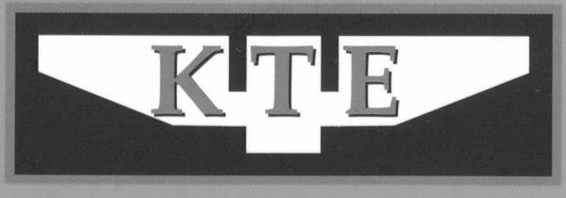
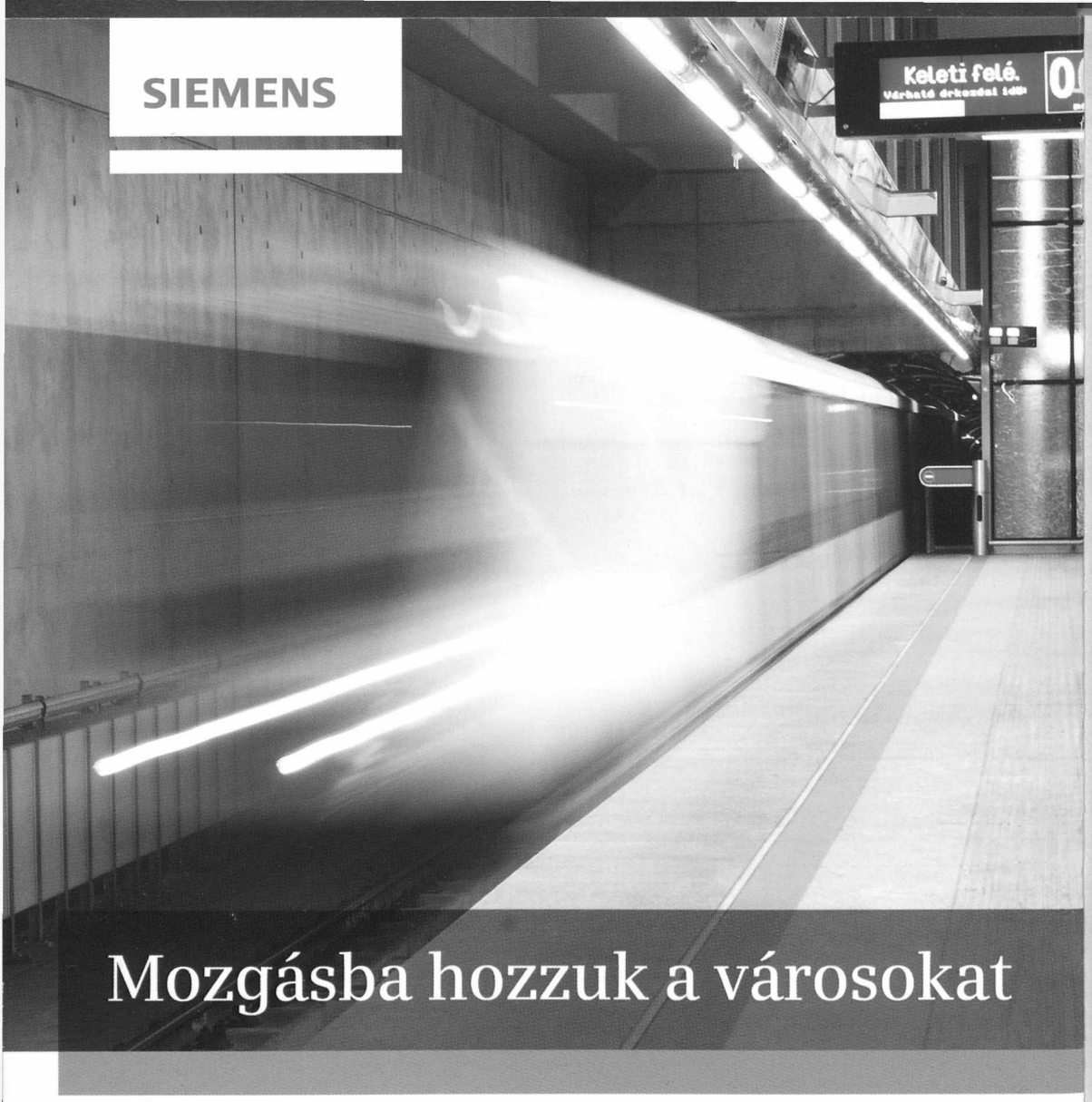
2014.4.82.

LXIV. ÉVFOLYAM 4. SZÁM
2014. AUGUSZTUS

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA
ALAPÍTVA 1951-BEN



Mozgásba hozzuk a városokat

A Siemens sikerrel egyesíti nemzetközi tapasztalatát és lokális kompetenciáit a vasúti és közúti közlekedés irányítása, a vasútvillamosítás, valamint a kötöttpályás járművek területén.

A vállalat a kezdetektől részese a budapesti közösségi közlekedésnek; nevéhez fűződik a mai Andrássy út alatt 1896-ra megépített Millenniumi Földalatti vasútvonal, mely az első volt Európa kontinentális részén.

A Keleti pályaudvart és a Kelenföldi állomást összekötő új, utasforgalomra átadott 4-es metróvonalon a Siemens felel az automatikus vonatvezérlési és biztosító berendezésekért, illetve a teljes áramellátásért. Kiépítette a vonatfelügyeletet ellátó irányító központot, a teljes kommunikációs és tűzjelző hálózatot, és bővítette az energiaellátó központot.

www.siemens.hu

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE
A közlekedési szakterület tudományos lapja
VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHE RUNDSCHAU
Zeitschrift des Ungarischen Verein für Verkehrswissenschaft
REVUE DE LA SCIENCE DES TRANSPORTS
Revue de la Société Scientifique Hongroise des Transports
SCIENTIFIC REVIEW OF TRANSPORT
Publication of the Hungarian Society for Transport Sciences

Megjelenik kéthavonta
www.ktenet.hu

ALAPÍTOTTA:
a Közlekedéstudományi Egyesület

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:
Kövesné Dr. Gilicze Éva elnök
Dr. Katona András főszerkesztő
Dr. Békési István
Berta Tamás
Bretz Gyula
György Tibor
Horváth Lajos
Dr. Iványi Árpád
Mészáros Tibor
Dr. Prileszky István
Szécsey István
Szűcs Lajos
Dr. Tánczos Lászlóné
Dr. Tóth János
Dr. Tóth László

SZERKESZTŐSÉGI TITKÁR:
Rácznéné dr. Kovács Ágnes
Tel./Fax: 353-2005, 353-0562
E-mail: szemle@ktenet.hu

SZERKESZTŐSÉG:
1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.

FELELŐS KIADÓ:
Dr. Tóth János,
a Közlekedéstudományi Egyesület főtitkára

KIADJA:
Közlekedéstudományi Egyesület
1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.

MEGBÍZOTT KIADÓ:
Press GT Kft.
1139 Budapest, Üteg u. 49.
Tel.: 349-6135
E-mail: info@pressgt.hu

NYOMDAI KIVITELEZÉS:
Informax Millenium kft.
Felelős nyomdavezető: Bocskay Endre.

TERJESZTŐ:
Magyar Posta Zrt. Központi Hírlap Iroda
Előfizethető a Közlekedéstudományi Egyesületnél
Egy szám ára: 1380 Ft, Éves előfizetés: 8280 Ft
Egyéni KTE tagnak tagdíjjal: 5140 Ft
Nyugdíjas és diák KTE tagnak tagdíjjal 4640 Ft

ISSN 0023 4362

A Közlekedéstudományi Szemlét vagy annak részleteit a Szerkesztőbizottság írásos engedélye nélkül bármilyen formában reprodukálni és közölni tilos.

A cikkek tartalma nem minden esetben egyezik a szerkesztőség véleményével.
Kéziratot nem őrzünk meg.

A lap egyes számai megvásárolhatók a Közlekedéstudományi Egyesület Titkárságán (1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.),

2014 AUG 15.
Közlekedéstudományi Intézet Rt. Könyvtár BUDAPEST

TARTALOM

Dr. Fónagy János
A közlekedés feltételeinek alakulása 2010-2014 között: Jelentős változások 4

Dr. habil. Gáspár László – Karoliny Márton
Felújított útpályaszerkezetek ciklusidejének növelése korszerű tervezéssel 7

Dr. Péter Tamás – Fazekas Sándor
Peremsűrűségek beállítása és a modell validálása, nagyméretű nemlineáris közúti közlekedési hálózatok forgalmi folyamatainak analíziséhez 21

Kiss Éva – Tiner Tibor – Kovács András
A hazai ipari parki vállalkozások közlekedési kapcsolatai egy felmérés tükrében 34

Kovács Áron
Dél-Dunántúl megyeszékhelyeinek közúti elérhetősége 43

Dr.-Ing. Nagy Antal
M4 – biztonságos közösségi közlekedés Budapesten 53

Varga Károly
Megemlékezés a nemrég 100 éves zalaegerszegi fűtőházról 60

Melléklet
Közlekedésbiztonság – Közlekedési környezetvédelem

Benkő Mihály – Dobókői György – Karsai Mihály
Járművezetés közbeni mobiltelefonálás hatásainak mérése és kiértékelése a járművezetői teljesítményt érintő hatások elemzése 65

Tisztelt Olvasó!

A Közlekedéstudományi Szemle 2013-tól már nem csak nyomtatott, hanem digitális változatban is olvashatók. A **www.dimag.hu** portálon kiválasztható az az eszköz – Pc, tablet, „okos telefon" – amire a lapot le szeretné tölteni, előfizetésre pedig bankkártyás fizetéssel van lehetőség. A digitális változat előfizetési díja 8280 Ft helyett csak 6000 Ft évente, KTE egyéni tagnak 4140 Ft. Az előfizetőknek a portál automatikusan jelzi az új lapszám megjelenését. Valamennyi letöltött lapszám tartalma a továbbiakban egy helyen, az Ön által használt elektronikus eszközre optimalizálva lesz elérhető az Ön számára! Várjuk Önt is digitális számaink előfizetői között!

Üdvözlettel:

A Szerkesztőbizottság

A közlekedés feltételeinek alakulása 2010 – 2014 között: jelentős változások

(Elhangzott a Közlekedéstudományi egyesület 2014. évi küldöttközgyűlésén)

Dr. Fónagy János, parlamenti államtitkár, a KTE elnöke

A közlekedés és a közösségi közlekedés fejlődése szempontjából az elmúlt négy év eredményes és előremutató volt, a számos végrehajtott feladat mellett megalapozta a következő időszakban megvalósítandó főbb közlekedésfejlesztési célkitűzéseket.

