

## Redundáns információk figyelembe vétele TRACEr módszerrel a közúti vasúti járművezetők döntési folyamataiban

Lövétei István Ferenc\*, Dr. Szabó Géza\*\*

\**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék  
1111 Budapest, Stoczek u. 2. (Tel: (1) 4631013; e-mail: lovetei.istvan@mail.bme.hu)*

\*\**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék  
1111 Budapest, Stoczek u. 2. (Tel: (1) 4631013; e-mail: szabo.geza@mail.bme.hu)*

Abstract: Jelen cikk célja a közúti vasúti járművezetők döntési folyamatainak azonosítása és elemzése városi közlekedési környezetben épített közúti vasúti infrastruktúrán való közlekedés esetében. A közúti vasút (villamos) közlekedésben a járművezetőt kevésbé segítik aktív forgalomirányító berendezések, mint a hagyományos nagyvasúti járművezetőket és több esetben a forgalmi szituációk a közúti közlekedéstől is jelentősen eltérnek. Egyes esetekben – különösen biztonságkritikus esetekben, mint a járművezetői közreműködéssel állítandó kitérők – egy adott információ (részlegesen) redundánsan, de nem folyamatosan áll a járművezető rendelkezésére. A cikk a redundáns információk emberi hiba elemzésekben történő figyelembe vételével foglalkozik, ezeket az eseteket elemzi TRACEr módszerrel – különös tekintettel az esetenként diverz megjelenésű információk hatásaira -, és vizsgálja az egyes szituációk lehetséges kimeneteit.

### 1. BEVEZETÉS

A közúti vasúti közlekedésben a járművezetői döntési folyamatok nagyban különböznek a hagyományos vasúti közlekedésben résztvevő járművezetők döntéseitől. Ehhez nagymértékben hozzájárulnak a városi infrastruktúrán – például a budapesti közúti-vasúti infrastruktúrán – kialakított vonalvezetés és a zárt vasúti pálya kialakítása közötti jelentős különbségek, és az ezekből következően előálló forgalmi szituációk. Bár a járművek sebessége is sokkal alacsonyabb lehet, mint a nagyvasúti környezetben (általában a magyarországi városokban maximum 50 km/óra) és emellett a fékúttávolság is jelentősen kisebb azonos sebességek esetén (ennek oka többnyire a megkövetelt fékberendezések különbözősége és a tömegek közötti különbség), egy hiba vagy baleset következménye e hálózatokon is emberek halála és jelentős járműkár lehet. A közúti vasúti infrastruktúrán a járművek általában látra közlekednek, azaz a járművek követési távolságát elsősorban a járművezetők határozzák meg. A járműveken nincs vonatbefolyásoló berendezés, azaz egy adott jelző/forgalomirányító berendezés melletti elhaladás kizárólag a járművezető felelőssége. Bár egyes esetekben a járművek lezárt vágányutakon közlekednek – tipikusan egy végállomás környezetében, például a budapesti Bécsi úti villamos végállomáson – de a forgalom szabályozását nem csak a főjelzők határozzák meg. Ilyen szituációk Budapesten nagyon sok helyen előfordulhatnak, például a fenti esetben a holdfényjelzők „engedik meg” a végállomás előtti kereszteződésben a járművek közlekedését, míg a főjelzők csak a villamos infrastruktúrán való közlekedésre vannak befolyással. Más esetekben - például egy elosztóváltón való áthaladásakor – egy információ

többszörösen (több hasonló eszközzel, a kritikus pont környezetében) kerülhet kijelzésre, de az információ tartalom két pont között megváltozhat. A fenti esetekben a járművezetők részére egyes információk redundánsan állnak rendelkezésre, amelyek a járművezető döntési (és lehetséges döntés-korrigálási) folyamataira igen nagy hatással lehetnek.

A közlekedési helyzetek egy részében a villamos járművezetőnek gyors döntéseket kell hoznia a balesetek elkerülésének érdekében, ráadásul sok esetben nem a villamos járművezető a felelős a veszélyes helyzetek kialakulásáért. A gyalogosok, kerékpárosok és motorosok szabályszegései sokszor balesetek kialakulásához vezetnek, amely balesetek kockázata korcsoportonként elérő is lehet (Castanier et al., 2012). A gyalogosok viselkedése kijelölt, forgalomirányító lámpával felszerelt kereszteződésekben sem egyértelmű, különösen a megállóhelyek környékén (Kruszyna and Rychlewski, 2013). A villamos járművek műszaki kialakítása is befolyásolja a járművezetők viselkedését, ez akár nagyobb hatással is lehet a vezetés folyamatára, mint a forgalmi szituációk és a vonalas infrastruktúra kialakítása (Nanzin et al., 2016, Naweed and Rose, 2015, Sumpor et al., 2014).

Egyes helyzetekben a járművezetői viselkedést nem befolyásolják külső, zavaró hatások – illetve e hatások bekövetkezési valószínűsége igen alacsony – és a helyes döntést az infrastruktúra által közvetlenül szolgáltatott információk alapján kell meghozni. Az egyes döntési folyamatok részfolyamatokra (lépésekre) bonthatóak, és e részfolyamatok lehetséges kihatásaival elemezhetőek a kedvezőtlen döntések következményei. A TRACEr módszer (Shorrock and Kirwan, 2002) segítségével az egyes

részfolyamatok részletesen elemezhetőek, ezért használható a folyamatok megfelelő elemzésére, és a későbbiekben a forgalomirányító rendszerek kialakításának fejlesztésében is szerepet kaphat. A módszer alapján lehetséges különböző információk hatásának együttes vizsgálata, és ez alapján a kritikus pontok azonosítása. Bár e módszert elsősorban a légiközlekedés számára fejlesztették ki, vasúti vonatkozásai is ismertek, és bizonyos megkötésekkel, de egyes folyamatokban megfelelő elemzést ad (Baysari et al., 2011). Ugyanakkor a TRACER módszer alapjai nem veszik figyelembe a többszörös (és így több döntési pontot eredményező) információk rendelkezésre állását, sem ezek adott esetben egymást gyengítő hatását, ezért a megfelelő elemzés elvégzéséhez a TRACER módszer kiterjesztése szükséges.

## 2. JÁRMŰVEZETŐI DÖNTÉSI HELYZETEK AZONOSÍTÁSA

A közúti vasúti infrastruktúrák építése minden esetben függ a lokális környezettől, a rendelkezésre álló szabad területektől és a helyi szabályozásoktól. Ezért a közúti vasúti infrastruktúrák különböző országokban jelentősen eltérhetnek a hazai infrastruktúráktól. Ennek az egyik következménye az, hogy az egyes országok irányítórendszerei is eltérnek egymástól, valamint az, hogy akár egyes településeken is teljesen eltérő forgalmi szituációk állhatnak fent. A járművezetői döntési helyzetek Magyarországon a külföldi országokhoz képest eltérőek lehetnek, amelyet nagyban befolyásol a forgalomirányító rendszer kialakítása és fejlettsége. Egyes folyamatok - a műszaki rendszerek fejlődésével - később teljesen automatizálttá is válhatnak, de ezek igen lassan épülhetnek be a jelenlegi infrastruktúrába. Emiatt a járművezetők szerepe bizonyos döntési folyamatokban még sokáig jelen lesz, és több esetben soha nem is lesz nélkülözhető.

