



Forgalomtechnikai eszközök fejlesztési irányai

Balog Péter¹, Vágány András²

¹Délút Építő és Bányászati Kft., ²Budapesti Közlekedési Központ Zrt.

e-mail: balog.peter@delut.hu; andras.vagany@bkk.hu

DOI: 10.36246/UL.2019.1.01

Kivonat A közúti forgalomtechnikai elemek és rendszerek alapvető célja a közutakkal kapcsolatos információk közlése a járművezetők számára adott helyszínen, illetve a követő útszakaszokon. Tudatában annak, hogy a dinamikus fejlődő járműtechnológiák újszerű igényeket és megközelítést követelnek a közúti infrastruktúrával szemben, szükséges vizsgálni a különböző forgalomtechnikai nemzetközi fejlesztési tendenciákat. Jelen munkában olyan megoldásokat foglaltunk össze és mutatunk be, melyek nemzetközi szinten már sikeres teszteken vannak túl, együttműködni képesek a különböző járművezetést támogató és irányító fejlesztésekkel. Ezen innovációk a közeljövőben megjelenhetnek hazánkban is, ezért szükséges megismertetni a szakma képviselőivel, illetve a hazai fejlesztéseknek is, adaptációnak is fontos információkkal szolgálhatnak.

Kulcsszavak autonóm járművek, forgalomtechnika, innovációk, burkolati jelek, elválasztó rendszerek

Trends in the development of traffic technology devices

Abstract The function of traffic signs is to provide information for drivers locally and on the following segments. The rapidly improving vehicle technologies require new demands and approach in road infrastructure design, so it is necessary to investigate the different international trends in traffic signal improvements. In this article we summarize and present recent solutions which have been successfully tested and they can cooperate with different driving assistance and control systems. These innovations will soon approach Hungary, so we think the importance of introducing these technologies is high.

Keywords autonomous vehicles, traffic engineering, traffic signals, innovations, road markings, road barriers

Balog Péter

Okl. építőmérnök, okl. közlekedésmérnök, vállalozási mérnök. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán szerzett BSc diplomát 2016-ban, majd MSc diplomát 2018 tavaszán. A BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karán 2019 tavaszán végzett közlekedésmérnök MSc szakon. Egyetemi éve alatt vasúti pálya- és erőáramú tervezésben, közúti forgalomtechnikai tervezésben, fenntartható mobilitás tervezésben szerzett szakmai tapasztalatot, emellett mesterszakon részt vett autonóm járműirányítással kapcsolatos kutatási projektben. 2019 tavaszától a Délút Kft. vállalozási mérnökeként dolgozik.

Vágány András

Okl. közlekedésmérnök, innovációs munkatárs. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karán BSc-s tanulmányai során szakdolgozatát ösztöndíj program keretében Drezdában írta. Mesterszakon kutatói és diplomaterv pályázaton vett részt. 2018 februárjában gyakornokként került a BKK Mobilitásstratégia szakterületére. Egyetemi tanulmányainak 2019 januári befejezése óta innovációs munkatársként dolgozik, forgalmi modellezéssel foglalkozik. Jelenleg több nemzetközi kutatási és fejlesztési projektben vesz részt.