A megvalósított fejlesztések, a bevezetett intézkedések, a mobilitási igények egyre magasabb színvonalú kielégítését szolgálták úgy, hogy a költségvetés teherbíró képességét is figyelembe vegyék. Cél a közösségi közlekedés személyszállításon belüli kedvező, 22-25 százalékos részarányának megőrzése (EU átlag: 12-15%!). Ennek érdekében a kötöttpályás közlekedést a továbbiakban is előnyben részesítjük az autóbuszos szolgáltatásokkal szemben (értelemszerűen ott, ahol ennek feltételei adottak: az ország 3600 településének egyharmada érhető el vasúton, autóbusszal viszont 3 település kivételével valamennyi.)

A legnagyobb horderejű intézkedésként megalkottuk és hatályba lépettük a személyszállítási szolgáltatásokról szóló 2012. évi XLI. törvényt (Sztv.). Az ágazati kódex egységes jogszabályba foglalva homogén, konzisztens és kiszámítható szabályozási környezetet biztosít. Törvényi szinten rögzíti az alapellátásra vonatkozó szempontrendszert és mennyiségi jellemzőket.

Az egyes alágazatok meghatározó jellemzői, a legfontosabb területeken végrehajtott és tervezett fejlesztések, intézkedések

VASÚTI KÖZLEKEDÉS (MÁV ZRT., GYSEV ZRT.)

2014. január elsejétől MÁV-START Zrt. néven egységes leányvállalatként működik a MÁV-START, a MÁV-TRAKCIÓ és a MÁV-GÉPÉSZET. Az új személyszállítási szervezetbe tehát integrálódott a vontatási és a javítási tevékenység is. Az átszervezés célja az állami források hatékonyabb felhasználása, a költségek csökkentése és a bevételek növelése, a belső folyamatok ésszerűsítése, a kiszervezett tevékenységek áttekintése. (2013. január 1-jével létrejött a független pályaműködtető társaság, amely a további adósságkonszolidáció megvalósulásának függvényében, fokozatosan veheti át feladatait.)

A szervezeti átalakítás eredményeként a vasúti személyszállítási szolgáltatások bevételekkel nem fedezett költségtérítési igénye – a szolgáltatás árának és mennyiségének szinten tartása és a minőség fokozatos emelése mellett az 2011. évi 166 milliárd forintról 2014-re 146,8 milliárd forintra esett vissza. A 2010-es csőd közeli állapotban a mintegy 300 milliárdos adósságállomány mára 220 milliárdra csökkent.

A vasúti szektor hosszú távú jövőképének megteremtése érdekében a fejlesztési tárca 2013-ban 10 évre szóló közszolgáltatási szerződéseket kötött a MÁV-START Zrt-vel és a GYSEV Zrt-vel. Így a megrendelő állam és a szolgáltatók jogilag szabályozott keretek között, kiszámítható feltételek mellett végzik tevékenységüket a vasúti személyszállítás működtetése és színvonalának emelése céljából.

11 vasúti mellékvonalon indítottuk újra a személyszállítást, 30 alacsonyabb műszaki szintet nyújtó szakaszon a rendszerváltás óta példátlan módon 25 százalékkal olcsóbb regionális tarifát vezettünk be.

A vasúti közlekedés vonzóbbá tétele, a jobb utazási komfort biztosítása és a környezet védelmének fokozása érdekében szükséges a vas-

úti járműállomány fejlesztése. A MÁV-START Zrt. 42 db, a GYSEV Zrt. 6 db új villamos elővárosi motorvonatot szerez be (EU-s forrás), közel 700 db vasúti kocsi komfortjavító felújítása (saját forrásból), WIFI-vel történő felszerelése valósul meg, 2 IC+ vasúti kocsi prototípusának saját gyártása és a jegykezelési rendszer teljes körű megújítása folyamatban van.

VÁLTOZÁSOK A HELYKÖZI AUTÓBUSZOS SZEMÉLYSZÁLLÍTÁSBAN

A helyközi autóbuszos személyszállításban megkezdődött a 24 Volán társaság összevonása 7 regionális társaságba. Az átalakítás folyamán megvalósul a társaságok üzemviteli, gazdasági és pénzügyi folyamatainak átvilágítása és felülvizsgálata. A teljes összeolvadás az üzemviteli folyamatok központosítását és integrációját követően 2014 végéig megtörténik.

Párhuzamosan zajlik a Volán társaságok autóbuszparkjának korszerűsítése is a Magyar Fejlesztési Bank Zrt. 150 milliárd forintos keretösszegű Közösségi Közlekedésfejlesztési Finanszírozási Programja segítségével. A szolgáltatók mostanáig 15,6 milliárd forint hitel felhasználásával 263 db új és 26 db újszerű használt autóbuszt szereztek be. A korszerű járművek egy része ezekben a hónapokban áll forgalomba pl. Budapest agglomerációs vonalain.

Megkezdődött a Volán társaságok közszolgáltatási szerződései 2016 végi lejárta utáni időszakra az autóbuszos személyszállítási szolgáltatásokat végzők kiválasztására irányuló pályázati eljárás kiírásának és lebonyolításának előkészítése.

A közösségi közlekedés folyamatban lévő újjászervezését folytatjuk, a költséghatékonyság és az utazási minőség folyamatos növekedése céljából. Meg kell vizsgálni a zéró emissziós járművek bevonását a közösségi közlekedésbe, ezeknek a hagyományos járműveknél magasabb beszerzési és karbantartási költségeinek a fedezetét meg kell teremteni. Nagyobb hangsúlyt kell kapnia az egyenlő esélyű hozzáférésnek, a fizikai és infokommunikációs akadálymentesítésnek.

A HAZAI KÖZLEKEDÉSI GÉPGYÁRTÁS BEINDÍTÁSA

A hazai közlekedési gépgyártás beindítását is szolgáló fejlemény, hogy a svéd Volvo Bus Corporation és a Rába Járműipari Holding Nyrt. tavaly februárban stratégiai buszpiaci együttműködési megállapodást kötött. A VOLÁNBUSZ Zrt. által beszerzett 61 db csuklós Rába-Volvo autóbusz idén áprilistól folyamatosan áll forgalomba a fővárosi agglomerációban. A Rába éves szinten 200-300 korszerű autóbusz szállításával számol a Volvo-együttműködés keretében. Az elkövetkezendő évtizedben a közel 9000 darabos helyi- és helyközi autóbuszflotta mintegy 90 százalék lecserélésére lenne szükség.

Szolnokon, a MÁV Járműjavítóban – 15 év szünet után – ismét új, hazai fejlesztésű vasúti személykocsik készülnek. Az elkövetkezendő években a közel 2300 darabos állományból hozzávetőleg 2000 db vasúti személykocsi lecserélésére lenne szükség. Szolnokon, a Stadler gyárában készülnek a méltán népszerű Flirt típusú motorvonatok alumínium járműszekrényei is.

A KÖZÚTI HÁLÓZAT VÁRHATÓ HELYZETE, AZ ÚTFENNTARTÁS FELADATAI

A közlekedési infrastruktúrafejlesztések területén a gyorsforgalmi fejlesztések üteme kevésbé intenzív, mivel a sugárirányú autópályák többsége megépült (a legnagyobb hiány az M4-es). A jelentősebb folyamatban lévő beruházások az M43 autópálya Makó országhatár közötti szakasz építése, az M3 autópálya 49. sz. főút és Vásárosnamény között és az M85-M86 gyorsforgalmi utak Győr és Szombathely közötti szakaszainak építése.

A 2014-2020 közötti időszakban a legfontosabb cél az autópályák elvezetése az országhatárokig, a megyeszékhelyek bekötése a gyorsforgalmi hálózatba és új keresztirányú gyorsforgalmi kapcsolatok (M9, M8 autópálya szakaszok) kialakítása.

A Kormány 109 milliárd forintra emelte a 4-5 számjegyű utak egyes szakaszainak teljes körű

rekonstrukcióját támogató program keretösszegét, amely így közel 1000 kilométernyi alsóbb rendű mellékút rendbetételét fedezheti. További 49 milliárd forintból indulnak felújítások autópályákon és főutakon, összesen 314 kilométeren. A harmadik futó program 34 milliárd forintból teszi lehetővé a nyomvályúk és felületi egyenetlenségek megszüntetését több mint 565 kilométeren.

Így a Magyar Közút Nonprofit Zrt. összesen közel 1900 kilométeren végezhet el az útállapotok tartós javulását eredményező beavatkozásokat. A közútkezelő hazai és Európai Uniós forrásokból több mint 190 milliárd forintot fordíthat a legrosszabb állapotú, legforgalmasabb szakaszok rendbetételére. Több mint 100 milliárd forint értékű fejlesztés kezdődik meg, illetve az idén elkészül.

KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁG

A közlekedési balesetek számában folyamatos csökkenés volt tapasztalható. 2013-ra (536 halálos baleset) közel 18%-kal csökkent a halálos balesetek száma a közúton a 2010-es év adataihoz képest (649 halálos baleset), emellett a súlyos sérüléses balesetek száma is 7 %-kal csökkent (2010-ben 4941, 2012-ben 4617 súlyos baleset történt). 2012-ben Magyarország az egyik legrangosabb európai kitüntetésben részesült: a közlekedésbiztonság terén elért kiemelkedő eredményeiért (a közúti közlekedési balesetek számának jelentős mértékű csökkentése elismeréseként) az **Európai Közúti Biztonsági Tanács** június 20-án Magyarországnak **„PIN Award 2012" díjat adományozott**.

Összességében az elmúlt négy évről adott rövid összefoglaló is mutatja, az elért eredmények súlyát, jelentőségét, és reményt ad a közlekedési ágazat további fejlődéséhez.

Tekintettel arra, hogy egyesületi fórumon vagyunk, a teljesség akkor biztosított, ha számba vesszük az e területen elvégzett munkát és kitekintést adunk a jövőre is.

EGYESÜLETI ÉLET

A közlekedésbiztonság a szakmát összefogó KTE számára is kiemelt ügy. A KTI-vel közös kutatási tevékenység (2013: „Az informatikai forradalom hatása a különböző generációk közlekedési szokásjellemzőire a biztonságos közlekedés aspektusából" témában) és a négyállomásos közlekedésbiztonsági roadshow mindenképpen említésre érdemes.

Megalakulóban van az Általános Közlekedési Tagozaton belül a Fenntartható Közlekedés Szakosztály. Az elképzeléseik között szerepel az együttműködés a közlekedési intézményekkel és vállalatokkal szabályozási és technikai fejlesztési javaslatok kidolgozásában, továbbá a lakossági tájékoztatás fokozása, az edukáció és az ismeretterjesztés kibővítése.