A döntési folyamatok minden egyes konfliktushelyzetben különböznek. Első lépésben szükséges azonosítani azokat a döntési szituációkat, amelyekkel a közúti vasúti járművezetők a vezetés során találkozhatnak, majd helyzet specifikusan szükséges a döntési folyamatok azonosítása. A döntési helyzetek legtöbbször valamilyen eseményhez/infrastruktúra elemhez köthetőek, ezért szisztematikusan azonosíthatóak. A döntési helyzetek csoportosítása a következő lehet:

- Infrastruktúra elemek (áthaladás);
- Közúti járművek/kerékpárosok (keresztezés kezelés):
  1. Legális helyen legálisan,
  2. Legális helyen illegálisan,
  3. Illegális helyen;
- Megkülönböztető jelzést használó járművek (keresztezés kezelés, elsőbbség biztosítás);
- Gyalogosok (keresztezés kezelés, megállóhely kezelés);

- Utasok (megállóhely – utas áramlás – kezelés, kommunikáció);
- Közúti vasúti járművek (közlekedés elágazásokon);
- Kommunikáció (forgalomirányító központi kapcsolattartás);
- Időjárás (rendkívüli időjárási körülmények közötti közlekedés);
- Látási viszonyok (esti, éjszakai vezetés);
- Jármű üzemeltetés (műszaki kezelés, járművezetés);

Az egyes döntési csoportok döntési szituációkra bonthatóak. Például az infrastruktúra elemeihez kötődő helyzetek lehetnek:

- Jelzőberendezések figyelése;
- Holdfényjezők figyelése;
- Váltójelző figyelése;
- Váltó állásának figyelése (csúcson);
- Váltóállítás – szánszerkezettel/rádiós úton;
- Váltón való áthaladás csúcs felől;
- Váltón való áthaladás gyök felől;
- Indításjelző figyelése;
- Felsővezetéki szakaszhatárok figyelése – vontat/nem vontat;
- Forgalomtechnikai összehangolás jelző figyelése induláskor (ha van);
- Lassan bejárando pályarészekben sebességkorlátozás betartása;
- Vágánykenő berendezéssel felszerelt ívben való közlekedés;
- Közlekedés vágánykereszteződésnél;
- Közlekedés trolibusz felsővezeték – villamos felsővezeték találkozásánál;
- Elsőbbségadás kötelező tábla betartása;
- Indulás kérés (végállomáson);
- Villamos-vasút kereszteződés, sorompó.

A fenti felsorolás azt mutatja, hogy egy járművezető igen sokféle döntési helyzetbe kerül egy átlagos menet ideje alatt. Bizonyos esetekben - pl. az infrastruktúrához köthető szituációkban – a járművezetők számíthatnak konfliktus helyzetekre, hiszen vonalismerettel, azaz az adott vonalon előforduló infrastruktúra és közlekedési szabályok előzetes ismeretével rendelkeznek. Ilyen lehet például egy elágazás előtti váltóállítás szükségessége vagy egy villamos-villamos találkozásnál az elsőbbségadás megadása. Más döntési szituációkban a vezetési tapasztalat ad támpontot a helyes döntések meghozatalához, például közlekedés egy nyitott

(közúti közlekedés által is használt) közúti-vasúti pályán, vagy egy forgalomirányító rendszerrel fel nem szerelt gyalogátkelőhely megközelítése.

### 3. REDUNDÁNS INFORMÁCIÓJÚ ESETEK AZONOSÍTÁSA

A forgalomlebonnyolítás során vannak olyan helyzetek, amikor a villamos járművezető részére egyidejűleg több irányítórendszer által szolgáltatott információ áll rendelkezésre – Budapest közúti vasúti hálózatán, sok helyen, például a Bécsi úti villamos végállomáson, ahol azonos ponton ad jelzést két eltérő típusú jelző – és olyan helyzetek is lehetségesek, amikor a közlekedés leendő irányát egy irányítórendszer több kimenete is megjeleníti, amelyeket időben egymás után érint a jármű. A redundáns információ egyrészt jelenti azokat a forgalmi szituációkat, amikor egy információ egymás után többször is rendelkezésre áll (megerősítés), másrészt azokat a forgalmi szituációkat, amikor a közlekedésre vonatkozó döntéseket egy adott ponton található több, – akár egymásnak ellentmondó – információ alapján kell meghozni. Ekkor a döntési folyamat a járművezetőtől nagyobb odafigyelést kíván, és nagyobb kiértékelési igényrel jár. Az első eset lehet egy normál, nem állítástárolós vezérlésű kitérő történő áthaladás, amikor a váltójelzők mellett a jármű időben akár perc nagyságrendben mérhető időkülönbséggel halad el. A második eset lehet a feljebb említett végállomási példa. A két eset között jelentős különbség az, hogy a váltójelző nem tiltja meg a jármű jelző melletti elhaladását, míg a holdfényjelző/főjelző a jelző melletti elhaladást megtilthatja.

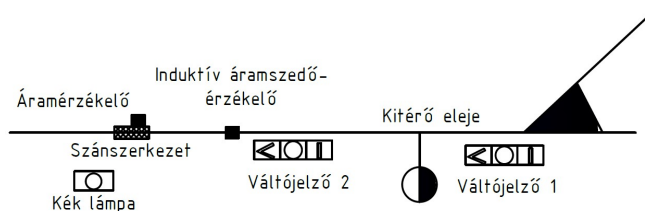
A kocsivezetői állítású váltó esetén az első esetben – ha a váltót nem kell állítani – a redundáns információt közlő jelző a járművezető részére nem érdekes, mivel ugyanazt az információt közli vele, mint az első jelző. Ebben az esetben nem történik olyan cselekvés – normál üzemi körülmények mellett –, amely során a járművezetőnek ismételtelen meg kellene győződnie a váltó állásáról, így ebben az esetben a második jelző szerepe gyengül. A második esetben – amennyiben a váltót állítani kell – kitérő emberi cselekvéssel (vezérlési parancs) fog átállni, és ezért a második jelzőn látható jelzési kép ettől az emberi cselekvési folyamatától függ. A végállomási behaladás során a járművezető olyan forgalmi szituációba kerül, amikor egyidejűleg több döntést kell meghoznia, amelyek egymással ellentétesek is lehetnek, így a redundáns információ ezekben a helyzetekben a járművezető részéről nagyobb odafigyelést igényel.

A következő fejezetekben bemutatjuk ezen esetek részletes elemzését.

#### 3.1 Azonos (hasonló) eszközök használata azonos jelentéstartalommal, eltérő időben, illetve eltérő helyen

Normál kitérőn történő áthaladás során a villamos járművezető részére eltérő helyen és eltérő időben áll rendelkezésre a leendő haladási irány. Ezek az információk fizikailag ugyanolyan eszközön kerülnek kijelzésre

(Váltójelző 1 és Váltójelző 2) és ugyanolyan jelentéstartalommal bírnak, lásd 1. ábra. A Váltójelző 2 közvetlenül a kitérő vezérlési helyénél ad információt, míg a Váltójelző 1 a kitérőnél található. A jelzők közötti távolság változó, lokális paraméterek befolyásolják, ezért a két jelző közötti út megtételéhez szükséges idő is lokális paraméterektől függ (megállóhely, pályasebesség, stb.. lásd 2. ábra).