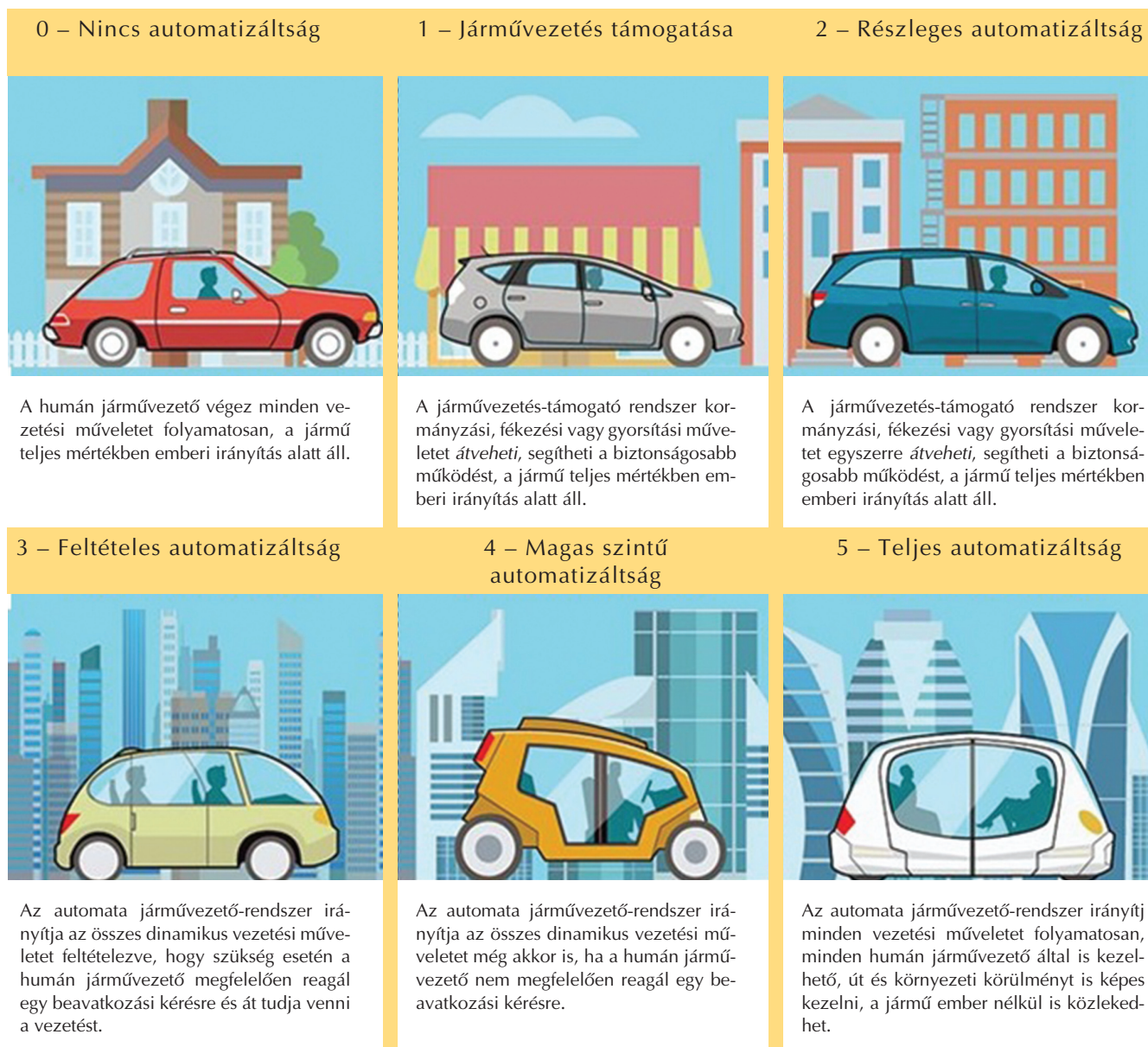
1. Bevezetés

Napjaink egyik új fejlődési iránya és innovációja az önálló döntéshozatalra képes, autonóm módon közlekedő járművek kutatása és fejlesztése, amelyben az infokommunikációnak meghatározó szerepe van, és amely számtalan további kapcsolódó szakterület innovációját is magával hozza, így a közúti infrastruktúrának is a jármű–pálya–ember hármas kapcsolatból eredően fejlődnie és előrelépnie kell. Az intelligencia járműfedélzetre való helyezését több tényező is indokolja:

- komplex, folyamatosan változó környezet;
- rengeteg vizuális információ;
- bonyolult közlekedési helyzetek;
- komplex döntési feladatok;

- többszintű és folyamatos útvonal tervezés;
- balesetek számának csökkentése;
- környezetvédelem.

Az emberi beavatkozástól független működés a közlekedés minden alrendszerében már jelen van különböző szinteken, ennek talán legfőbb oka, hogy ezen a területen is rohamtempóban gyűrűznek be az informatika és az infokommunikációs technológia megoldásai. Ezek a gyorsan bekövetkező változások nagy hatással vannak a közlekedésben részt vevő járművekre, így a kapcsolati rendszeren keresztül az infrastruktúrára és a közlekedő személyekre is, általában véve pedig a társadalom egészére. Ez a terület olyan új irány, amely erősen interdiszciplináris jellegű problémákat



1. ábra. Jármű-automatizáltság SAE szintjei (Forrás: MarketWATCH International – SAE Levels [1])

fezseget, hiszen figyelembe kell venni a műszaki, gazdasági, jogi és társadalmi aspektusokat egyaránt.

A SAE (Society of Automotive Engineers) International 2014-ben szabvány formájában definiálta az autonóm gépjárművek terminológiáját, illetve megfogalmazta azok szintjeit az automatizáltság tekintetében [1].

Ezek a szintek inkább irányadók és technikai jellegűek, mint jogi definíciók, nem utalnak a piaci bevezetés sorrendjére sem. Az egyes szinteken a minimális rendszerképeségek vannak definiálva, egy adott gépjármű több automatikus vezetési tulajdonsággal rendelkezhet, ezáltal különböző szinteken üzemelhet attól függően, hogy mely képességeit lehet alkalmazni. A definiált szintek alapvetően azt mutatják meg, hogy a dinamikus vezetési műveletek hogyan oszlanak meg az ember és a gép között a 0. (nincs automatizáltság) szinttől az 5. (teljesen automata rendszer) szintig (1. ábra).

2. Innovatív megoldások

2.1. Burkolati jelek

A közúti burkolati jeleket hossz-és keresztirányú vonalak, jelzések és szimbólumok halmazaként lehet definiálni, melyekkel valamilyen objektumra, környezeti és forgalmi körülményre vagy annak megváltozására utaló információt közlünk a járművek vezetőivel. Vezetés közben a forgalommal kapcsolatos információk több mint 90%-át valamilyen burkolati vagy közút menti jelzéssel juttatjuk el a járművezető felé, így ezek láthatósága minden akadályozó környezeti körülmény ellenére kritikus fontosságú az utazás biztonsága szempontjából. A burkolati jelek vizuális szabályozó eszközök, melyek hatással vannak a közlekedésben résztvevők viselkedésére, különös tekintettel a járművezetőkre, akik ezen egyértelmű és világos információk birtokában tudnak alkalmazkodni a közlekedés környezeti körülményeihez. Az információk feldolgozása, az emberi vagy gépi járművezető számára egyaránt a következő fázisokból tevődik össze, melyek rossz látási körülmények között több időt vesznek igénybe:

- észlelés és érzékelés,
- információ felfogás és feldolgozás,
- információ megértés és végrehajtás.