Szervezeti ügy, hogy Szepessy Kornél úrral, a HungaroControl Zrt. vezérigazgatójával történt megbeszélés eredményeként a Légiközlekedési Tagozaton belül egy új szakosztály alakítását tervezzük a magyar repülésirányítás ügyében. Erősítjük az együttműködést a MÁV-val, aminek eredményét jelzi a 2014-es Pályafenntartási Konferencia közös rendezése. Bővülnek a szakmai kapcsolatok a Volánokkal. A kapcsolatok szélesítését tervezzük a civil szervezetekkel és társaságokkal (együttműködési megállapodás kezdeményezése: pl. a Hungrail-lel és a Volán Egyesüléssel).

Az egyetemi képzésben a tantervek összehangolt felülvizsgálata zajlik a BME Építőmérnöki Karán, a Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karon és a Győri Széchenyi István Egyetem Műszaki Tudományi Karán. A felsőoktatásban az oktatás-kutatás kettős feladat ellátása folyamatos, de az utóbbi években a finanszírozás csökkent. A közlekedési és építőmérnöki területek iránt továbbra is jelentős a hallgatói érdeklődés, a felvettek száma a BME-n kismértékben nőtt az elmúlt évben.

A KTE-ben korábban hagyománya volt a megbízásos munkáknak, időközben azonban megváltozott a jogszabályi és finanszírozási környezet. Az innovációs járulék terhére vállalt K+F tevékenység lecsökkent. A KTE tagságán keresztül szakmai bázis van, de a társadalmi munka teljes körűen nem várható el .

A felvetett, illetve bemutatott példákkal remélem sikerült érzékeltetni Egyesületünk aktív és eredményes tevékenységét, amelyekről a későbbiekben további fontos részletek hangzanak el.

Felújított útpályaszerkezetek ciklusidejének növelése korszerű tervezéssel

A már szinte teljesen kiépített, országos közúthálózat megfelelő állapotban tartása kiemelten fontos, nemzetgazdasági jelentőségű feladat. A rendszeresen szükségessé váló útfelújítások tudományos alapú, gondos megtervezése a tartós burkolatok egyik előfeltétele. A cikk az útburkolatfelújítások korszerű tervezésére ismertet eljárást.

Dr. habil. Gáspár László — **Karoliny Márton**
okl. mérnök, az MTA doktora, professzor emeritus, KTI Nonprofit Kft., e-mail: gaspar@kti.hu
okl. mérnök, vezető tanácsadó, EULAB Kft., karolinymarton@hotmail.hu

1. BEVEZETÉS

Csupán megfelelő sűrűségű és állapotú közúthálózat képes nemzetgazdasági szintű feladatainak maradéktalan teljesítésére. Hazánkban a közeljövő nagy útügyi kihívását jelenti – a gyorsforgalmi úthálózat kiépítésének befejezésén és a településeket elkerülő útszakaszok megépítésén kívül – az üzemelő hálózat pályaszerkezetének megfelelő minőségi szinten tartása. Az elmúlt időszak hazai gyakorlata azt bizonyítja, hogy az útfelújítási munkák meglehetősen gyakran az előzetesen vártnál jóval rövidebb ciklusidejűnek bizonyultak. Nagy nemzetgazdasági jelentősége van így minden olyan próbálkozásnak, amely a felújítási munkák tartósságának növelése irányában hat. Erre tesz ez a cikk kísérletet – az utak élettartamát befolyásoló fő tényezők áttekintése után – az eddigieknél megalapozottabb felújítás-tervezési eljárás ismertetésével.

2. AZ UTAK ÉLETTARTAMA

2.1. Az utak élettartamának értelmezése

Az „élettartam" fogalma első közelítésre könnyen értelmezhetőnek tűnik. Ha ugyanis az ember élettartamára gondolunk – és általában, akár tudat alatt is, ebből indulunk ki –, akkor világos, hogy az élettartamon a születés és a halál közötti időszakot értjük. Sokkal összetettebb és esetenként akár vitákra is okot adó az utak élettartamának meghatározása [1].

Az út összetett létesítmény, olyan modulokból áll, mint a földmű, a pályaszerkezet, a forgalomtechnikai berendezések stb.; sőt ezeknek a moduloknak is különböző elemei vannak (pl. az egyes útpályaszerkezeti rétegek), más-más anyagból, terheléssel és – ebből adódóan – eltérő teljesítménnyel. Nem meglepő tehát, hogy nem beszélhetünk az út egyetlen élettartamáról, hanem mindegyik elem „önálló életet él", általában különböző élettartammal. Külön bonyolítja a helyzetet, hogy egyes elemeknek az élettartam végi kedvezőtlen állapota a szomszédos elemek leromlását felgyorsíthatja, különösen, ha azok fölötte helyezkednek el.

Az egyes elemek élettartamának vége a minőséget jellemző állapotparaméterek (pl. tömörség, teherbírás, felületi egyenetlenség) olyan kedvezőtlen szintre süllyedéseként is definiálható, amikor az útelem további üzemeltetése már gazdaságtalan. Ez a beavatkozási határ előre megadott teljesítményi követelmény (performance criterion) formáját ölti. Az egyes állapotparaméterek leromlási sebessége gyakorlatilag sohasem egyforma, ebből következőleg a szóban forgó útelem élettartamának végét a kritikusnak bizonyuló állapotparaméter szintjének beavatkozási határra történő süllyedése határozza meg, még akkor is, ha a többi paraméter saját határát még nem érte el.

Az élettartam előbbiekben ismertetett értelmezése azt a feltételezést rejti magában, hogy az üzemel-

tető a beavatkozási határ elérésekor állapotjavító beavatkozást hajt végre. A gyakorlatban azonban nem mindig ez a helyzet; a rendelkezésre álló anyagi eszközök szűkössége miatt, több esetben a már gazdaságtalan üzemeltetésű útszakaszokon is továbbfolyik a forgalom. Évek telhetnek el, amíg ténylegesen befejeződik az útelem élettartama, amikor is annak felújítására, átépítésére sor kerül. Ezt az élettartamot „pénzügyi élettartamnak" nevezhetjük, szemben a korábban bemutatott „műszaki élettartammal".

A teljes útpályaszerkezet élettartamának végét az határozza meg, hogy mikor válik az egész szerkezet képtelenné funkciójának ellátására. Legnyilvánvalóbban ez akkor következik be, amikor az összes pályaszerkezeti réteget eltávolítják, és újakat építenek helyettük. Erre a pályaszerkezet-cserére azonban meglehetősen ritkán kerül sor, inkább az a jellemző, hogy új rétegeket terítenek el, egyre gyakrabban a felső réteg(ek) eltávolítását követően. (Mind nagyobb mértékben a felmart aszfaltréteg környezetbarát újrahasznosítása irányában is tesznek lépéseket). Ezek az állapotjavító beavatkozások, az egész pályaszerkezet szempontjából, ciklusidőknek tekintendők. Általános esetben, több ilyen ciklusidő teszi ki a pályaszerkezet teljes élettartamát [2].

További bizonytalanságot okoz, hogy például valamely aszfalt anyagú kopóréteg élettartamának végeként kell-e tekinteni, ha újabb, erősítő aszfaltrétegeket építenek fölé. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a szóban forgó régi réteg továbbiakban is az út pályaszerkezetének részét képezi, részt vesz a különböző – forgalmi és környezeti – terhek felvételében. Ugyanakkor azonban feladata módosult, mivel alsó pályaszerkezeti rétegként már a fölötte levő rétegeken keresztül érkező, a korábbiaknál kisebb igénybevételnek van kitéve, felületi tulajdonságai sokkal kevésbé lényegesek, tehát a gépjárművek kerekeivel közvetlenül már nem érintkezik.

2.2. Az útpályaszerkezetek élettartamát befolyásoló fő tényezők

A következőkben – az útpályaszerkezetekre összpontosítva, az út többi elemének figyelmen kívül hagyásával – áttekintjük azokat a legfontosabb tényezőket, amelyeket a tervezőnek, lehetőség szerint, figyelembe kell(ene) vennie.

2.2.1. Forgalmi paraméterek

Az útpályaszerkezet élettartamát befolyásoló legfontosabb tényezőcsoport – egyértelműen – a forgalommal függ össze; a létesítmény ugyanis a közúti járművek lehetőség szerinti biztonságos, kényelmes és gazdaságos levezetésére épül. A szakaszon időegység (pl. egy nap) alatt áthaladt járműszámnál fontosabb paraméter a járművek tengelyterhelés szerinti megoszlása. Közismert, hogy a pályaszerkezet-tönkretételi hatás a közúti járművek tengelyterhelésének – a pályaszerkezet felépítésétől függően – harmadik-hatodik hatványával arányos. Ezért aztán egyetlen, 100-110 kN-nyi, egyes tengelyterhelésű kamionnak a rongáló hatása több százezer kisméretű személygépkocsiéval hasonlítható össze, természetesen ugyancsak a pályaszerkezet kialakításának függvényében. A tengelyterhelésen kívül a tengelyek elrendezése (száma, egymástól való távolsága) és a jármű felfüggesztésének módja is fontos, figyelembe veendő tényező.

A forgalom egy napon és egy éven belüli eloszlása azért válhat lényeges információvá, mert nem mindegy, hogy a járműterhelés milyen hőmérséklet mellett éri a pályaszerkezetet. A termoplasztikus kötőanyagú pályaszerkezeti rétegek E-modulusa alacsony hőmérséklet mellett nagyobb, mint melegben; így mind a fáradás, mind pedig az alakváltozással szembeni ellenállás szempontjából a terheléssel szemben nagyobb reakciót fejthetnek ki. A jövőbeni forgalomfejlődés minél inkább pontos ismerete is fontos paraméter. A forgalmi sávok szélessége is közvetlen kapcsolatba hozható a járművek burkolatrongáló hatásával. Keskeny (2,75-3,00 m-es szélességű) forgalmi sávokban, főleg a nehéz tengelyterhelésű járművek csupán „kanalizált" (csatornázott) formában közlekedhetnek, ezzel két nagyon keskeny burkolatcsíkot túlterhelnek. Szélesebb (3,50-3,75 m-es) forgalmi sávok a járművek oldalirányú „bolygását" (lateral wander) lehetővé teszik, és így a tényleges járműterhelés a burkolat egyik vonalában sem haladja meg a forgalmi sáv teljes terhelésének 60-70 %-át. Ez a tény pedig a gépjárművek burkolat-élettartamra gyakorolt hatását kedvezően befolyásolja.

2.2.2. Környezeti hatások (jellemzők)

A pályaszerkezet (burkolat) élettartamát befolyásoló környezeti paraméterek egyik csoportja a tervezés fázisában megismerhető, és – annak megfelelő-

en – figyelembe vehető; másik csoportja azonban csupán előrebecsülhető, jövőbeni eseményként legfeljebb csak valószínűségük állapítható meg, a komplex pályaszerkezet-tervezésnek azonban ezekkel is számolnia kell.