1. ábra Vezérlő és információadó eszközök elhelyezkedése egy normál kitérő környezetében

A kitérőn történő áthaladást egy kötött szekvencia írja le, amelyben egymástól különböző események játszódnak le. Az áthaladási (a Budapesten leginkább elterjedt, szánszerkezetes állítási) folyamat során a járművezető részletes teendői a jelenleg érvényben lévő jelzési és forgalmi utasítás (F.1.-F.2., 2008) alapján:

1. Meggyőződik a váltó jelenlegi állásáról (Váltójelző 2);
2. Döntést hoz az állítás szükségességéről;
3. Meggyőződik arról, hogy a váltó előtt vagy a váltón tartózkodik-e másik szerelvény;
4. Szükség esetén a járművel a váltóállítás helye előtt megáll (ha foglalt, és/vagy van retesz);
5. Állítás/nem állítás:
  - a. Ha szükséges, akkor a váltót menetáram felvételével kell állítani a szánszerkezet alatt elhaladva, ilyenkor  $v_{max}=20$  km/óra;
  - b. Váltóállító nyomógomb használata;
  - c. Ha nem szükséges, akkor:
    - i. ki kell kapcsolni a hajtómotorok menetáramát;
    - ii. ha van, „váltót nem állít” kapcsoló, akkor használni kell;
    - iii. kerülni kell a villamosfék használatát;
6. Váltóra ráhaladás előtt, rátekintéssel meggyőződik a váltójelző jelzéséről (Váltójelző 1)
7. Megközelítés olyan sebességgel, hogy ha a váltó nem a haladási iránynak megfelelően áll, előtte biztonságosan, üzemi fékkel megfelelően meg lehessen állni;

(Megjegyzés: a Váltójelző 1 a valós állapotot mutatja, a nem helyes haladási irány az

állításelmaradásból vagy szándékolatlan állításból következhet be.)

8. Áthaladás:

- a. egyenes  $v_{max}=30$  km/óra;
- b. kitérő  $v_{max}=20$  km/óra.

Az állítási folyamat során több emberi hiba is előfordulhat, de a baleset csak akkor következhet be (vezérlőberendezések megfelelő működése mellett), ha a járművezető a kitérőn való áthaladásakor a megengedettnél nagyobb sebességgel közlekedik. Ez elsősorban akkor fordulhat elő, ha a járművezető egyenes irányú haladásra készül fel, miközben a kitérő terelő irányban áll. Ekkor a - megengedettnél lényegesen - nagyobb sebességgel haladó jármű a kitérőn akár ki is siklik, a siklás eredménye akár jelentős anyagi kár és emberi sérülések, szélsőséges esetben haláleset is lehet. Bár az állítási folyamat egy szekvencia, csak a kitérőn helytelenül megválasztott sebesség eredményezhet balesetet. Ezért a járművezetői döntési folyamat kritikus pontja a váltó állapotáról információt adó Váltójelző 1 berendezés alapján történő sebesség megválasztása. A döntési folyamat során ezért azt kell megvizsgálni, milyen módon dönti el a járművezető az alkalmazni kívánt sebességet a rendelkezésre álló információk alapján, feltételezve, hogy akár a döntési folyamatban több hibát is elkövethet, amelyeknek biztonsági következménye (baleset) csak kevés esetben lehet.

A döntési folyamat vizsgálata két esetben történik meg, az első esetben a jármű egyenes irányban akar haladni, de a kitérőt a vezérlőelemeken keresztül állítani kell, a második esetben a jármű szintén egyenes irányban akar haladni, de a kitérőt nem kell állítani. (A váltóállítási folyamat Budapesten rövid és középtávon járművezetői közreműködéssel fog megvalósulni, aktív rendszerek megjelenése – amikor a járművezető nélkül, automatikusan történik az állítási folyamat – a közeljövőben Budapesten nem várható.)



2. ábra Kettős váltójelző alkalmazása a budapesti Móricz Zsigmond körtér mellett

### 3.2 Különböző eszközök használata eltérő jelentéstartalommal, azonos időben

A budapesti közúti vasúti hálózaton igen elterjedt a különböző irányítórendszerek egyidejű használata eltérő jelentéstartalommal, azonos időben. Ilyen lehet egy végállomásra történő behaladás, amikor a villamosközlekedést egyidejűleg vasúti főjelző és holdfényjelző is szabályozza, lásd 3. ábra, vagy olyan végállomások, ahol egyidejűleg megtalálható a főjelző és a váltójelző is. Az első esetben a váltók vezérlését és a főjelzőre kivezért jelzési képet közúti vasúti jelzőberendezés vagy hagyományos biztosítóberendezés szolgáltatja, amely a közlekedést megtilthatja, vagy engedélyezheti egyenes vagy kitérő irányokban. Ebben az esetben a jelzők alapállapota vörös, azaz a közeledő jármű csak megfelelő feltételek teljesülése (a teljesség nélkül: van szabad vágány a végállomáson, nincs kihaladó jármű, a kitérők megfelelő irányban állnak, stb..) esetén fog szabad jelzést kapni. A holdfényjelző feladata a közúti és gyalogos forgalom és a közúti vasúti forgalom egyidejű irányítása, amely tipikusan valamilyen előre meghatározott ciklus (periódusidő) szerint ad szabad jelzést a közúti vasúti forgalom részére. A holdfényjelző alapállapottal nem rendelkezik. Több végállomás (vagy egyes pályaszakaszok, mint pl. a Margit híd alatti vágányfonódás) kialakítása olyan, hogy egyszerre szükséges mindkét funkció megléte, és bár lehetőség lenne a részfunkciók egy berendezésbe

integrálására, (véltetően gazdasági megfontolások miatt) inkább a több jelzős megoldást választják.

Ilyen forgalmi helyzetek esetén előfordulhat, hogy az egyik jelzön továbbhaladást tiltó jelzési kép, míg a másik jelzön azonos időben továbbhaladást engedélyező jelzési kép látható, viszont a továbbhaladás csak a két jelzön egyidejűleg megjelenő továbbhaladást engedélyező jelzési kép (szabad jelzés a holdfényjelzön és szabad a továbbhaladás egyenes/kitérő irányban jelzés a főjelzön) estén engedélyezett.