A biztonság elsősorban a burkolati jelek láthatóságától függ. A jövő útburkolati jeleivel szembeni elvárások:

- magas szintű láthatóság, érzékelhetőség minden környezeti körülmény között (éjszakai sötétben és esős-nedves körülmények között is),

- a környezeti és forgalmi körülményeknek megfelelő, dinamikusan változtatható jelzések legyenek

Az útburkolati jelek minősége az autonóm és önvezető járművek közlekedésbiztonsága szempontjából is kiemelt jelentőségű lesz. A járművek ma már rendelkeznek „sávelhagyási” figyelmeztető (Lane Departure Warning Systems, LDWS) vagy „sávartó” automatikával (Lane Keeping Assistance, LKA), így biztosítva a járművezetők segítségét különböző vezetési körülmények között (2. és 3. SAE szint). Ezek a technológiák az objektumok érzékelésén alapulnak (szenzor-, radar- és kamerarendszerek), így a biztonságos közlekedés a burkolati jelek érzékelhetőségétől is függ, ezért a láthatóság, mint alapvető tulajdonság különösen fontos nappali és éjszakai körülmények között egyaránt. Az új generációs utak tekintetében különösen fontos szerepet kapnak az intelligens burkolati jelek, melyek a járművek közlekedésében meghatározó szerepet fognak játszani:

- a burkolatba épített szenzorok segítségével érzékelik a forgalom összetételét és nagyságát,
- alkalmazkodva a forgalmi körülményekhez, változtatják a jelzéseképeket,
- ellenőrizni tudják, hogy ennek megfelelően a járművek betartják-e a jelzett utasításokat

A holland Studio Roosegarde kutatói 2013-ban fotolumineszcenciás burkolati jeleket építettek be több tesztszakaszon [2]. A fotolumineszcencia egy fizikai jelenség, mely során egy anyag különböző hullámhosszúságú elektromágneses sugárzásokat abszorbeál és ennek hatására fényt bocsát ki a bejövő sugárzástól eltérő hullámhosszon. A legtöbb esetben a kibocsátott fény hullámhossza hosszabb és így kisebb energiával rendelkezik, mint az elnyelt sugárzás. A kutatók egy olyan festékport fejlesztettek ki, melynek segítségével a burkolati jelek napközben a napfény segítségével feltöltőd-



2. ábra. Studio Roosegarde által megálmodott fluoreszcenciás burkolati jelek [2]

nek, majd éjszakai körülmények között akár 10 órás fénykibocsátásra is képesek. A technológia továbbfejlesztéseként olyan burkolati jeleket tesztelnek, melyek bizonyos tényezők hatására jelennek meg, így például alacsony hőmérséklet esetén az erre figyelmeztető jelzés lesz látható a járművezetők számára, valós időben (2. ábra).

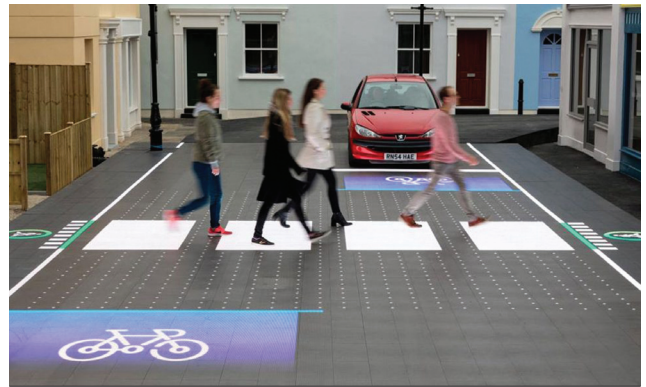
Magyarországon is vizsgálták már a fluoreszcenciás burkolati jeleket [3]. A technológiai megoldás nagy előnye, hogy az alacsonyabb forgalmú kerékpárutakon, de akár a közutakon sem kell közvilágítást kiépíteni, segítségével megfelelő tájékozódás biztosítható, költséghatékony és biztonságossá teszi a közlekedést (3. ábra).



3. ábra. Fluoreszcenciás burkolati jelek egy Eger környéki kerékpárúton [3]

A világító dióda (LED Light-Emitting Diode) félvezető anyagból készült fényforrás. A dióda által kibocsátott fény színe a félvezető anyag összetételétől, ötvözőitől függ. A fény úgy keletkezik, hogy a diódára kapcsolt elektromos áram a dióda anyagában lévő atomok elektronjait gerjeszti, amitől azok nagyobb energiaszintű elektronpályára lépnek, majd miközben visszatérnek eredeti energiaszintjükre, fotonokat bocsátanak ki. A LED égők előnye, hogy a kimeneti fény előállításához alacsony áramerősséget és feszültséget igényelnek, alacsony a fogyasztásuk, kevésbé melegszenek, nagy a kapcsolási sebességük, kis helyen elférnek, ütésállóak és nagy az élettartamuk. Egy az Egyesült Királyságban tesztelt rendszer szenzorok és a burkolatba épített LED égők segítségével dinamikusan tud gyalogátkelőhelyet kialakítani [4]. A gyalogátkelőhely egészen addig nem jelenik meg a burkolaton, ameddig a forgalmi körülmények nem biztosítanak biztonságos átkelési lehetőséget. Amennyiben a forgalom lehetővé teszi a gyalogos számára az átkelést, illetve gyalogosok jelennek meg a közelben, a gyalogátkelőhely a LED égők segítségével megjelenik a burkolaton, és a járművek számára is megállásra figyelmeztető jeleket jelenít meg. A rendszer reakcióideje nagyon alacsony, mindösszesen néhány századmásodperc. Az átkelőhely egy 22 méter