A megismerhető környezeti jellemzők közül a helyi talajviszonyok tekinthetők a legjellegzetesebbeknek. A földmű talajtípusa – akár töltésről, akár pedig bevágásról van szó – elsősorban annak teherbírását és vízérzékenységét határozza meg. Az elnedvesedés hatására egyes talajfajtáknál bekövetkező nagyon jelentős mértékű teherbírás-csökkenést, – amely akár az út pályaszerkezetének állékonyságát is veszélyezteti – a csapadékvíz, a talajvíz, az árvíz és a belvíz – esetenként együttes – hatása válthatja ki. Az út hatékony víztelenítésének biztosítása ennek a kedvezőtlen jelenségnek a bekövetkezését megakadályozhatja.

Ugyancsak megismerhető környezeti jellemző az adott körzet mikroklímája, a jellegzetes éghajlati viszonyok (a hőmérsékleti és a csapadékjelenségek időbeli eloszlása), mint lényeges, a tervezésnél figyelembe veendő paraméter.

Az előre ismert és a tervezéskor tekintetbe vehető környezeti tényezők közé tartozik egyes körzetek földrengés-, illetve árvíz-veszélyessége.

Az útpályaszerkezetek élettartamát azonban egyéb olyan környezeti tényezők is befolyásolják, amelyek csak valamilyen valószínűségi szinten következhetnek be, így a szerkezettervezés stádiumában (m)értéküket csupán előre lehet becsülni és ennek megfelelően figyelembe venni.

Az éghajlatváltozás ténye szakmai körökben már világszerte elfogadottnak tekinthető. Ennek az idő függvényében bekövetkező tényleges megnyilvánulásai és a regionális mértéke azonban csupán sztochasztikus jelenségek. Ezért aztán az útpályaszerkezet tervezői számára ez a jövőbeni jelenség inputként történő reális figyelembevétele komoly kihívást jelent [3]. Az egyik legfontosabb nehézség abban jelentkezik, hogy a várható klímaváltozás a szélsőséges éghajlati események sűrűbb előfordulását jelenti. Így a szóban forgó körzetben akár növekedhet a csapadék mennyisége (pl. rövid idő alatt bekövetkező, rendkívül heves esőzések formájában), akár hosszabb száraz időszakok várhatók, sivatagosodással fenyegetve, akár pedig lokális hőmérsékleti rekordokat érhetnek el a magas vagy az alacsony hőmérsékletek tekintetében, végül pedig a pusztító viharok (nagy szélsebesség + özönvízszerű esőzés) bekövetkezésének gyakorisága is megnő(het). Mindezekből nyilvánvaló, hogy ezekre a – bizonyos mértékig egymásnak is ellentmondó – jelenségekre rendkívül nehéz az újonnan készülő pályaszerkezetek „felkészítése". Reálisabbnak ítélhető a közeljövő azon törekvése, hogy először az utak pályaszerkezet-tervezésekor alapul veendő országos szabályozásokat (szabványokat, műszaki előírásokat) módosítsák, megpróbálva a klímaváltozás közúti kihívásaira választ adni. Amennyiben ez a szabályozásmódosítás megfelelő tudományos háttérrel, szakértői bizottságok lelkiismeretes és hozzáértő tevékenységén alapul, akkor a tervezőnek az éghajlatváltozási hatások pályaszerkezet-élettartamra gyakorolt hatásának előrebecslésekor csupán korlátozott (reális mértékű) a felelőssége.

2.2.3. A tervezéssel összefüggő jellemzők

Bár a pályaszerkezetek tervezése jelentős mértékben az érvényes szabályozások megfelelő figyelembevételével történik, a megvalósításra váró terv jó minősége tekintetében a tervező hozzáértése és gondossága is nagy szerephez jut. Az elvártnál alacsonyabb színvonalú terv, – amelynek a hazai gyakorlatban sokszor az irreálisan rövid tervezési időszak is lehet kiváltója – a burkolat-élettartam (ciklusidő) lerövidüléséhez vezet(het). Itt az útpályaszerkezet méretezését–tervezését tágabb fogalomként kell értelmezni, ugyanis, ebben a vonatkozásban a szóban forgó útszakasz víztelenítése és geometriai tervezése is lényeges szerepet játszhat.

2.2.4. Az építéssel összefüggő jellemzők

A tervek gyakorlati megvalósítása, a kivitelezés (építés) különböző színvonalon folyhat. A létesítmény várható élettartamát nagymértékben befolyásolja, hogy az útpályaszerkezet mennyiségi és minőségi jellemzői a tervezéskor alapul vetteknek megfelelnek-e. A tervezettnél vékonyabb és/vagy gyengébb minőségű (pl. kisebb E-modulusú, teherbírású, tömörségű, szilárdságú stb.) pályaszerkezeti rétegek az eredetileg számítottnál kisebb teljesítőképességűek lesznek. Ennek a kedvezőtlen helyzetnek az elkerüléséhez olyan felkészült és lelkiismeretes, gondos munkát végző kivitelező vál-

lalat tevékenysége szükséges, amelyhez részletes és szakszerű – jelentős részben független – minőség-ellenőrzés kapcsolódik. A kívánt cél elérését elősegíti a teljesítményi alapú (performance based) kivitelezői szerződések alkalmazása. Ekkor a kivitelezői érdek a hosszú burkolat-élettartam formájában jelentkező nemzetgazdasági érdekhez nagymértékben közeledik, hiszen a hosszú távon kedvező burkolat-teljesítmény a vállalkozó számára is anyagi előnyökkel jár. Ilyen esetben a független minőség-ellenőrzés kisebb jelentőségű.

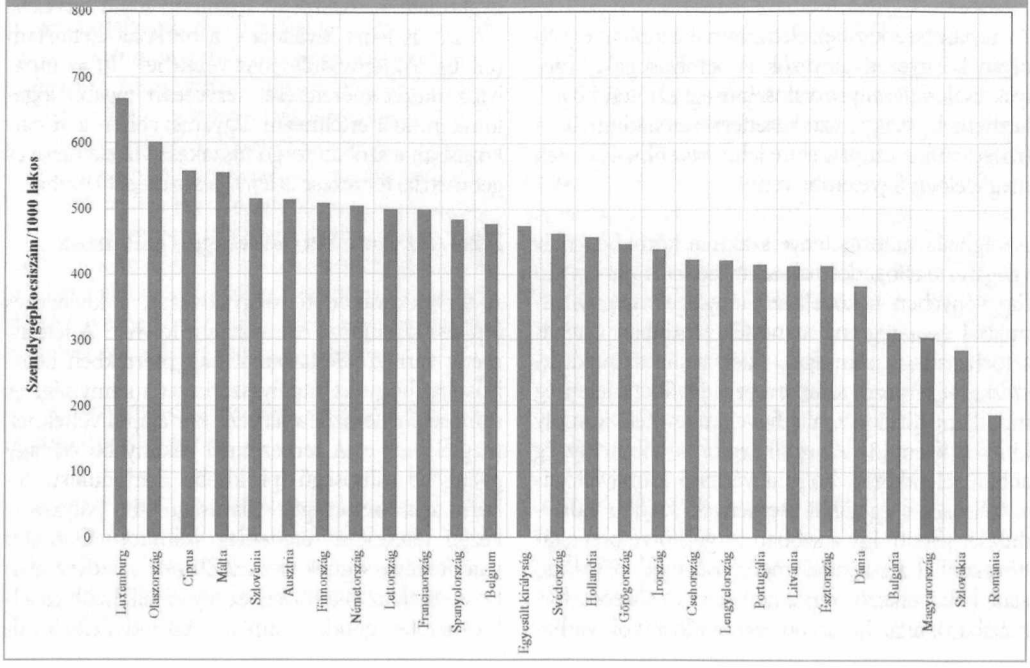
2.2.5. Fenntartási jellemzők

Az útfenntartási tevékenység a különböző romlásfajták kialakulásának a megakadályozására, illetve a kezdődő meghibásodások kijavítására szolgál. Ezért aztán szakszerű és megfelelő időben történő végrehajtása kedvezően befolyásolja az útburkolat teljesítményét, illetve élettartamának váratlan lerövidülése ellen hat. A leghatékonyabbak a megelőző jellegű útfenntartási műveletek, bár azok széles körű alkalmazásának pénzügyi korlátai vannak. A pályaszerkezet felépítését, korát és állapotát komplex módon tekintetbe vevő, karbantartási és/vagy állagmegóvási célú fenntartási munkák az egész élettartam alatti költségek számításakor és a különböző gazdálkodási célú döntések megalapozásánál történő hasznosításakor különös hangsúlyt kapnak. Egyes számítási eljárások az említett tevékenységeket közvetlenül ugyan nem veszik figyelembe, hanem csupán azok magas színvonalú végrehajtását tekintik előfeltételnek [2].

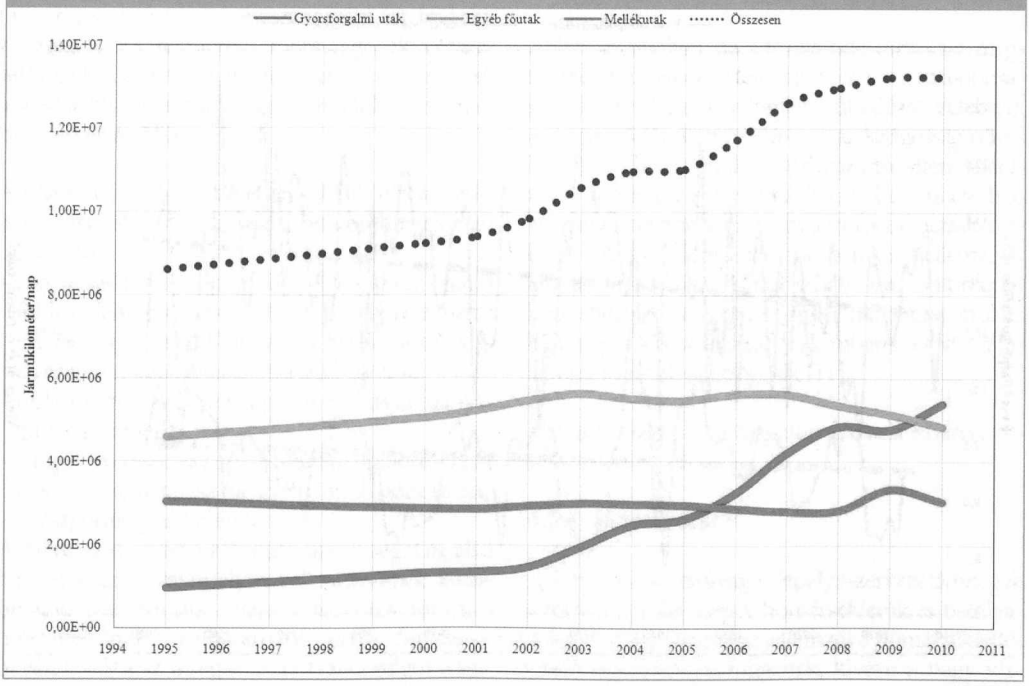
2.2.6. Az állapotjavító beavatkozásokkal kapcsolatos jellemzők