A holdfényjelzők kötött működési szekvenciája – gyakorlattal rendelkező járművezető esetén – előre sejthető, azaz a járművezetők számíthatnak arra az periódusra, amikor szabad jelzési kép jelenhet meg. Megfelelően beállított „zöld hullám” és megfelelően megválasztott járműbesség esetén az is előfordulhat, hogy a kritikus keresztmetszethez érkező járművezető a holdfényjelzőhöz minden esetben úgy érkezen, hogy azon szabad jelzési kép jelenjen meg, így a járműnek nem kell a kereszteződés miatt lassítania (feltételezve azt, hogy nincs más közúti vagy gyalogos forgalmi akadálya, pl. benragadt személygépjármű a továbbhaladásnak). Ehhez hasonló helyzet áll fent valamennyi, holdfényjelzővel ellátott csomópont esetén. A főjelző működését esetenként nem automatizmus, hanem tabulátor (HMI) vezérli, amelyet emberi személyzet vagy számítógép kezel. A jelzési kép megjelenése forgalmi helyzethez és műszaki állapothoz kötött, függ attól, hogy a végállomáson van-e szabad vágányszakasz, nincs kihaladó, keresztező irányú menet, és függ a váltók állapotától is. Emiatt a járművezető nem számíthat minden esetben arra, hogy az érkező jármű előtt a fényjelzön továbbhaladást engedélyező jelzési kép fog megjelenni még akkor sem, ha a holdfényjelzön véltetően szabad jelzési kép lesz. A járművezető ezért nem tudja megbecsülni azt az időpontot, amikor mindkét jelzön egyidejűleg jelenik meg a szabad jelzési kép. A járművezető szintén nincs annak az információnak a birtokában, ami meghatározza azt, hogy mikor melyik vágányra tud majd behaladni, mivel ezt az aktuális forgalmi szituációk (például egy nagyobb késés) nagyban befolyásolhatják.

A végállomásra történő behaladás folyamata során a járművezető részletes teendői a jelenleg érvényben lévő jelzési és forgalmi utasítás (F.1.-F.2., 2008) alapján: (Megjegyzendő, hogy ezt az esetet a jelzési és forgalmi utasítás részletesen nem szabályozza.)

1. Meggyőződik arról, hogy van elegendő hely a szerelvénnyel fogadására;
2. Meggyőződik a fényjelző jelzési képéről;
- a. Tilos a továbbhaladás jelzésnél a jelző előtt olyan távolságban állni meg, hogy az a gyalogos- és közúti forgalmat ne akadályozza, és a járművezető lássa a jelző jelzését. A főjelző mellett „Tilos a továbbhaladás” jelzés esetén elhaladni csak a következő esetekben szabad:

- i. Hívójelzés esetén;
  - ii. Kézi jelzőeszközzel adott „Szabad” jelzés esetén;
  - iii. Rendkívüli esetben, ha a jelző melletti elhaladást a jelző kezelője vagy a járművezetők munkáját a helyszínen közvetlenül irányító személy írásban vagy szóban, visszaellenőrizhető módon engedélyezte. Ebben az esetben a felelősség az engedélyt kiadó személyt terheli mindaddig, amíg a munkavállaló a leírtaknak vagy az elhangzottaknak megfelelően jár el;
  - iv. Rendkívüli esetben a járművezetők munkáját közvetlenül irányító vezető rádiós beszédkapcsolat útján utasíthatja a járművezetőt arra, hogy saját maga győződjön meg a továbbhaladás veszélytelenségéről. Amennyiben a továbbhaladást a járművezető veszélytelennek ítéli meg, úgy a járművel tovább szabad haladni;
- b. Elhalad a jelző mellett a jelzési képnek megfelelő sebességgel:
- i. Egyenes irányban – nincs csúccsal szemben érintett kitérő állású váltó, ezért magasabb sebesség engedélyezett;
  - ii. Kitérő irányban – van csúccsal szemben érintett kitérő állású váltó, alacsony sebesség engedélyezett;
3. Meggyőződik a holdfényjelző jelzési képéről:
- a. Tilos jelzés esetén a fényjelző készülék előtt meg kell állni. A jelzést meghaladni csak rendőr, vagy a KRESZ-ben foglalt más hatóság irányítására, ellenőrzésére jogosult képviselőjének utasítására szabad.
  - b. Előkészítő jelzés esetén a jelzési kép a továbbhaladás tilalmát jelzi, és arról tájékoztat, hogy szabad jelzés következik.
  - c. Szabad jelzés esetén szabad a továbbhaladás.
  - d. Átmeneti jelzés azt jelenti, hogy tilos jelzés következik, és a fényjelző készülék előtt meg kell állni. Ha biztonságosan megállni már nem lehet, az útkereszteződésben, a kijelölt gyalogos-átkelőhelyen, illetőleg a megállás helyét jelző útburkolati jelen, ezek hiányában a fényjelző készülék mellett mielőbb át, illetve el kell haladni.
4. A járművezető a jelzőberendezések mellett elhalad akkor, ha a holdfényjelzön szabad vagy átmeneti jelzési kép van (és nem tud biztonságosan megállni) és ha a közúti vasúti főjelzön továbbhaladást engedélyező jelzési kép van, amely megszabja a jelző mellett elhaladó járművel alkalmazható legnagyobb sebességet.



3. ábra Holdfényjelző és (nem működő) fényjelző az Etele út/Hengermalom úti végállomás előtt

Ebben az esetben fontos megjegyezni, hogy több esetben – pl. a 3. ábra is ilyen esetet mutat – a két jelzőberendezés nem egy pontszerű helyen, hanem egymástól 1-5 méter távolságban helyezkedik el, de mindkét jelző jelzési képe biztonságos távolságból látható. Ilyen esetekben a járművezető az első jelzőt meghaladhatja – tipikusan ez a közúti vasúti fényjelző -, azaz csak az első jelzőt veszi figyelembe, majd a második jelző jelzési képe szerint tudja a járművet vezetni. Ez problémás is lehet, ha az első jelzőn továbbhaladást engedélyező jelzési kép van, akkor a jelző mellett a vonatkozó legnagyobb sebességgel haladhat el. Ekkor, ha a második jelzőn továbbhaladást tiltó jelzés van, nem biztos, hogy időben meg fog tudni állni a rendelkezésre álló 1-5 méteres távolságon. Ezért célszerű ezeket az eseteket úgy tekinteni, mintha a két jelző ugyanazon a ponton helyezkedne el, mert a járművezetőnek a jelzők mellett elhaladás előtt látnia kell a jelzési képet, és a két jelzési képek egyszerre megfelelő sebességgel kell közlekednie. A végállomási vizsgálat két esetben történik, az első esetben azonos jelzési kép van a jelzőkön, a második esetben különböző jelzési kép van a jelzőkön.

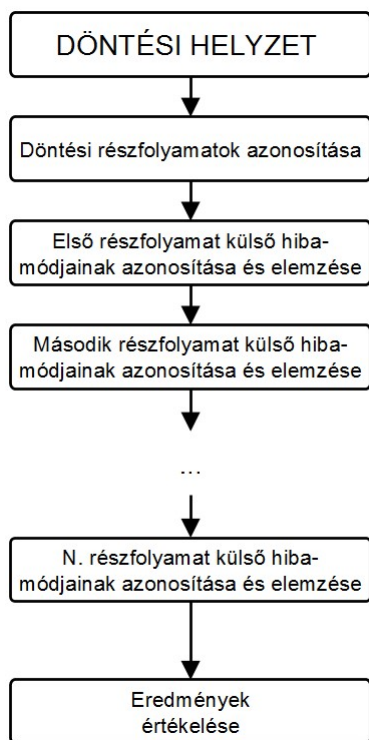
#### 4. REDUNDÁNS ESETEK ELMZÉSE TRACEr MÓDSZERREL

A módszerrel első lépéseként – az előző fejezetben – azonosítottuk a döntési folyamatok lépéseit. Ezt követően – a következő részben – elemezzük a cselekvések külső hibamódjait, azaz megvizsgáljuk, hogy egy hibás cselekvésnek milyen következményei lehetnek. Végül figyelembe vesszük azt, hogy az információk redundánsan állnak rendelkezésre, azaz megvizsgáljuk a hibás cselekvések kombinációjának hatását. A vizsgálandó külső hibamódok a következők (Shorrock and Kirwan, 2002):