hosszú, acél alapszerkezetű, többrétegű burkolat. A LED égőket tartalmazó réteg alatt egy elektronikai réteg található, mely a rendszer vezérlését és energiaellátását biztosítja. Az égőket egy vékony, átlátszó műanyag réteg védi a forgalom és a környezet hatásaitól. A járművek és a gyalogosok érzékelését egy kamerarendszer végzi, mely mesterséges intelligencia segítségével azonosítja és csoportosítja az egyes objektumokat, majd ezen információk alapján dönti el, hogyan avatkozzon be és milyen burkolati jeleket jelenítsen meg az út felületén. A rendszer képes arra, hogy a gyalogosok számából meghatározza a szükséges gyalogátkelőhely szélességet (4. ábra).



4. ábra. Kísérleti LED technológiájú gyalogátkelőhely [4]

A kamera az észlelt objektumok helyzetét egy központi számítógép számára küldi el, mely az adatok alapján eldönti, milyen burkolati jelet és hol kell megjeleníteni. A számítógép ez alapján vezérli a LED égőket. A gyalogosok szabad vagy tilos jelzése nem a közúti jelzőlámpákon, hanem a burkolaton jelenik meg. Valós körülmények között a rendszerben nyomásérzékelő szenzorok is találhatóak, melyek biztosítják a rendszer folyamatos működését a kamerák hibája esetén is. Az érzékelők az objektumok súlyából, mozgásának irányából határozzák meg annak jellegét.

Németországban a B6-os autópályán, Bréma városának közelében egy induktív energiaellátású, LED-ekből készült hosszirányú burkolati jelrendszer működik [5]. Az égők két irányban is képesek fényt kibocsátani, továbbá vörös és fehér színekben tudják megvilágítani a burkolati jel alakzatot. Az intelligens burkolati jelek nappal és éjszaka is biztosítják az egyértelmű és érthető jelzéseket, továbbá forgalmi terelések és vészhelyzetek jelzésére is alkalmasak. Ez a rendszer képes nagy forgalom esetén a szükséges többlétsávok gyors és biztonságos kialakítására, így infrastruktúra építés nélkül lehet nagyobb kapacitást biztosítani.

A LED-es technológia alkalmazásának előnyei:

- gyors építés és telepítés;

- esetleges hibák gyors feltárása, kiszűrése;
- alacsony energiafogyasztás;
- kémiai anyagoknak és korrózióknak ellenállás;
- vízállóság;
- nem törekeny, nagy teherbírású;
- telepített útszakaszokon biztonság növelése.



5. ábra. Intelligens LED burkolati világítás B6 autópályán, Németországban [5]

A rendszer segítségével tartósan és jól láthatóan lehet az ideiglenes sávlezárásokat és munkaterület elhatárolásokat kialakítani. A moduláris egységekben az egyes panelek mikroprocesszorokat és tartalmaznak, melyek kommunikációs képességének köszönhetően a LED rétegek a megfelelő burkolati jeleket tudják a felületre kivezérelni (5. ábra).

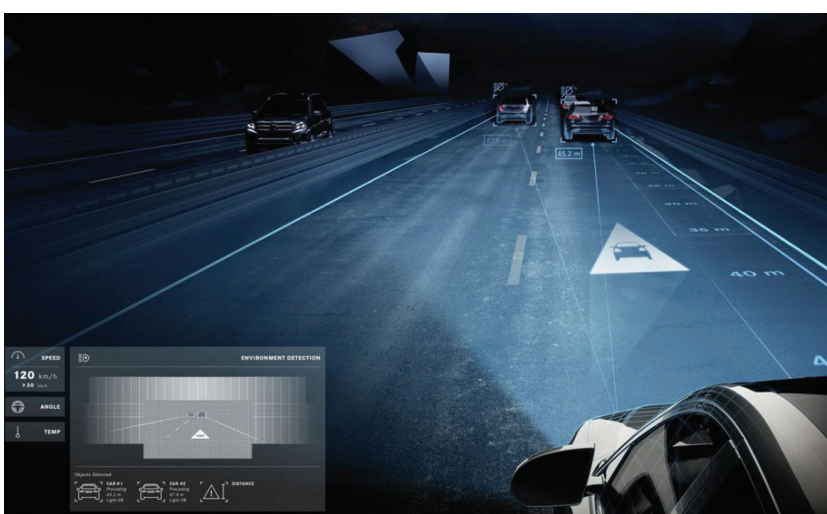
Burkolati jeleket nemcsak lokálisan, az infrastruktúra által jeleníthetünk meg, hanem lehetőség van a közölni kívánt információ felküldésére a járműre és az képes különböző technológiákkal a járművezetővel közölni. A Mercedes-Benz Digital Light névre keresztelt technológiája egy nagy teljesítményű projektort költöztet az autó fényszórójába, amivel nem csupán centiméter pontosan szabályozott fénynyalábot, de különböző figyelmeztető jeleket is az útburkolatra tud vetíteni [6]. A szériaérett megoldás a 2018-as Genfi Autószalonon mutatkozott be és hamarosan már kereskedelmi forgalomban is elérhető lesz. A fényszóróban kétszer egymillió pontszerű fénytűkör kapott helyet, amivel a fényforrás lényegében egy nagyfelbontású projektorként működik, és az autó elé, az úttestre nem csupán a fényt, de képeket vagy közúti burkolati jelzéseket tud vetíteni (6. ábra).