Az útpályaszerkezet (azon belül is kiemelten az útburkolat) forgalmi és környezeti hatásokra bekövetkező romlása kisebb-nagyobb állapotjavító beavatkozásokkal – pályaszerkezet-erősítéssel, újraburkolással, újraérdesítéssel, a környezeti szempontok miatt különösen kedvezőnek ítélhető, recycling eljárások alkalmazásával stb. – bizonyos mértékig visszafordítható, a szerkezetnek új ciklusidőt kölcsönözve. Az egész útpályaszerkezet üzemi élettartama szempontjából az említett, felújítás jellegű tevékenységek magas színvonalú, a befolyásoló tényezőket reálisan figyelembe vevő megtervezése és azok időben történő szakszerű

1. ábra: Személygépkocsi-ellátottság az EU-országokban [5]



2 .ábra: A nehéz járművek forgalmi teljesítményének útkategóriánkénti változása 1996. óta [6]



végrehajtása különös jelentőséggel bír. Emellett az útpályaszerkezet egész élettartama alatt felmerülő összes költséget az állapotjavító beavatkozások említett paraméterei, valamint a felújítás időigénye és a munkaterület kiterjedése is nagymértékben befolyásolják. Ez utóbbi két tényező az úthasználókat zavaró hatást és – ebből adódóan – többletköltségeiket érdemlegesen befolyásolja [4].

Fontos annak hangsúlyozása, hogy az említett paraméterek – természetszerűen – nem egymástól teljesen függetlenül hatnak, hanem befolyásuk kisebb-nagyobb mértékben összegeződik. Így a kedvező körülmények egyidejű jelentkezése az élettartam érdemleges meghosszabbodásához vezető, szinergikus hatást vált ki. Több „hibás" tényező pedig rendkívül gyors állapotromlást, és ebből következően, elfogadhatatlanul rövid burkolat-élettartamot okoz.

Az előbbiekből nyilvánvaló, hogy az egyes útügyi résztevékenységek (tervezés, építés, fenntartás, felújítás, üzemeltetés stb.) megfelelő színvonalú végrehajtása milyen nagy hatást gyakorol az útpályaszerkezetek hosszú távú gazdaságosságát egyértelműen meghatározó ciklusidő-hosszúságra. A következőkben ezen a tárgykörön belül az útfelújítások tartósságát érdemlegesen elősegítő, tudományosan megalapozott tervezési módszertannal foglalkozunk.

3. A FELÚJÍTOTT UTAKAT ÉRŐ TERHELÉS

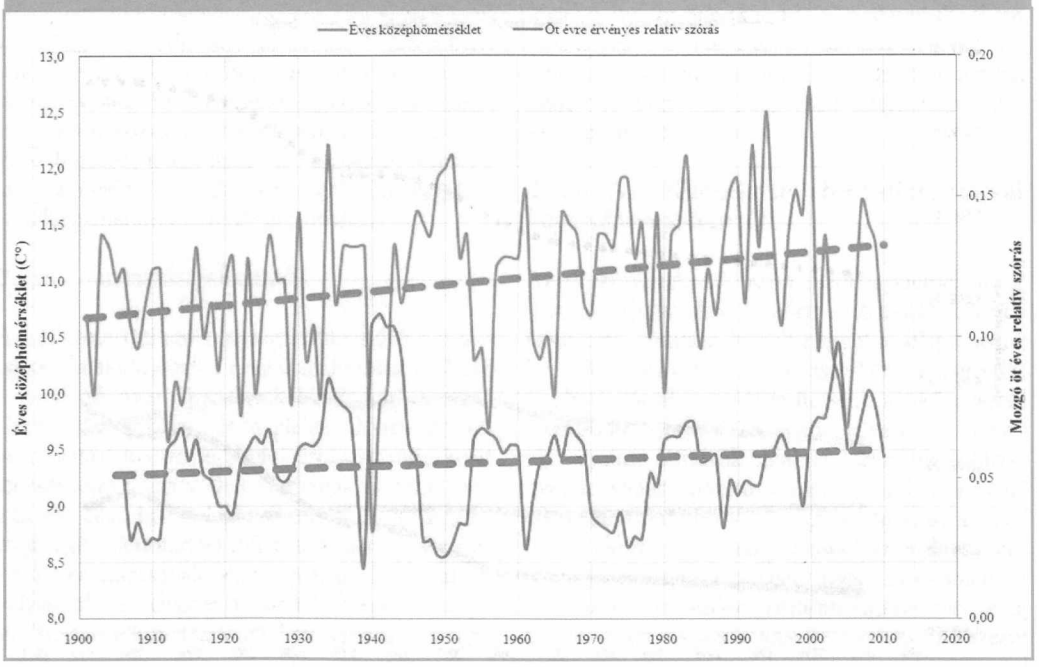
A felújított utak tartósságát az azokra várhatóan ható igénybevétel (terhelés) alapvetően befolyásolja. Ezért indokolt szólni a hazai országos közúthálózat gépjárművek közlekedéséből származó, mechanikai jellegű és környezeti terhelésének trendjéről.

3.1. Forgalmi terhelés

Magyarország személygépkocsi ellátottsága az EU-tagországok között az egyik legalacsonyabb (1. ábra).

A pályaszerkezetek tartóssága szempontjából mértékadó nehéz motoros forgalmi terhelés, az

3. ábra: Az éves középhőmérséklet 110 év alatti változása [7]



– egyre jelentősebb tranzitforgalom következtében is –, gyorsan nő. A gyorsforgalmi hálózaton újabban bekövetkezett, jelentős mértékű forgalomnövekedést az új szakaszok megépülése is elősegítette (2. ábra).

3.2. Környezeti terhelés

Hazánk kontinentális éghajlatának alapvető sajátossága az egyre növekvő változékonyság (3. és 4. ábra).

A vizsgált téma szempontjából nagyon jelentős változás, hogy a korábbi évtizedekben a csapadék jelentős része (50–60%-a) késő ősszel, illetve télen hullott le, nagyrészt szilárd halmazállapotban; mára ez inkább a késő tavaszi, illetve a kora nyári periódusban eső formájában jelentkezik (5. ábra).

A felszín közeli talaj – általában ebből készül a teherhordó földmű – Magyarországon kb. 40%-ban iszap (nagyrészt lösz), mintegy 30%-nyi a szemcsés anyag (homok, illetve kavics), 20%-uk közepesen vagy erősen kötött talaj, és mintegy 10%-os arányban tömör vagy mállott, palásodott kőzet fordul elő [8]. A Duna vízgyűjtő területén lévő országban sok természetes és számos mesterséges vízfolyás is található, ezek keresztezése környékén a földtani adottságok nagyon heterogének. A nagyrészt elnedvesedésre – nagy víztartalom mellett teherbírásvesztésre – hajlamos talajok kifinomult geotechnikai eszközök alkalmazását igénylik. Jelentős a lefolyástalan területek aránya, ahol akár hónapokig is kritikus, geotechnikai állapot alakulhat ki.

4. AZ ÚJ ÚTFELÚJÍTÁS-TERVEZÉSI ELJÁRÁS FŐBB JELLEMZŐI

4.1. A megerősítés elve

Magyarországon az új útpályaszerkezetek méretezési kritériumaként az aszfaltréteg(ek) alsó szálában a forgalmi terhelést jelképező, 100 kN-os egyes tengelyterhelés terhelő kerekének súlyereje hatására keletkező megnyúlás olyan korlátozását alkalmazzák, amely a tervezett terhelésismétlési számot figyelembe véve, nem okoz fáradási törést (repedést) [9]. Az érvényes megerősítés-tervezési utasítás [10] is ugyanezt a méretezési kritériumot alkalmazza. Ennek megfelelően – a megerősíten-

dő pályaszerkezet aktuális és a tervezési élettartam alatt várható szilárdságtani tulajdonságait megfelelő vizsgálatokkal meghatározva – a megerősítést (a szerkezet méretezési részszakaszára értelmezett, mértékadónak tekinthető merevségének növelését) úgy kell megtervezni, hogy az új aszfaltrétegek alsó szálában az új pályaszerkezeteknél elvárt kritérium érvényesüljön.

A merevség a következő eljárásokkal (illetve ezeknek a tervező által meghatározott kombinációival) növelhető:
- a lokálisan kis merevségű helyek kijelölése után, a földmű felső rétegének és/vagy az alaprétegnek a cseréje, vagy pedig állapotának hatékonyabb vízelvezetési megoldásokkal történő javítása,
- új, kötőanyag nélküli vagy hidraulikus kötőanyagú rétegek ráépítése,
- a meglévő réteg(ek) szilárdságtani tulajdonságainak megváltoztatása (javítása), újrahasznosítása,
- új aszfaltréteg(ek) ráépítése.

A méretezés során a kiinduló merevséget az első három eljárás valamelyikével vagy ezek kombinációjával növelik, majd a tervezés során, a mértékadónak meghatározott érték figyelembevételével, a szükséges aszfaltvastagságot meghatározzák. Ez a módszer azt feltételezi, hogy a meglévő aszfaltszerkezetnek egyáltalán nincs vagy csak nagyon alacsony a fáradási tartaléka; ezzel pedig a biztonság javára egyszerűsít.