1. Kiválasztás és minőség:
  - a. Mulasztás,
  - b. Túl sok cselekvés,
  - c. Túl kevés cselekvés,
  - d. Cselekvés rossz irányban,
  - e. Téves akció helyes objektumon,
  - f. Helyes akció téves objektumon,
  - g. Téves akció téves objektumon.
2. Sorrend és időzítés:
  - a. Túl hosszú cselekvés,
  - b. Túl rövid cselekvés,
  - c. Cselekvés túl korán,
  - d. Cselekvés túl későn,
  - e. Ismételt cselekvés,
  - f. Rossz sorrendiség.
3. Kommunikáció:
  - a. Nehezen értelmezhető átvitt információ,
  - b. Nehezen értelmezhető tárolt információ,
  - c. Nem megkapott információ,
  - d. Nem átvitt információ,
  - e. Nem tárolt információ,
  - f. Hiányos, átvitt információ,
  - g. Hiányos, tárolt információ,
  - h. Téves átvitt információ,
  - i. Téves tárolt információ.

Egyes esetekben a külső hibamód nem értelmezhető – tipikusan a kommunikációhoz kapcsolódó hibamódokban –, az egyes hibáknak lehet forgalomkorlátozó hatása, vagy a hibának lehet biztonsági következménye (baleset), egyes esetekben a hibának nincs a forgalmi helyzetre gyakorolt következménye.

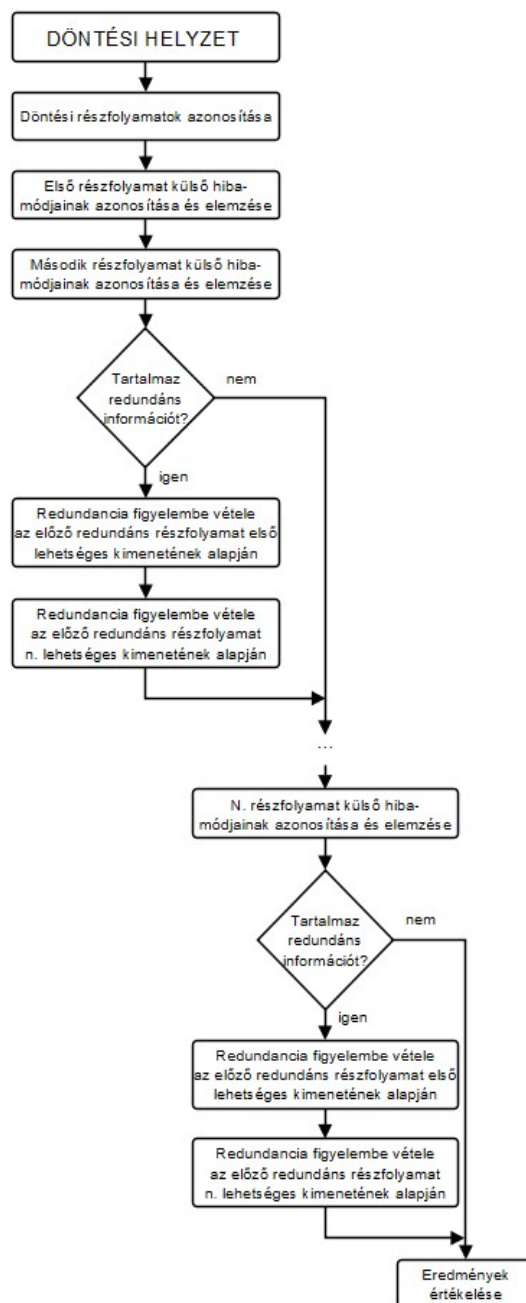
A TRACEr módszeren alapuló elemzési folyamatot egyszerű esetben a 4. ábra mutatja. Az első lépésben részfolyamatokra kell bontani az aktuális forgalmi szituációban kialakuló döntési folyamatot, majd a részfolyamatokban kialakuló emberi hibák hatását kell vizsgálni. Itt nem áll rendelkezésre redundáns információ, ezért az egyes részfolyamatok függetlenül kezelhetők az előzőektől, az előző lépésekben már figyelembe vett információ itt nem jelenik meg.



4. ábra Elemzési folyamat nem redundáns esetben

#### 4.1 Váltón való áthaladás vizsgálata

Az egyenes irányban történő továbbhaladás során abban az esetben léphet fel biztonsági következmény, ha a járművezető a döntési folyamat során olyan hibát (hibákat) követ el, amelyek eredményeképpen a Váltójelző 1 mellett elhalad annak tudatában, hogy egyenes irányban fog közlekedni, de a váltó kitérő irányban áll. Ekkor a következmény siklás is lehet. A redundáns esetekben ezért a kettőzött információnak (példánkban duplikált váltójelző) jelentős szerepe lehet. A redundáns információt is tartalmazó a döntési folyamatra vonatkozó elemzés folyamatát mutatja be az 5. ábra.



5. ábra Elemzési folyamat az egymás után rendelkezésre álló redundáns információ esetén

A hibák következményeinél elsőként egyszeres hibákat feltételezünk, valamint azt, hogy a járművezető mindig az aktuális információk alapján hoz döntést, azaz mindig az aktuális váltójelzők információja alapján tájékozódik. Ez azt jelenti, hogy feltételezzük azt, hogy minden esetben meggyőződik a Váltójelző 1 jelzési képéről.

A redundáns információk figyelembe vétele mindig az előző redundáns információ alapján történik, így a külső hibamódok az eredmények kombinációjaként állnak fent, mindig egy adott kimeneti kombinációt vesznek figyelembe.

1. táblázat A váltón való áthaladás emberi hibáinak biztonsági következményei

Külső hibamódok	Váltóra ráhaladás előtt rátekintéssel meggyőződik a váltójelző jelzéséről (Váltójelző 1)	Megközelítés olyan sebességgel, hogy ha az nem a haladási irányban megfelelően áll, előtte biztonságosan, üzemi fékkel megfelelően meg lehessen állni	Áthaladás, egyenes $v_{max} = 30$ km/h, kitérő $v_{max} = 20$ km/h
Mulasztás	nem tudja, milyen irányban áll a kitérő, egyenes helyet kitérő irányba közlekedhet, siklás és ütközés lehet a következmény	nem áll meg, pedig szükséges, siklás és ütközés lehet a következmény	
Túl sok cselekvés		túl gyorsan megy, nem fog tudni megállni	a megengedett sebességnél gyorsabban megy, siklás lehet a következmény
Túl hosszú cselekvés		a fékezés lassan történik, nem fog megállni	
Túl rövid cselekvés		túl gyorsan áll meg, vészfékezéssel, a járművön tartózkodó utasok balesetet szenvedhetnek	a megengedett sebességnél gyorsabban megy, siklás lehet a következmény
Cselekvés túl későn	mulasztás, nem látja a jelzőt, nem fog tudni időben megállni	nem fog tudni időben megállni, akár siklás és ütközés lehet a következmény	
Téves átvitt információ	rosszul értelmezi a látható jelzési képet, egyenes helyett kitérőbe megy		
Téves tárolt információ	rosszul értelmezi a már megállapított jelzési képet (felejtés), egyenes helyett kitérőbe megy		
Redundanciák	mulasztás, ha a kitérőállapot a mozgás során megváltozott, kedvezőtlen eset: a kitérő iránya egyesből kitérőre módosult		

A redundáns esetekben a következménnyel járó esetek a váltón való áthaladáskor az 1. táblázat tartalmazza. Ebben a forgalmi szituációban a Váltójelző 1 esetén szüksége a redundancia figyelembe vétele.