A nagy teljesítményű fénydiódák a fényüket egységenként az egymilliónál is több apró tükrökre küldik, amelyek ráadásul +/- 10 fokos szögben állíthatók. Ezekről a mikroszkopikus méretű tükrökről verődik vissza a fénydiódák fénye, majd halad át egy nagyobb méretű vetítőlencsén, mielőtt bevilágítaná az úttestet. Az autó rezgése, a rossz minőségű útfelület nem zavarja a mikrotükrök helyzetét, mivel azok tehetetlenségi nyomatéka lényegében nulla. A tükrök helyzetét

egy nagy számítású kapacitású számítógép vezérli, nagy mennyiségű szenzor és kamera jelei alapján, aminek köszönhetően nagy számú kép megvalósítható az autó előtt.



6. ábra. Mercedes Digital Light munkaterület elkörlátozás jelzése [6]



7. ábra. Mercedes Digital Light követési távolság kijelzése [6]

Ezen felül a 300 méter hosszú „fényszőnyegre” különböző vezetést segítő jeleket tud vetíteni az autó. A nem egyértelmű burkolati jeleket fel tudja mérni és egyértelműsíti azokat. Útépítés, sávelhúzás mellett, illetve alacsony forgalmú útszakaszon ez nemcsak a sofőrt segíti, de az önvezető rendszerek számára is fontos referenciapont lehet. További, a vezetést támogató segítség, hogy a rendszer képes az adott sebességhez tartozó biztonságos követési távolságot egy mérővonal úttestre vetítésével jelezni (7. ábra).

Az intelligens, digitális alapú közúti burkolati jelek fontos elemei az okos utaknak. A közeljövő kérdései közé tartozik, hogy a különböző burkolati jeleket hogyan és miként kell majd tervezni, telepíteni és üzemeltetni, hogy azok még a hagyományos járműveknek is megfeleljenek, de a jövő intelligens és önvezető autóinak is kiszolgálják a megnövekedett információ igényüket. Az intelligens burkolati jelek esetében is fontos lesz a járművek, az infrastruktúra és az infrastruktúra üzemeltető közötti folyamatos, valós idejű adatcseré és kommunikáció.

2.2. Elválasztó rendszerek

A közúti visszatartó rendszerek alkalmazásának alapvető célja a közúti járművek és a benne ülők, illetve az úton vagy környezetében tartózkodó személyek, létesítmények védelme, illetve a jármű közútról való letéréséből származó következmények csökkentése. Az elválasztó sávval épülő utakon a járműveket visszatartja az ellenirányú forgalmi pályára való áthajtástól és ilyen módon védi azokat a frontális ütközéstől. A középső fizikai elválasztó elemek az alábbi szempontok szerint csoportosíthatók:

- a szembejövő útpályára való áttérés megakadályozását szolgáló acélszalag korlátok, vagy vasbeton (New Jersey) elemek;
- a középső elválasztó sávban létesített híd vagy portál tartópillérek kiemelt védelmét biztosító visszatartó létesítmények, általában acélszalag korlátok, kisebb számban vasbeton elemek;
- a szembejövő útpályára történő áttérés elkerülésének korrekciójára lehetőséget adó, középső elválasztó sáv, ami a hazai gyorsforgalmi utakon általában három és nyolc méter között változik, figyelemmel az ívekben létesítendő, megállási látótávolság meglétét biztosító méretekre is;
- a szembejövő útpályán haladó járművek kölcsönös elvakító hatású fényeinek leárnyékolását biztosító fénykorlátozó rendszerek.

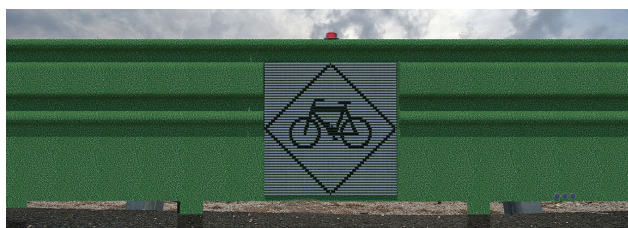
A visszatartó rendszerek tervezése során a tervezőknek beruházóval közösen mérlegelnie kell a

helyszín és a környezeti körülmények ismeretében a baleseti kockázatokat, ezek ismeretében kell a rendszer követelményeit meghatározni. A visszatartó rendszerek felszerelhetők olyan kiegészítő elemekkel, melyek például az ütközést csillapítják. Ezek az elemek az ütközési energia felvételét szolgáló szerkezet tulajdonságait javítják, melyek lehetnek visszatérítő vagy nem visszatérítő hatásúak. Az elvárások az elválasztó rendszerekkel szemben:

- legyen mozgatható, könnyedén átalakítható a forgalmi igényeknek megfelelően;
- biztosítsa az egyes járműforgalmi irányok elválasztását;
- az egyes forgalmi irányoknak adjon vezetést;
- csökkentse a balesetek, különösen a frontális balesetek kialakulásának lehetőségét;
- a bekövetkezett balesetek esetében csökkentse azok súlyosságát.