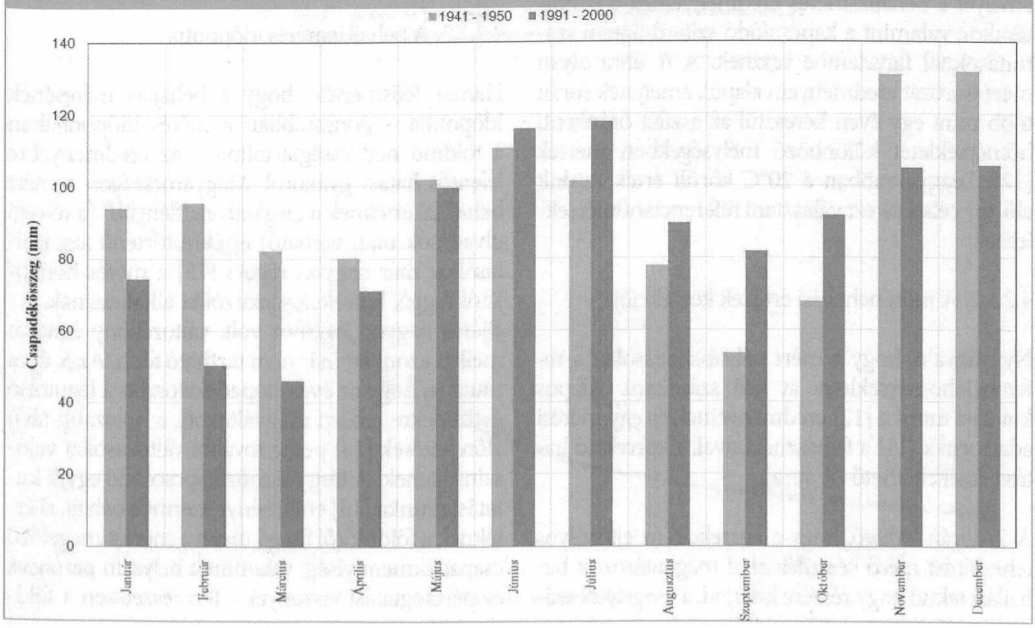
Abban az esetben, ha a felújítandó útszakasz megmaradó rétegeinek feltételezhetően jók a tulajdonságai (elsősorban a gyorsforgalmi úthálózat esetében), a megrendelői diszpozíció – a gazdaságosság növelése érdekében – ettől a szabályozástól eltérő méretezési módszert is tartalmazhat. Ebben az esetben viszont a megmaradó és együttdolgozó aszfaltszerkezet jellemző rétegének mechanikai (jellemzően fáradási) tulajdonságát, illetve hátralévő élettartamát kellő megbízhatósággal meg kell határozni, amihez különleges felkészültségű szakemberek és vizsgálólaboratóriumok szükségesek [11].

4.2. Az eljárásban figyelembe vett környezeti hatások

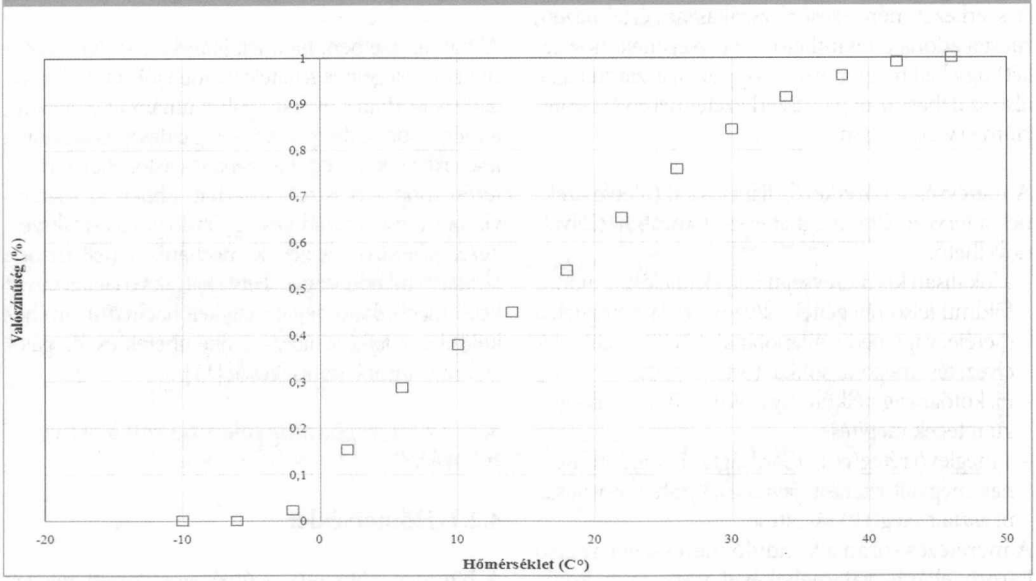
4.2.1. Hőmérséklet

A bitumen kötőanyagú útpályaszerkezeti rétegek anyagának merevségét hőmérsékletük is befolyásolja. A többi rétegtípus jellemzői a hőmérséklettől érdemlegesen nem függenek, kivéve a nagy víztartalmú rétegek (elsősorban földmű) megfagyása

4. ábra: Az éves csapadékmennyiség 110 év alatti változása [7]



5. ábra: 60 napos csapadékösszegek 50 év alatti változása [7]



esetében bekövetkező merevségnövekedést, ez a jelenség azonban hazánk időjárási viszonyai között ritka.

4.2.1.1. Referenciahőmérséklet

Olyan referenciahőmérsékletet kell választani, amelyet a behajlásmérés eredményeinek átszámításakor, valamint a kapcsolódó szilárdságtani számításoknál figyelembe vesznek. A 6. ábra olyan méréssorozat eredményein alapul, amelynek során több mint egy éven keresztül az aszfalt óránkénti hőmérsékletét különböző mélységekben mérték [12]. Leggyakrabban a 20°C körüli érték fordult elő, így célszerű ezt választani referenciahőmérsékletnek.

4.2.1.2. A mért behajlási értékek korrekciója

Nyilvánvaló, hogy a mért pályabehajlásokat a referenciahőmérsékletre át kell számítani. Alapos kutatási munka [12] eredményeinek és egy mérési adatsornak [11] a felhasználásával, a korrekció hatása érzékeltethető (7. ábra).

A 7. ábrán látható, hogy a korrekció az ejtősúlyos teherbírást mérő készülék által meghatározott behajlási teknő nagy részére kiterjed, a tengelytől számított 800 mm-es távolságtól kezdve azonban már nincsen korrekcióra szükség. A megoldást sikeresen teszteltük olyan esetben, amikor az aszfaltrétegeket különböző időpontokban, több lépcsőben eltávolították. Az ezekben az időpontokban mért eredmények a korrekció után már jó egyezést mutattak, a módszer pontosságát bizonyítva.

4.2.1.3. A behajlásmérés időpontja

Hamar felismerték, hogy a behajlás mérésének időpontja – pontosabban a mérés időpontjában a földmű nedvességtartalma – az eredményekre jelentős hatást gyakorol. Magyarországon a mért behajlási értéknek a „legkedvezőtlenebb" (a télvégi olvadások után várható) értékre történő átszámításához már nagyon régóta [13] a mérés hónapjától függő, korrekciós szorzókat alkalmaznak. Az eljárás nagyon hasznos volt, változékony éghajlat mellett azonban már nem tartható fenn. Az 5. ábra mutatja, hogy az éves csapadékeloszlás a legutolsó évtizedekre erősen megváltozott, a hosszabb távú előrejelzések [14] pedig további változásokat valószínűsítenek. A tárgykörhöz kapcsolódó egyik kutatási munka [15] eredménye szerint a behajlási értéknek a földműtől függő részét a mérést megelőző csapadékmennyiség, valamint a helyszín párolgási és párologtatási viszonyai – természetesen a föld-

mű tulajdonságainak függvényében – együttesen határozzák meg. Ez a megközelítés a gyakorlat számára azonban túlságosan bonyolultnak bizonyul.

A magyar országos közúthálózaton kijelölt etalonszakaszokon sűrűn mért behajlások eredményeinek feldolgozása során érdekes megállapítások tehetők (8. ábra).

A különböző időpontokban (a diagramon nyolc év adatai láthatók) mért, központi behajlások értékei láthatóan a terhelés tengelyétől 300, illetve 600 mm-es távolságban mért behajlások különbségétől erősen függnek. Ez az összefüggés a Boussinesq egyenletekből [16] következik, ugyanakkor azt is mutatja, hogy a rétegekből álló pályaszerkezetek viselkedése az esetek jelentős részében a végtelen féltér feltételezésével modellezhető.

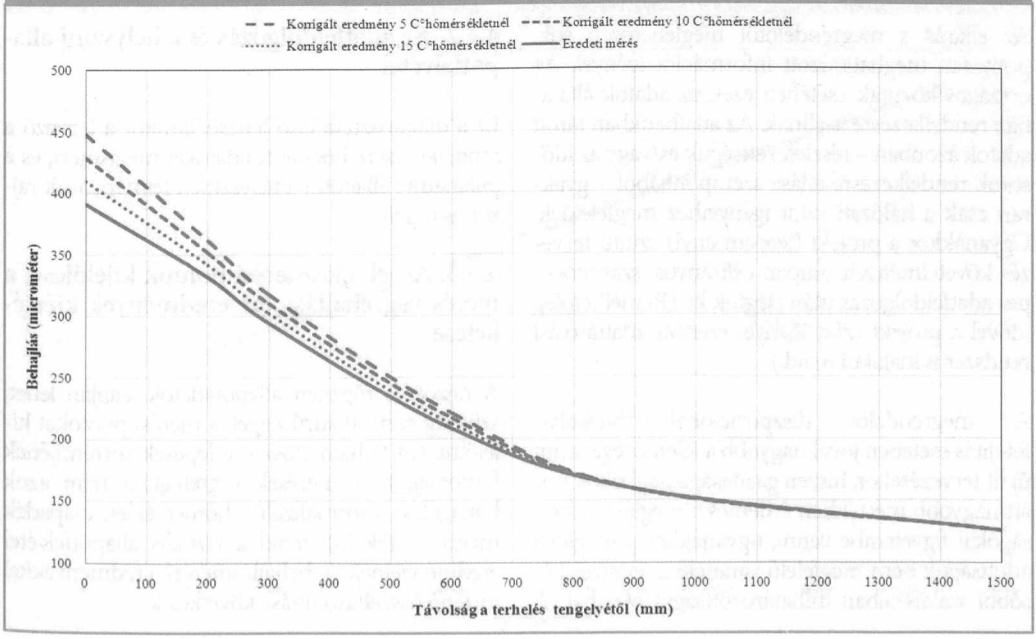
Miután a vizsgált pályaszerkezeten a mérési időszakban semmilyen beavatkozásra nem került sor, a behajlás (merevség) különbségek – a reciprocitási tulajdonságok miatt – az adott mélységben regisztrálható rétegmerevséggel függenek össze. Ennek megfelelően ez az összenyomódás-különbség – a jelentős mélység miatt a földműre jellemző – merevség indikátornak is felfogható. Nyilvánvaló az is, hogy a földmű merevsége gyakorlatilag teljes mértékben a pillanatnyi nedvességtartalom, és így a mérést megelőző időszak csapadékviszonyainak is függvénye (9. ábra).