#### 4.1.1 Egyenes irányú továbbhaladás, váltóállítással

Egyenes irányú továbbhaladás esetén a járművezető elsőként a Váltójelző 2-től kap információt arra vonatkozóan, hogy a váltót át kell állítania. A járművezető ezért a szánszerkezet alatt úgy halad el, hogy a váltó átálljon. Ebben a folyamatban fellépő bármely emberi hiba következménye az lehet, hogy a váltó nem áll át, azaz továbbra is kitérő irányban marad. A

járművezető részére a sikeres vagy sikertelen állítási műveletet csak a Váltójelző 1 jelzési képe jelzi. A járművezető ezért az állítás helyét elhagyva annak tudatában közelít a váltóhoz, hogy az egyenes állásban van. A járművezető figyelmét más események a váltó felé történő közeledéskor elvonhatják, de a Váltójelző 1 továbbra is megfelelő – szükséges – információt biztosít a járművezető részére. (Amennyiben a váltó nem áll át, és ezt a járművezető észreveszi, a váltó előtt megállva kézzel a kitérőt az ellentétes irányba tudja átállítani, ami időveszteséggel, és így forgalomkorlátozó hatással jár.)

A járművezető – amennyiben nem győződik meg a Váltójelző 1 jelzési képéről, az engedélyezettnél nagyobb sebességgel fog a kitérőre ráhaladni, aminek következménye siklás, szélsőséges esetben jelentős járműkár és/vagy emberek sérülése lehet.

Az elemzés megmutatja, hogy ebben a folyamatban a Váltójelző 1 megfigyelése jelenti a kritikus pontot. Itt a redundancia segíti a váltón való közlekedést, hiszen mindkét váltójelző ugyanolyan, a jelzési képek ugyanazzal a jelentéstartalommal bírnak. A váltójelzők úgy kerülnek elhelyezésre, hogy a járművezető a látótávolság követelményeinek megfelelően, időben láthatja a Váltójelző 1 jelzési képet.

Ebben a folyamatban a redundáns információk kijelzése a járművezetést segíti, még akkor is, ha a járművezető csak a Váltójelző 2 állapotjelzését veszi figyelembe. A járművezetők e mellett vonalismerettel kell, hogy rendelkezzenek, a váltón való áthaladás műveletét naponta többször lefolytatják, ezért fel vannak készítve a váltón való áthaladás folyamatára, és arra, hogy a Váltójelző 1 jelzését folyamatosan megfigyeljék.

Érdemes hangsúlyozni, azt is, hogy az elemzési esetben két hiba (műszaki és/vagy emberi) szükséges a tényleges veszélyes állapot kialakulásához.

#### 4.1.2 Egyenes irányú továbbhaladás váltóállítással nélkül

Ebben a helyzetben teljesen hasonló a forgalmi helyzet, mint az előző esetben. Egyenes irányú továbbhaladás esetén a járművezető elsőként a Váltójelző 2-től kap információt arra vonatkozóan, hogy a váltót nem kell átállítania. A járművezető ezért a szánszerkezet alatt úgy halad el, hogy a váltó ne álljon át. Ebben a folyamatban fellépő bármely emberi hiba következménye az lehet, hogy a váltó átáll, azaz kitérő irányba fog állni a szánszerkezet alatt történő elhaladás után. A járművezető részére sikeres „nem állítást” csak a Váltójelző 1 jelzési képe jelzi. A járművezető ezért az állítás helyét elhagyva annak tudatában közelít a váltóhoz, hogy az egyenes állásban van. A járművezető figyelmét más események a váltó felé történő közeledéskor elvonhatják, de a Váltójelző 1 továbbra is megfelelő – szükséges – információt biztosít a járművezető részére. (Amennyiben a váltó átáll, és ezt a járművezető észreveszi, a váltó előtt megállva kézzel a kitérőt az ellentétes irányba tudja átállítani, ami időveszteséggel, és így forgalomkorlátozó hatással jár.)



Az elemzés megmutatja, hogy ebben a folyamatban a Váltójelző 1 megfigyelése jelenti a kritikus pontot. Itt a redundancia segíti a váltón való közlekedést, hiszen mindkét váltójelző ugyanolyan, a jelzési képek ugyanazzal a jelentéstartalommal bírnak. A váltójelzők úgy kerülnek elhelyezésre, hogy a járművezető a látótávolság követelményeinek megfelelően, időben láthatja a Váltójelző 1 jelzési képét.

Ebben a folyamatban a redundáns információk kijelzése a járművezetést segíti, még akkor is, ha a járművezető csak a Váltójelző 2 állapotjelzését veszi figyelembe. A járművezetők e mellett vonalismerettel kell, hogy rendelkezzenek, a váltón való áthaladás műveletét naponta többször lefolytatják, ezért fel vannak készülve a váltón való áthaladás folyamatára, és arra, hogy a Váltójelző 1 jelzését folyamatosan megfigyeljék.

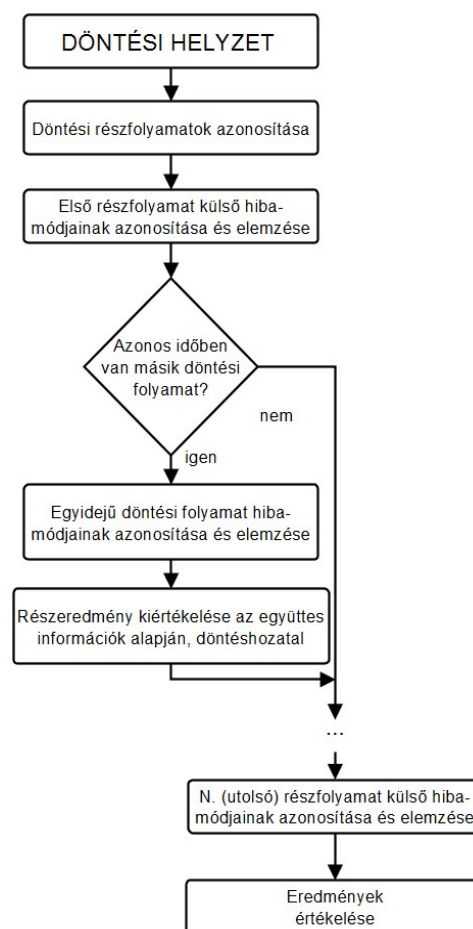
#### 4.2. Végállomási behaladás vizsgálata

Végállomási behaladás esetén egy adott ponton egyszerre több, - akár egymással ellentétes jelentésű információ – is fennállhat. Ekkor a döntési folyamatban (lásd 6. ábra) a járművezetőnek a több információ alapján döntést kell hoznia, amely alapján halad tovább a forgalmi szituációban. Ebben az esetben a döntési folyamat együttesénél léphetnek fel olyan külső hibamódok, amelyek a forgalmi szituációban veszélyeztetések kialakulásához vezethetnek. A járművezetők adott jelzési képek esetén egy megszokott minta alapján hoznak döntést. Minden egyes jelzési képhez tartozik egy minta, amely egyértelmű információt közöl a továbbhaladás lehetőségéről a járművezető felé. Abban az esetben, ha egy időben több jelzések áll rendelkezésre – amelyek egymással ellentétes információt is hordozhatnak – összetett döntési folyamat áll fent, amely a járművezető figyelmét több időre köti le, miközben a jármű akár 50 km/órás sebességgel halad. A nem megfelelő döntéshozatal esetén – pl. csak az egyik jelzési kép megfigyelése – veszélyhelyzet alakulhat ki, és ekkor egy potenciális baleset bekövetkezési valószínűsége megnő.