■ Intelligens elválasztó rendszerek

A 1BARRIER egy spanyol fejlesztésű, a világon teljesen egyedinek mondható elválasztó rendszer [7]. A rendszerben egyaránt található biztonsággal, technológiával és környezetvédelemmel kapcsolatos innováció. Vázát a hagyományos acélszalag korlátok adják, melyekre újrahasznosított gumiból és műanyagból készült burkolatot helyeznek el. Ezt a rendszert már közel 150 országban tesztelték és próbálták ki hosszabb útszakaszokon. Köszönhetően a kialakításnak, az acélszalag korlát élei a gumiburkolat által fedve vannak, így a védetlen közlekedőknek nem tudnak vágásos sérülést okozni balesetek esetén. A gumiburkolat egy sor információs és kommunikációs eszköz beépítésére ad lehetőséget, többek között a vészjelzéshez, veszélyérzékeléshez, szemben haladás vagy védetlen közlekedők észleléséhez szükséges elemeket lehet benne elhelyezni. A korlát kialakítása folyamatos, 70 cm magasságú, mely akár a nagyobb méretű állatok bejutását is meg tudja akadályozni, ezzel csökkentve az általuk okozott balesetek kockázatát. Az intelligens korlátokba az útüzemeltetés számára is hasznos alkalmazások építhetők be, így biztosítható az egyes káresemények után a gyors helyreállítás és a forgalom minimális zavartatása (8. ábra).



8. ábra. A spanyol 1BARRIER rendszer látványterve [7]

A balesetek jelzése vörös. Amikor megtörtént az ütközés, a korlátokba elhelyezett szenzorok érzékelik és a veszélyhelyzetre figyelmet felhívó jelzést azonnal kivetítik a baleset előtti útszakasz LED kijelzőire, ezzel figyelmeztetve az arra közlekedőket. A kijelzés távolságát a forgalomirányító központból lehet változtatni, annak függvényében, hogy mekkora a forgalom és milyenek a környezeti körülmények. A meghibásodott és a padkán várakozó járműveket a LED paneleken a narancssárga szín jelzi. Meghatározott távolságokban vészjelző gombok vannak az intelligens korlátokon elhelyezve, melyek segítségével a probléma jelezhető, így közvetlenül a veszélyre figyelmet felhívó jelzés megjelenik a megelőző útszakasz kijelzőin, továbbá a forgalomirányító központ is értesül. A hiba jelzése a jármű elhagyása nélkül, egy integrált rendszer applikációja segítségével is megvalósítható.

A rendszerbe LED égősorok is beépíthetők, ezzel biztosítható a nehéz látási viszonyok között is a megfelelő tájékozódás és vezetés. Ez a rendszer kiegészítheti vagy teljes egészében válthatja ki a hagyományos közúti világítást. A gumiburkolatba helyezett szenzorok segítségével érzékeltetni lehet a környezeti és időjárás körülmények változását, így a LED kijelzők az időjárásnak megfelelő jelzést tudják mutatni a járművezetőknek, illetve a járművek számára tudnak valós idejű információt szolgáltatni. Abban a pillanatban, mikor egy jármű a korlátnak ütközik, a rendszer egy vészjelzést küld GSM, 4G, 5G vagy IoT csatornákon, mely tartalmazza a baleset helyszínének és körülményeinek (becsapódás ereje, szöge) adatait. Ezek az adatok a közúti forgalmi vagy üzemeltetési központokba futnak be vagy az e-Call rendszer segítségével közvetlenül mentőkhöz, rendőrséghez és tűzoltósághoz jut el. Ezzel felgyorsíthatók a vészjelzési folyamatok, továbbá amennyiben a jármű is küld vészhelyzet esetén adatokat, a redundáns rendszer tovább növeli a biztonságot és a megbízhatóságot. A korlátokba „ultrasound” hangforrásokat lehet telepíteni, melyek megakadályozzák, hogy állatok közelítsék meg az utat és annak közvetlen környezetét. A korlát sokoldalúsága miatt, és mivel ez a szabadalom magában foglal minden olyan jelenlegi vagy jövőbeni technológiai alkalmazást, melyet fejleszteni lehet, az innovációs lehetőségek gyakorlatilag korlátlanok. A rendszer fejlesztésének további irányai lehetnek:

- olyan applikációk fejlesztése, melyek figyelmeztetik a járműveket a védtelen közlekedők jelenlétéről;
- járműfelismerő rendszer telepítése közvetlenül az elválasztó elemekbe;
- útdíjfizetési rendszer illesztése.

A moduláris szerkezet lehetővé teszi, hogy szinte minden esetben az igényeknek és a környezeti körülményeknek megfelelő rendszert lehessen telepí-

teni. Az egymástól teljesen független technológiai alkalmazásokat akár egyenként, de komplex formában is használni lehet. A korlátrendszer burkolatának gyártásánál méterenként 20 kg gumi-származékot tudnak újrahasznosítani, a gumihulladék szinte bármilyen forrásból származhat, így jelentősen csökkentve a rendszer környezeti terhelését.

■ Energiaelnyelő elválasztó rendszerek

A dél-koreai ETI (Evolution in Traffic Innovation) cég ütközési energia elnyelésére képes közúti elválasztó rendszert fejlesztett ki, mely ellentétben a hagyományos, statikus elválasztó rendszerekkel, az ütközésből és jármű csúszásából származó mozgási energiát elnyeli és fokozatosan lassítja le a becsapódott járművet [8]. A mozgó testek dinamikai számításának alaptétele szerint a járművek mérete és sebessége határozza meg a mozgási energia nagyságát, azt is, hogy mekkora erővel képes becsapódni egy elválasztó korlátba, így azok méretezéséhez ez jelent alapot. A hagyományos acélszalag korlátok nem garantálják a járművezetők biztonságát, a kisebb ellenállású elválasztó rendszerek pedig autópályák esetében a szembejövő forgalmat veszélyeztetik (9. ábra).

