még legalább egy önálló balízcsoport kell a következő váltóig legyen. Erre viszonylag egyszerű megoldás egy repozicionáló balíz telepítése az első váltó előtt, amit nem teszünk bele a főjelzőhöz rendelt balíz csoportba. Fontos tehát, hogy azt a balízcsoportot, melyet a főjelzőhöz telepítünk, az RBC számára is hozzárendeljük a jelzőhöz, és ennek a hatása hasonló lesz, mint az 1-es szinten azoknak a balíz csoportoknak, melyek a jelzőkhöz telepítve, a menetengedélyt adják az aktuális jelzési kép alapján. További tesztelési vizsgálatot igényelne, hogy mit jelent az, ha a tervező elmulasztja a hozzárendelést megtenni az RBC kezelőszoftverben, azonban az biztosan állítható, hogy az irányító központ számára is többletet ad ez, hiszen a menetengedélyeket is jellemzően a jelzőkig számítja.

Az Ábra 2. esetében ez a következők szerint alakul:

A III. és IV. vágányok az átmenő fővágányok oda nincs megbízható terület definiálva, mert ezeken a vágányokon nem szokás vonatot fordítani. Az I.-es vágány egy csonka vágány, ahol a kijárat jelző és az utána lévő első váltó közé egy plusz balízcsoport

telepítésével már lehetséges a megbízható terület definiálása, hiszen nincs közbenső váltó a vágányon, és csak egy irányból járhat be a vonat a vágányra, sőt mi több, biztosra vehető, hogy az a vonat menetirányt is fog váltani. A II.-es vágányon a K2 jelző balíz csoportján kívül még 2 balízcsoport található a kijárat jelző mögötti első váltóig, ami kicsit túlbiztosítás, különösen, ha a kijárat jelző balíz csoportja, hozzá van rendelve a jelzőhöz. Azonban a fogadóvágányokon a kijárat jelzők előtt szokás egy önálló balízcsoport telepítése, ami tulajdonképpen csak egy repozicionáló balíz, a fékgörbe pontosítása érdekében. Az V.-ös vágányon pedig közbenső váltó található. Ezt a 2.1.1 fejezet alapján kell kezelni ahhoz, hogy megbízható területet definiálhassunk. Fontos, hogy a mellékvágányra telepített balíz ne legyen része a megbízható területnek!

Így tehát az ábra szerint, és a megbízható terület definiálásával, elérhetjük azt az állapotot, amikor az állomásról kihaladó vonatok, a kijárat vágányútra, pár különleges helyzet kivételével mindig FS menetengedélyt kapnak. Természetesen a 2. Ábrán jelölt topológia, csak a kezdőponti oldalra koncentrál, de hasonló elvek mentén a végponti oldalra is definiálható a megbízható terület.

### 2.1.3. Csoport kijárat jelzők esete

Néhány esetben előfordulhat, hogy ETCS 2-es szintet kell telepíteni egy olyan állomáson is, ahol csoport kijárat jelzővel fedezett vágányok vannak. Élő példa erre például a jelenleg kiépítés alatt álló Ferencváros állomás, valamint az egyelőre csak 1-es szinten kiépített Hegyeshalom állomás is. A helyzet nem egészen új, hiszen a csoportkijárat jelzővel felszerelt vágányokon a vágánycsoportot összerendező váltókat közbenső váltó jellegűnek kell felfogni.

Fontos azonban megjegyezni, hogy a vágánycsoporton álló több vonat közül az RBC nem tudja eldönteni, hogy valójában melyik vonat számára lett kijárat vágányút állítva, így a legjobb megoldás, ha a balízek telepítésével pont a 2.1.2 fejezetben leírtak ellenkezőjét alakítjuk ki, azaz olyan esetet állítunk elő, hogy a vonat ne kapjon előzetesen menetengedélyt, csak a jelzőhöz hozzárendelt balízek olvasásakor kaphassa meg az FS menetengedélyt. Ez akkor áll, ha mindenképpen szeretnénk 2-es szinten kezelni az ilyen vágányokat is. Megéri elgondolkodni, hogy egy ilyen helyzetben 1-es szinten induljon a vonat és csak később, mikor már van pozíció, vegye fel a kapcsolatot az RBC-vel és lépjen át 2-es szintre.

### 3. Összefoglalás

A vasúti automatizálás és vonatbefolyásolás európai trendje a magas elérhető biztonsági szint mellett is igényli a gondos, körültekintő tervezést. Ez különösen igaz akkor, ha az európai vonatbefolyásoló rendszert a meglévő infrastruktúrára szeretnénk telepíteni oly módon, hogy a régi vonatbefolyásolást megtartjuk az ETCS-szel fel nem szerelt vonatok számára.

Mivel a biztosítóberendezési szakma mindig az üzemet kell kiszolgálja, sokszor olyan problémákba ütközünk, melyet az üzem generál, igaz érthető, hogy a vasúti üzemet a megszokott módon szeretnénk folytatni, viszont az ETCS használata szemléletmódbeli váltásokat igényel. Ennek az eredménye az állomáson az induló vonat pozíciójának meghatározása is. Dolgozatomban választ, illetve megoldást kerestem, hogyan is lehetne a MÁV hálózatának sajátosságaival és szabályozási rendszerével összehangolni az ETCS 2-es szintjét. A felvetett problémák nem teljes körűek, csupán a leggyakoribb eseteket vettem figyelembe.

## 4. Források

- [1.] European Railway Agency. **ETCS/ERTMS – Functional Requirements Specification – version 5.0** 2007. URL: <http://www.era.europa.eu/Core-Activities/ERTMS/Pages/Set-of-specifications-1.aspx>, letöltés ideje: 2015.07.15.
- [2.] Soós Gábor. **Balízkok szerepe az ETCS rendszerben.** Szakdolgozat BME-KJIT Budapest, 2014.
- [3.] Feltétfüzet az ETCS L1 és L2 pályamenti alrendszerére vonatkozó alkalmazási követelményeire 0.1.1 verzió MÁV Zrt. Budapest, 2008.
- [4.] Nagy Gábor. **Szakmai gyakorlat beszámoló.** BME-KJIT Budapest, 2015.
- [5.] [http://etcs.hu/?id=dmi#Adatbevitel\\_a\\_DMI-on](http://etcs.hu/?id=dmi#Adatbevitel_a_DMI-on)

## 5. Ábrák jegyzéke

Ábra 1- Közbenső váltó esete (forrás: Saját ábra).....	14
Ábra 2 - Trusted Area állomási fogadóvágányokon (forrás: Saját ábra) .....	17