A 9. ábra szerint a mérést megelőző időszak összegzett csapadékmennyisége és a földmű merevség indikátora közötti kapcsolat meglehetősen szoros. Amennyiben kellően hosszú idősor áll rendelkezésre, a két tényező között pontos összefüggés állapítható meg [17]. Miután hosszú behajlási idősorok csak korlátozott számban állnak rendelkezésre, az etalonszakaszok méréssorozatából származó eredmények feldolgozásával a Magyarországon előforduló talajfajtákra és csapadékmennyiségekre behajlás-korrekciós értékeket lehet megállapítani.

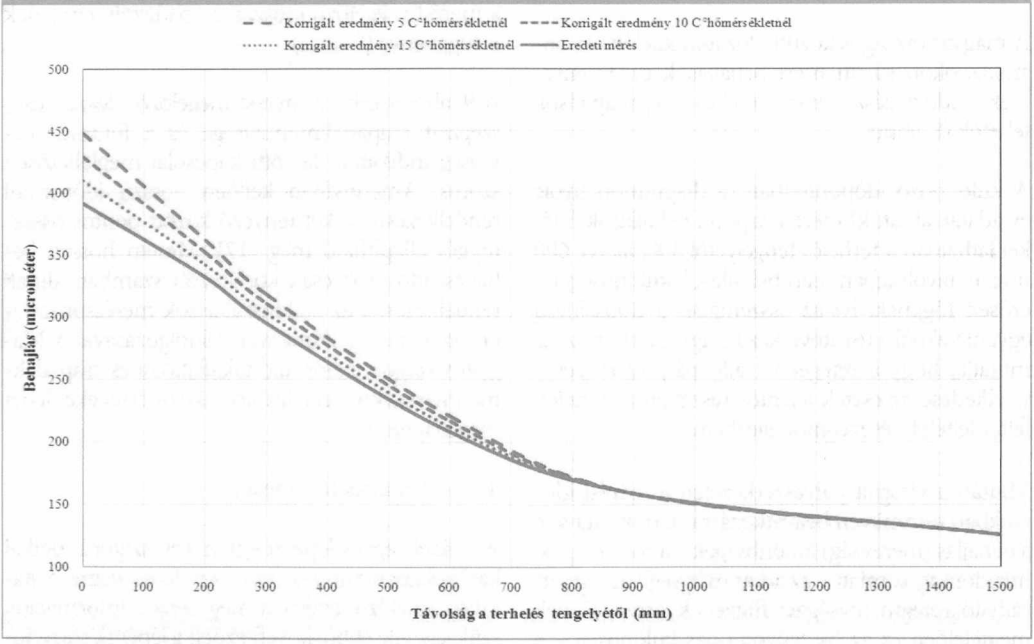
4.3. Az eljárás fő lépései

Az eljárás egyes lépései egymással szigorú logikai kapcsolatban vannak, azaz egy lépés végre-hajtásához az előző lépésben megszerzett információk szükségesek; ebből következően a lépések sorrendje egyértelműen meghatározott. A lépések értel-

6. ábra: Óránkénti aszfalthőmérsékletek eloszlásfüggvénye



7. ábra: A behajlások hőmérséklet miatt korrigált értékei, a tengelytől mért távolság függvényében



mezéséhez szükséges az alapul vett megerősítési módszerek ismertetése (10. ábra).

4.3.1. A megrendelői adatszolgáltatás és diszpozíció

Az eljárás a megrendelőtől meglehetősen sok, pontosan meghatározott információt igényel. Az országos közutak esetében ezek az adatok általában rendelkezésre is állnak. Az adatbankban tárolt adatok azonban – részletezettségük és/vagy az idősorok rendelkezésre állása szempontjából – gyakran csak a hálózati szint igényeihez megfelelőek. Ugyanakkor a projekt (létesítményi) szintű tervezés követelményeit csupán célirányos, számítógépes adatfeldolgozás után elégítik ki. (Remélhetőleg idővel a projekt szint igényei szerinti adattárolási rendszer is kialakul majd.)

A megrendelői diszpozíciónak burkolatfelújítás esetében jóval nagyobb a jelentősége, mint új út tervezésekor, hiszen gazdaságossági okok miatt nagyobb mértékben érdemes a meglévő adottságokat figyelembe venni, ugyanakkor a meglévő adottságok nem megfelelő ismerete a tervezés későbbi szakaszaiban túlhatározottságot okozhat. A problémák felmerülésének esélye csökkenthető, ha a diszpozíciót az adott útszakasz kezelésével foglalkozó, helyszíni ismeretekkel rendelkező személy készíti. (Nem ritka ugyanis az az eset, hogy a megrendelő nem azonos a közútkezelővel).

4.3.2. Az adatfeldolgozás és a helyszíni állapotfelvétel

Ez a diagnosztika első lépése, amikor a tervező a rendelkezésére bocsátott adatokat megismeri, és a pillanatnyi állapotot a helyszínen felméri, amit rajzon is rögzít.

4.3.3. A behajlásmérési pontok kijelölése, a mérés végrehajtása, az eredmények kiértékelése

A rajzon is rögzített állapotadatok alapján lehet, szükség szerinti sűrűséggel, a mérési pontokat kijelölni. (Itt látható először a lépések sorrendjének fontossága). A mérések végrehajtása után azok korrigálása (normalizálás, hőmérséklet, csapadék miatti korrekció), majd a vizuális állapotfelvétel eredményeinek a behajlásmérési eredményekkel történő összehasonlítása következik.

4.3.4. Laboratóriumi vizsgálatok

Ekkor lehet a feltárásokból vett minták alapján készülő laboratóriumi vizsgálatok helyét kijelölni. Ezek a vizsgálatok az eddigi diagnosztikai eredmények megerősítésére vagy elvetésére szolgálnak.

4.3.5. A behajlási adatok újabb korrekciója

A földműre vonatkozó laboratóriumi vizsgálatok és a behajlásmérés eredményei alapján lehetőség van a behajlási értékek pozitív korrekciójára azokon a helyeken, ahol a földmű állapota jelentős lokális beavatkozást (talajcserét, vízelvezetési intézkedést stb.) igényel. Ezeknek a pontoknak a behajlásmérési eredményeit (a várható lényegesen jobb állapotnak megfelelő értékre) kell javítani, azaz a tervezett többletráfordítás előnyeit ki kell használni.

4.3.6. A pályaszerkezet-erősítési módszerek közül történő választás

Amennyiben, például, a meglévő aszfaltrétegek rossz deformációs, merevségi és rétegtapadási tulajdonságokat mutatnak, akkor azokat a hibás helyeken el kell távolítani. A régi pályaszerkezet vastagsági méretei az újrahasznosítási és a ráépítéses módszerek közötti döntés tekintetében információt nyújtanak. (Itt is látható, hogy a megalapozott döntéshez a korszerű diagnosztika belső, sorrendi logikájának is érvényesülni kell).

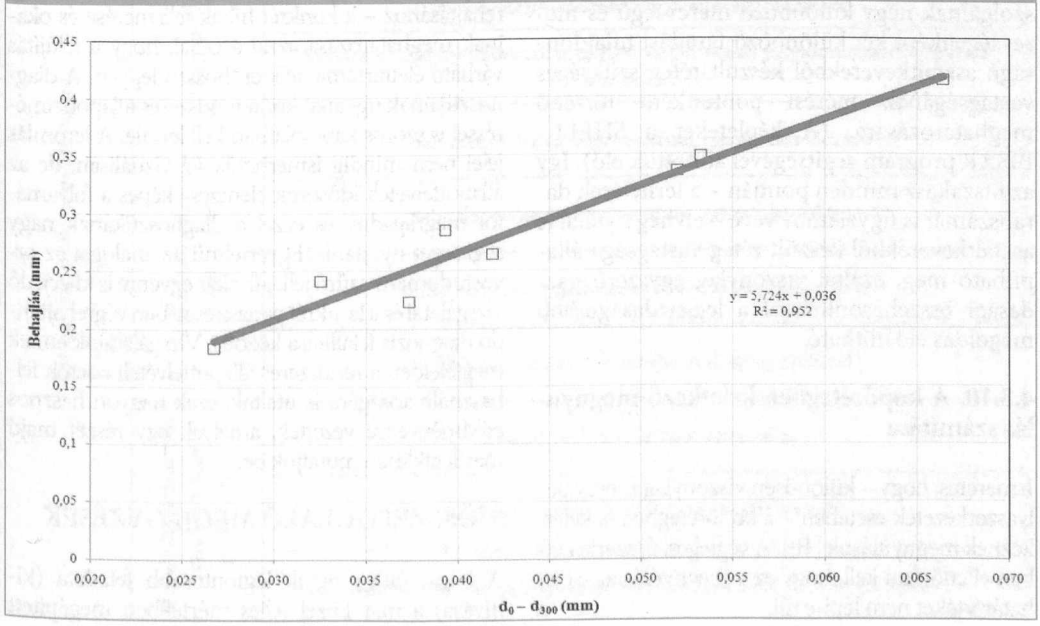
4.3.7. A méretezési részszakaszok kijelölése

Az egyes megerősítési módszerek szelvényhatárainak ismeretében, a korrigált behajlási értékek alapján, kellően homogén szakaszokat – méretezési részszakaszokat – kell kijelölni. Ennek végrehajtásához az eljárás statisztikai módszereket és kritériumokat tartalmaz.

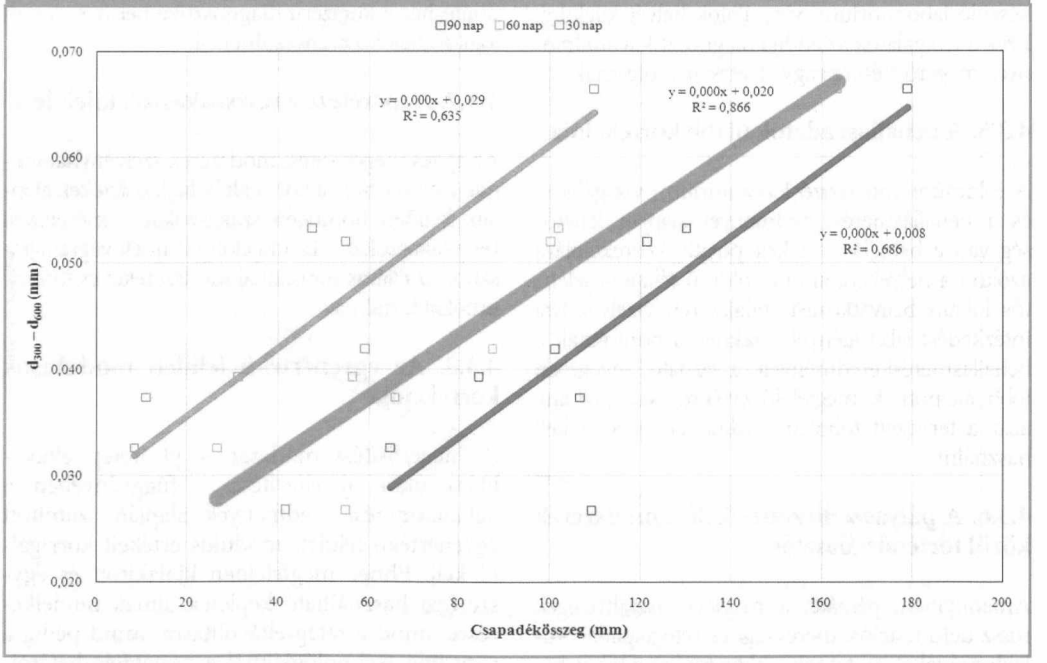
4.3.8. Az egyenértékű felületi modulusok korrekciója

A megerősítési módszer – pl. réteg eltávolítása után új elterítése – függvényében a behajlásmérési eredmények alapján számított egyenértékű felületi modulus értékeit korrigálni kell. Ehhez megfelelően kialakított és egyszerűen használható képletek állnak rendelkezésre, mind a réteg-eltávolításra, mind pedig a recycling technológiáknál a vastagítás hatásainak kiszámítására.