A forgó hengerek nem csupán elnyelik az ütközés energiáját, hanem átalakítják az elfordulás segítségével mozgási energiává, így a jármű tovább mozog, de annak mozgási energiája fokozatosan veszik el és lassul le, ennek következtében az utasok sokkal kisebb valószínűséggel szenvednek komoly sérüléseket a becsapódástól. A forgó henger EVA műanyagból készül, mely jobb rugalmas és elasztikus tulajdonságokkal rendelkezik más műanyagokhoz képest. A forgó hengereket egy alsó és egy felső acélkeret tartja, melyeket acél tartók támasztanak meg.

A felső és alsó tartókeretek az ütközéskor megtámasztják a járművek abroncsait, megvezetik, így



9. ábra. A dél-koreai KSI cég elválasztó rendszer fejlesztése [8]

megelőzve a kormányrendszer sérülését. A hengerek elfordulásának és az abroncs megvezetésének köszönhetően a jármű hátulja elkerüli az ütközést, oldalfala fokozatosan lassulva csúszni kezd a hengerek oldalán. A háromdimenziós szerkezeti kialakítás és a D-formájú keret szétosztja és elnyeli a jármű vége okozta ütközés energiáját. A rendszer kialakításának legfontosabb jellemzői:

- a forgó hengerek 34,5 cm átmérőjűek, így keskenyebbek a hagyományos acélszalag korlátoknál;
- az acéltartók egymástól függetlenek, így egyenként javíthatók, cserélhetők, csökkentve a fenntartási költségeket;
- az acél tartókat 70 cm-es kiosztással telepítik, így biztosítva az ütközéseknek megfelelő ellenállást;
- erős fényvisszaverő képességű szalagokat helyeznek el a forgó hengereken, így biztosítva a jó láthatóságot.

A gyártó cég több különböző forgó hengert és acél tartót is gyárt attól függően, hogy milyen kategóriájú úton lesz beépítve a rendszer.

■ Mozgatható elválasztó rendszerek

A SwiftGate rendszer egy automata korlát és kapu megoldás, melyet speciálisan autópályák forgalmi szabályozási műveleteihez alakítottak ki [9]. A Versilis cég számos típusú, automata üzemmódban mozgatható kaput fejlesztettek ki, melyek azonos tervezési elveket és kommunikációs technológiát követnek. Kialakítástól függetlenül a rendszer legfőbb célja, hogy gyorsan, hatékonyan és biztonságosan tudjon beavatkozni a forgalmi helyzetbe, illetve könnyen telepíthető és gazdaságosan üzemeltethető legyen. A SwiftGate kapuk egy függőleges tengely körül fordulnak el (forgócsap), a forgókarokon a jó láthatóság érdekében nagy felületű fényvisszaverő eszközök lettek telepítve és LED égők is találhatóak rajta. A karok rendkívüli teherbírást, flexibilitást és tartósságot biztosítanak, melyeket korrózió álló anyagokból gyártanak és ellenáll a közutak menti környezeti hatásoknak. A rendszer telepítése integráltan zajlik, tehát az egyes elemekhez egy komplex kommunikációs szoftver rendszer tartozik. A cég által fejlesztett kommunikációs hardver elemek különböző kommunikációs lehetőségeket biztosítanak, melyek elvégzik a teljes rendszer üzemeltetését, fenntartását, megfigyelését. Az egyes karok központilag vagy a helyszínen is irányíthatók. A mozgatható elválasztó elemek előnyei:

- csökkentik a forgalmi torlódásokat;
- üzemanyag megtakarítást jelent a csökkent eljutási időnek köszönhetően;
- jobb közlekedési felület kihasználás;
- károsanyag-kibocsátás csökkentése.

A különböző kommunikációs eszközök lehetővé teszik, hogy a mozgatható karokat akár egy integrált forgalomirányítási és infrastruktúra üzemeltetési központból irányítsák, ellenőrizzék, de a helyszíni beavatkozásokhoz manuális rádiófrekvenciás végberendezések is rendelkezésre állnak. Az ideiglenes telepítésű rendszerek helyszíni energiaforrásról működtethetők (piezoelektromos berendezések, napelemes burkolatok), melyek kiépítéséhez nincs szükség kommunikációs hálózat kialakítására sem. A mozgatható kapuk könnyen cserélhető modulokból vannak összeállítva, melyek nagy sűrűségű polietilénből készülnek. A karok kialakításával nagyon jó láthatóságot és maximális fényvisszaverő képességet értek el a fejlesztők, melyet a nagy felületen elhelyezett magas intenzitású retroreflektív burkolat biztosít. A rugalmas polikarbonát anyagból készült irányjelző táblát LED égőkkel szerelték fel a kar forgalom felé eső végén, így biztosítva a megfelelő figyelemfelkeltést. Az irányjelző tábla önmagában növeli a kar láthatóságát, továbbá megvédi a kisebb erejű ütésektől. Ütközés esetén a kar visszahajlik eredeti állapotába, így csökkentve a szerkezet sérülésének valószínűségét és egy biztonsági zár megakadályozza a visszacsapódást (10. ábra).