A döntési folyamatban egy adott időben a járművezetőnek meg kell vizsgálni azt, hogy az egyes részfolyamaton alapuló döntést nem befolyásolja-e másik részfolyamat. (Egy időben történő részfolyamatok esetén a részfolyamatok sorrendje felcserélhető.) A részfolyamatok alapján szükséges a megfelelő döntés meghozatala, amely csak az adott két részfolyamatra vonatkozik. Előfordulhatnak akár olyan esetek is, amikor egyidejűleg nem kettő, hanem akár három különböző jelzéseképet kell megfigyelnie a járművezetőnek. Ezekben az esetekben ezért a veszélyhelyzetek kialakulásának valószínűsége még jobban megnőhet.

A teljes döntési folyamatban akár több ponton is lehetnek olyan részfolyamatok, amelyek egy időben következnek be, és így az adott forgalmi szituációra vonatkozó teljes döntési folyamatban további hibalehetőségek léphetnek fel. A 6. ábra olyan döntési helyzetet mutat be, amikor az utolsó részfolyamat nem redundáns, de elképzelhetőek olyan döntési

szituációk, amikor az utolsó részfolyamatok is egy időben lépnek fel.



6. ábra Elemzési folyamat az egy időben rendelkezésre álló információk esetén

Végállomásra történő behaladás esetén a kritikus pont a közúti vasúti főjelző és a holdfényjelző jelenti. Az első lépés – a járművezető meggyőződik arról, hogy van-e elegendő hely a szerelvény fogadására – nem szükségszerű lépés, mivel a főjelzőn csak akkor jelenhet meg továbbhaladást engedélyező jelzési kép, ha ez a feltétel teljesül, azaz van szabad fogadóvágány a végállomáson. (Ettől eltérő esetek vizsgálata jelen cikkben nem történik meg.) Ez már akár önmagában is egy redundáns cselekedet, hiszen a főjelző jelzési képe mindenkor meghatározza azt, hogy van-e elegendő hely a jármű fogadására, a berendezés műszaki kialakítása, ezért az első lépés a további lépések megerősítését jelenti. Ha ezt a lépést a járművezető elmulasztja, vagy hibázik a döntési folyamat során, ennek az egyetlen hibának – a további lépések miatt – csak nagyon kis valószínűséggel lehet baleset a következménye.

A holdfényjelző és a főjelző azonos jelentőségű jelző, egyik sem a másik jelző alárendelt jelzője, ezért nem lehet kijelenteni azt, hogy melyik jelző jelzési képe az erősebb, és ez problémát jelenthet.

Végállomási behaladás esetén a következő esetekben léphetnek fel biztonsági következmények - 2. táblázat.

2. táblázat Végállomási behaladás emberi hibáinak biztonsági következményei

Külső hibamódok	Meggyőződik arról, hogy van-e elegendő hely a szerelvény fogadására	Meggyőződik a fényjelző jelzési képéről	Meggyőződik a holdfényjelző jelzési képéről	Elhalad mindkét jelző mellett
Mulasztás	behaladhat, amikor nem lehet, baleset	baleset, nem áll meg, amikor meg kellene, nem csökkent sebességet, amikor kellene	baleset, nem áll meg, amikor meg kellene, nem csökkent sebességet, amikor kellene	
Helyes akció téves objektumon	rossz vágányt figyel meg, baleset bekövetkezhet			
Túl rövid cselekvés				a megengedettnél nagyobb sebességgel megy el, baleset bekövetkezhet
Cselekvés túl későn	behaladhat, amikor nem lehet, mulasztás	mulasztás, nem látja a jelzót, nem fog tudni időben megállni	mulasztás, nem látja a jelzót, nem fog tudni időben megállni	
Redundancia		az egyik részfolyamat elmulasztása, kedvezőtlen eset: ellentétes jelzések egyidejű megjelenésekor a szabad jelzési kép megfigyelése a másik jelzési kép nélkül		

#### 4.2.1. Behaladás végállomásra azonos jelentéstartalmú jelzési kép esetén

Azonos jelentéstartalmú esetek kétféle módon állhatnak elő, vagy mindkét jelzőn továbbhaladást engedélyező jelzési kép, vagy mindkét jelzőn továbbhaladást tiltó jelzési kép jelenik meg. Továbbhaladást engedélyező esetben a főjelző határozza meg az alkalmazható legnagyobb sebességet. Ezekben az esetekben a továbbhaladást engedélyező/tiltó információ redundánsan áll rendelkezésre, ráadásul a jelzési kép nem megfelelő megfigyelése vagy nem megfelelő értelmezése mindkét jelző esetén baleset bekövetkezéséhez vezethet. Az egymás mellett álló, ugyanolyan jelentéstartalommal bíró jelzési képek felesleges információt okozhatnak, de ebben az esetben ez nem jelent problémát. A szabad jelzési képek esetén a balesetek a jelzési képek nem megfelelő megfigyelése esetén baleset kialakulásához nem vezethetnek, míg továbbhaladást tiltó esetben megerősítetten áll rendelkezésre a tiltó információ. Ekkor ugyan a hibás döntést még hozhat a járművezető, de a kettőzött tiltás miatt a

balesetek bekövetkezési valószínűsége igen alacsony lesz. Problémát itt az ugyanolyan jelentéstartalmú, de eltérő jelzési képek okozhatják, mivel mindkét esetben külön-külön kell a jelzési fényeket értelmezni. Ezt oldja fel az, hogy a holdfényjelzők és a főjelzők igen nagy számban fordulnak elő a villamoshálózaton, ezért ezek melletti elhaladás a napi rutin részét képezi, így a jelzők értelmezése nem jelenthet problémát. A járművezetőnek e mellett számítani kell arra, hogy holdfényjelző jelzési képe biztos, hogy meg fog változni – kivételes esetekben a főjelző jelzési képe is megváltozhat, de az nem a normál működés következménye –, ezért ezt a jelzót folyamatosan meg kell figyelni, így ez a kialakítás csak akkor lehet megfelelő, ha a holdfényjelző jelzési is megfelelő távolságból, folyamatosan láthatóak.