A Versilis rendszer másik fontos eleme a SwiftSign automata figyelmeztető jelzőkép, melyet speciálisan forgalomirányítási folyamatok szabályozására fejlesztettek ki. A jelzés 90 fokban elforgatható és csak akkor látható a közlekedők számára, ha működésben van. Különböző jelzéseket lehet vele közölni a járművezetők felé, többféle fényjelzési beállítás segítségével. A táblákat korrózió álló anyagokból készítik, így a közlekedési környezet hatásainak teljes mértékben ellenáll. A táblákat egyenként és csoportokba rendezve is lehet működtetni, illetve jól illeszthető más intelligens infrastruktúra



10. ábra. A Versilis cég dinamikus elválasztó rendszere [9]

elemekkel. Az ideiglenes kihelyezésű táblákhoz nem kell villamosenergia hálózatot kiépíteni, elegendő felszerelni napenergia panelekkel és önállóan tudja biztosítani a villamosenergiát. A jelzéseket központilag és helyben, manuális végberendezések segítségével is lehet működtetni.

A Versilis típusú elválasztó rendszerek alkalmazási területei az Egyesült Államokban:

- telekocsi sávok be- és kijáratái;
- autópálya fel- és lehajtók forgalmának szabályozása;
- változtatható forgalmi irányú sávok;
- balesetek esetén belső sávok lezárása;
- műtárgyak környezetében forgalmi sávok használatának irányítása;
- rövid időszakú, nagy forgalmi igények menedzselése;
- autópályák, műtárgyak lezárása vészhelyzetben.

3. Összefoglalás

A közúti forgalomtechnikai innovációknak két fő iránya van, melyek összefüggésben vannak a közúti információk közzétételével és a fokozódó biztonsági igényekkel. Az útburkolati jelek fejlesztései a dinamikus megoldásokat helyezik előtérbe, ennek érdekében a LED technológia alkalmazása megjelenik a különböző megoldásokban. A láthatóság fokozása érdekében, az éjszakai közlekedési körülményekben vezetést segítő főként fluoreszcenciás megoldásokat javasolnak nemzetközi és hazai szinten is. A járművek „intelligenciájának” növekedése lehetővé teszi, hogy önmaguk tudjanak akár útmenti jelzéseket megjeleníteni és egyértelműsíteni a fedélzeten, közölni a vezetővel. Az elválasztó rendszerek fejlesztései szintén a valós

idejű alkalmazkodó képesség elérését kívánják megvalósítani, emellett a biztonság továbbra is az innovációk egyik meghatározó elemek. A forgalomtechnikai elemek fejlesztése, kipróbálása hazánkban is aktuális, hiszen pl. Zalaegerszegi Tesztpálya alkalmas lehet az új infrastruktúra elemek tesztelésére is.

Felhasznált irodalom

- [1] Hesz Mátyás Okos út, teszt út. „Közös dolgaink – beszélgetések a szakmáról”: A jövő megoldásai a közutak fejlesztése és üzemeltetése során, Budapest, Magyarország, (2018).
- [2] 9 Technologies for Building the „Road of the Future” (hozzáférés: 2018.02.28.) <https://www.citylab.com/life/2012/12/9-technologies-building-road-future/4219/>
- [3] Világító útburkolati jelek (Living Road – Hungarian Road Kft.) <http://www.livingroad.hu/index.php?pg=vubjel>
- [4] LED gyalogos átkelőhely (hozzáférés: 2018.04.08.) <http://www.wired.co.uk/article/digital-pedestrian-crossing-technology-machine-learning-safety>
- [5] LED burkolati jelek (hozzáférés: 2018.04.08.) <http://www.worldhighways.com/categories/road-markings-barriers-workzone-protection/features/improved-road-markings-will-boost-roadway-safety-for-users/>
- [6] Mercedes-Benz Digital Light (hozzáférés: 2018.04.08.) https://totalcar.hu/magazin/hirek/2018/03/07/full-hd-ben_vetit_a_jovo_autolampaja/
- [7] Intelligens elválasztó rendszer (hozzáférés: 2018.04.08.) <https://1barrier.com/en/>
- [8] Energiaelnyelő elválasztó rendszer (hozzáférés: 2018.04.08.) <https://interestingengineering.com/korean-company-develops-life-saving-rolling-barrier-system>
- [9] Versilis mozgatható elválasztó rendszer (hozzáférés: 2018.04.08.) <http://www.versilis.com/>



Elsőbbségi vagy kizárólagos használatú sávok összekapcsolt és önvezető járműveknek

Dedicating Lanes for Priority or Exclusive Use by Connected and Automated Vehicles

Szerző(k): Booz Allen Hamilton (WSP, New Jersey Institute of Technology, USA)

Link: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_891.pdf

Terjedelem: 156 oldal

NCHRP Report 891: Dedicating Lanes for Priority or Exclusive Use by Connected and Automated Vehicles concentrates on identifying and evaluating opportunities, constraints, and guiding principles for implementing dedicated lanes for connected and automated vehicles. It identifies and describes conditions amenable to dedicating lanes for users of these vehicles and the necessary guidance to deploy them in a safe and efficient manner. The analysis, which relied on application of virtual, computer-based models, helps identify potential impacts associated with various conditions affecting lane dedication, market penetration, evolving technology, and changing demand. This report will be of immediate interest to transportation planners responsible for examining opportunities for integrating connected and, eventually, automated vehicles into the highway network.