#### 4.2.2 Behaladás a végállomásra különböző jelentéstartalmú jelzési kép esetén

Abban az esetben, ha a főjelzőn szabad, de a holdfényjelzőn továbbhaladást tiltó, vagy a főjelzőn továbbhaladást tiltó, de a holdfényjelzőn továbbhaladást engedélyező jelzési kép jelenik meg, az azt jelenti, hogy egyszerre egy időben és egy helyen a közeledő jármű vezetője egymással ellentétes jelzési képeket lát. Ebben a situációban az jelenti a problémát, ha a továbbhaladás tiltására vonatkozó információt nem veszi észre, nem figyel meg az ilyen jelzést adó eszközt, mert ez baleset bekövetkezéséhez vezet. A jelzők egyenrangúak, ezért csak az egyik kitüntetett jelző megfigyelése nem elegendő. A redundáns információ ebben az esetben egyértelműen egymással ellentétes információt hordoz, ami a járművezetőt viselkedését, és a döntési folyamatot jelentősen befolyásolja. A redundancia ilyen formája ebben a helyzetben nem megfelelő. Amennyiben a járművezető nincs felkészülve arra, hogy két jelző képét egyszerre (egy időben és egy helyen) kell, hogy kiértékelje, akkor a balesetek bekövetkezési valószínűsége megnőhet. Az egymással ellentétes információk egyidejű megjelenítése ezért nem megfelelő.

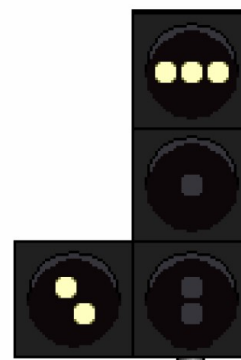
## 5. KÖVETKEZTETÉSEK

A közúti vasúti közlekedésben a cikkben tárgyalt különböző redundáns információjú esetek elemzése egymástól eltérő eredményre vezetett. Az első esetben az ugyanolyan jelzőeszközök térben megkettőzött alkalmazása a biztonságot növeli, de továbbra is megmarad annak a kockázata, hogy a járművezető nem a Váltójelző I jelzési képének megfelelően fogja a járművet vezetni. Ez a kockázat ugyanakkor nagyon alacsony, és – jelenleg – nem ismert az ebből a kockázatból bekövetkező baleset a budapesti villamosközlekedésben.

A második esetben a különböző eszközök, lokálisan egy helyen történő alkalmazása során a hasonló jelentéstartalom problémákat vethet fel. Mi történik abban az esetben, ha a két jelzőn különböző jelentéstartalmú jelzési kép jelenik meg, és a járművezető csak az egyik jelzési képet figyel meg helyesen? E mellett a holdfényjelző periodicitása is problémás lehet, a járművezető nem tudja pontosan, mikor fog a továbbhaladást engedélyező jelzési kép tiltó állásba kerülni az átmeneti jelzésen keresztül.

A cikkben tárgyalt második eset feloldása további műszaki fejlesztéseket igényel annak érdekében, hogy ezt a helyzetet egy információt adó eszközzel – melyen egymással ellentétes információk nem jelenhetnek meg – meg lehessen valósítani. Erre akár a legegyszerűbb megoldás a főjelző elhagyása, és a holdfényjelző váltójelzővel való együttes alkalmazása lehet. Ekkor a két jelző két eltérő információt ad a járművezetőnek, de továbbra is problémát jelent az, hogy a vezetőnek egyidejűleg, lokálisan ugyanazon a ponton egyszerre két információt kell kiértékelnie – egyet a továbbhaladásra, egyet a megengedhető legnagyobb sebességre vonatkozóan. Ebben az esetben a folyamat első lépése is nagy szerepet kap, mert a járművezetőnek ténylegesen meg kell győződnie arról, hogy a végállomás területére behaladhat, van-e elegendő rendelkezésre álló szabad hely a jármű számára.

Az ennél fejlettebb megoldás mindenképpen olyan jelzők alkalmazása lehet, amely egyidejűleg tudja kezelni a két információt. A holdfényjelzők mindenkor periodikusan fognak működni, mivel a keresztező gyalogos/közúti forgalom számára csak ilyen megoldások engedhetők meg. Ezért egy lehetőség lehet a csak holdfényjelző alkalmazása, amely a közúti vasúti jelzőberendezésből és/vagy biztosítóberendezésből kap információkat, és csak akkor ad szabad fázist az érkező közúti vasúti szerelvény számára, ha a vágányúti feltételek is teljesülnek. Ez közelíthető a kvázi bejelentkezéssel megoldással, amikor a bejelentkezést a jelző vagy biztosítóberendezésből érkező parancs jelenti. A holdfényjelző kialakítható irányfüggő módon, azaz egy egyszerű végállomás esetén a holdfényjelző kiegészítő szabad jelzéssel van ellátva (7. ábra), amely a továbbhaladás irányára vonatkozó információt ad. Az irányinformáció becsatolása a közúti forgalomirányító rendszerek számára követelmény, ennek az információnak a váltóvezérlő berendezésből kicsatolhatónak kell lennie. Ez a megoldás csak egyszerű, kettős vágánykapcsolattal rendelkező végállomások esetén alakítható ki, bonyolultabb végállomások esetén ez a megoldás ebben a formában továbbra sem használható megfelelően. E mellett a rendszer hátránya, hogy hívójelzés nem szerelhető fel ezen jelzőkre, amely a jelző/biztosítóberendezés valamely avara esetén a végállomásra történő behaladást alacsony sebességgel engedélyezné.



7. ábra Holdfényjelző kiegészítő szabad jelzéssel (a kép forrása: F.1.-F.2., 2008)

## HIVATKOZÁSOK

- Baysari, M. T., C. Caponecchia and A. S. McIntosh (2011). A reliability and usability study of TRACER-RAV: The technique for the retrospective analysis of cognitive errors – for rail, Australian version, *Applied Ergonomics* (42) Pages 852-859
- Castanier, C., F. Paran and P. Delhomme (2012). Risk of crashing with tram: Perceptions of pedestrians, cyclists and motorists. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, (15), Issue 4, Pages 387-394.
- F.1.-F.2. (2008). F.1.-F.2. számú jelzési és forgalmi utasítás a közúti vasutak számára, jóváhagyta: NKH vasúti főosztály, 3443/1/2008, 2008.07.29.
- Kruszyna, M. and J. Rychlewski (2013). Influence of approaching tram on behaviour of pedestrians in signalised crosswalks in Poland. *Accident Analysis and Prevention*, (55), Pages 185-191.
- Nanzin, F., G. Currie and D. Logan (2016). Exploring the impacts of factors contributing to tram-involved serious injury crashes on Melbourne tram routes. *Accident Analysis and Prevention*, (94), Pages 238-244.
- Naweed, A. and Rose J. (2015). „It’s a frightful scenario”: A study of tram collisions on a mixed-traffic environment in an Australian metropolitan setting. *Periodica Manufacturing*, (3), Pages 2706-2713.
- Shorrock S. T. and B. Kirwan (2002). Development and application of a human error identification tool for air traffic control, *Applied Ergonomics*, (33) Pages 319-336
- Sumpor, D., A. Sandor and P. Zelenkovic (2014). Ergo-Assessment of Human Factor for Female Tram Drivers. *Periodica Engineering* (69), Pages 316-322