8. ábra : A központi behajlás és a földmű teherbírás indikátorának összefüggése



9. ábra: A földmű merevség indikátora és a mérést megelőző időszak csapadékösszege közötti összefüggés



4.3.9. Az új aszfaltréteg vastagságának meghatározása

Célszerűen kialakított, egyszerűsített képletek szolgálnak négy különböző merevségű és merevségenként két különböző fáradási tulajdonságú aszfaltkeverékből készült réteg szükséges vastagságának mérési pontonként történő meghatározására. (A képleteket a SHELL–BISAR program segítségével állítottuk elő). Így az útszakasz minden pontján – a terhelések darabszámát is figyelembe véve – elvileg nyolcféle aszfaltkeverékből készült réteg vastagsága állapítható meg, ezáltal viszonylag egyszerű gazdasági összehasonlítással a leggazdaságosabb megoldás előállítható.

4.3.10. A kopórétegben keletkező megnyúlás számítása

Ismeretes, hogy – különösen viszonylag merev pályaszerkezetek esetében – a kopórétegben is keletkeznek megnyúlások [18]. A végleges, új szerkezetben ellenőrizni kell, hogy ez a megnyúlás az előírt határértéket nem lépi-e túl.

4.4. Az útpályaszerkezetek diagnosztizálása

A diagnosztika, azaz a felújítandó útszakaszon – a szükséges, lokális javítások megtervezéséhez és végrehajtásához – a konkrét hibák felismerése és okainak meghatározása azzal a céllal, hogy a felújítás várható élettartama kellően hosszú legyen. A diagnosztikának ugyanakkor a rendszeres állapotfelméréssel is szoros kapcsolatban kell lennie. A leromlás jelei nem mindig ismerhetők fel vizuálisan, de az állapotfelvételi idősorok elemzése képes a folyamatot megragadni, és ezzel a diagnosztikának nagy segítséget nyújtani. (Egyértelmű az analógia az orvostudomány szűrő jellegű, akár egyénre is kiterjedő vizsgálatai és a konkrét panasz esetében végrehajtandó diagnózis felállítása között). Vizsgálataink ennek megfelelően a rendszeres állapotfelvételi adatok felhasználhatóságára is utaltak, ezek nagyon hasznos eredményekre vezettek, amelyek egy részét majd másik cikkben mutatjuk be.

5. ÖSSZEFOGLALÓ MEGJEGYZÉSEK

A hazai útügy egyik legfontosabb feladata (kihívása) a már közel teljes mértékben megépített

közúthálózat megfelelő állapotban tartása. A folyamatosan növekvő forgalmi és környezeti terhelés szinergikus hatása következtében az egyes útszakaszok pályaszerkezet-erősítésének (felújításának) igénye egyre sürgetőbben jelentkezik. Az utak tulajdonosai és kezelői számára pedig a zavartalan közúti közlekedés biztosításának törvényben előírt kötelezettsége [19], ugyanakkor a rendelkezésre álló korlátozott pénzforrások mellett, különösen hangsúlyossá teszi a hosszú távon költséghatékony burkolatfelújítási technológiák alkalmazását. Ilyen technológia azonban csak abban az esetben választható, ha korszerű (tudományosan megalapozott összefüggéseket és algoritmusokat alkalmazó, valamint a szóban forgó útszakasz részletes állapotjellemzőit messzemenően hasznosító) tervezési módszeren alapszik. A cikk a tárgykör hazai és külföldi irodalomkutatásán, valamint részletes saját laboratóriumi vizsgálatsorozatokon és etalonszakaszok hosszú távú állapotmegfigyelésén alapuló felújítás–tervezési módszer egyes elemeit vázolja fel.

A szerzők reménye szerint ez a tervezési technika hazánkban fokozatosan elterjed, és érdemlegesen hozzásegít ahhoz, hogy a felújított utak ciklusideje – az úthasználók, sőt az egész nemzetgazdaság számára komoly előnyöket nyújtva – a jelenleg általánosan tapasztaltnál jóval hosszabb legyen.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Gáspár L., Horvát F., Lublóy L.: Közlekedési létesítmények élettartama. UNIVERSITAS-Győr Nonprofit Kft., 2011. 324 p.
2. Gáspár L.: Útgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, 2003. 361 p.
3. Gáspár L.: Felkészülés az éghajlatváltozás közúti közlekedési kihívásaira. Közlekedéstudományi Szemle 2010/12. pp. 13-20.
4. FORMAT (Fully Optimised Road Maintenance) Final Report, Brussels, 2007. 108 p.
5. EUROSTAT: Transport statistics at regional

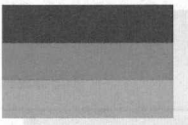
10. ábra: Az alapul vett pályaszerkezet-erősítési módszerek

Megerősítő módszer megnevezése		Módszer alkalmazható változatai
	Megerősítés ráépítéssel	Ráépítéssel,szabályozásoknak megfelelő aszfaltkeverékek alkalmazásával
		Ráépítéssel,szabályozásoknak megfelelő aszfaltkeverékek alkalmazásával, a meglévő aszfaltrétegek részbeni, vagy teljes eltávolításával
		Ráépítéssel,szabályozásoknak megfelelő aszfalt és más pályaszerkezeti keverékek alkalmazásával
	Megerősítés helyszíni újrahasznosítással	Helyszíni meleg újrahasznosítással, remix plusz eljárással
		Helyszíni meleg újrahasznosítással, remix plusz eljárással
		Helyszíni hideg újrahasznosítással, anyagpótlás nélkül
		Helyszíni hideg újrahasznosítással, anyagpótlással
	Megerősítés (élettartam növelés) lokális javításokkal	Lokális javítással, új kopóréteg nélkül
		Lokális javítással, új kopóréteg felületi bevonat
		Lokális javítással, új kopóréteg vékonyaszfalt (max 25 mm vastagság)

level, 2013.
6. Magyar Közút Nonprofit Zrt: Országos közúti keresztmetszeti forgalomszámlálási eredmények 1996-2010, 2011.
7. Országos Meteorológiai Szolgálat: Magyarország éghajlata 1991-2000, 2007.
8. Magyar Állami Földtani és Geofizikai Intézet: Magyarország földtani atlasza, 1981.
9. Nemesdy E.: Az új magyar típus-útpályaszerkezetek mechanikai méretezésének háttere. Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle 1992/8.
10. ÚT 2-1.202:2005 [e-UT 06.03.13] Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése.
11. Magyar Közút Nonprofit Zrt: A „Fenntartható utak" projekt, Technológiai tervezési albizottság zárójelentése, 2013 (kézirat).
12. Spoof, H., Petäjä, S., Ruotoistenmäki A.: Pudotuspainolaitemittaus 2000 TPPT Menetel-mäkuvaus.
13. Boromisza T.: Útburkolatok behajlása. Mélyépítéstudományi Szemle 1959. december
14. Tímár A.: A klímaváltozás hatása az országos közúthálózat állapotára. A 38. Útügyi Napok előadása, Hajdúszoboszló, 2013.
15. van Gurp, Ch.: Characterization of seasonal influences on asphalt pavements with the use of falling weight deflectometers. PhD Thesis, Delft, 1995.
16. Van Cauwelaert, F.: Pavement design and evaluation. The required mathematics and its applications. Federation of the Belgian Cement Industry, 2003.
17. Karoliny M. : Közlekedési pályák teherbíró képessége, a földmű hatásai. Útügyi lapok 2013/1.
18. van Gurp, Ch., Wennink, P.M.: Design, structural evaluation an overlay design of rural roads. (In Dutch). KOAC-WMD consultants, Apeldoorn, 1997.
19. Az 1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről

Increasing the lifecycle of rehabilitated road paverments using up-to-date design methodology

Preserving the nearly completed national highway network in at least acceptable condition can be taken as a major challenge for the Hungarian road sector. As a result of the synergestic effect of continuously growing traffic and environmental loads, the pavement structures have to be strengthened (rehabilitated) more and more frequently. At the same time, the legal obligation of road proprietors and operators highlights the need for using cost-effective road pavement rehabilitation techniques. This kind of technique has to be relied on up-to-date design methodology that applies scientifically based relationships and algorithms, and utilizes the detailed condition parameters of the section in question. The article outlines the elements of a new road pavement rehabilitation design methodology based on thorough literature survey, the results of own laboratory tests and long-term monitoring of experimental sections. The authors hope in the widespread implementation of the methodology.



Die Erhöhung von Lebenszyklen von Fahrbahnkonstruktionen Durch Moderne Planung

Für das ungarische Strassenwesen stellt es eine grosse Herausforderung dar, das einmal schon errichtete Strassennetz in entsprechendem Zustand zu halten. In Folge der synergetischen Wirkung der stets anwachsenden Verkehrs- únd Umweltbelastungen ist der Bedarf an Verstärkung (Erneuerung) der Fahrbahnkonstruktion immer dringender. Gleichzeitig ist es eine im Gesetz vorgeschriebene Pflicht für die Eigentümer und Verwalter der Strassen, dass sie eine langfristig kosteneffiziente Technologie für die Fahrbahnerneuerung verwenden. Eine solche Technologie kann aber nur auf modernen Planungsmethoden beruhen, die wissenschaftlich begründeten Zusammenhänge und Algorithmen verwenden und die ausführlichen Zustandsparameter des betroffenen Strassenabschnitts weitgehend berücksichtigen. Im Artikel es werden in der Hoffnung ihrer verbreiteten Anwendung in Ungarn einige Elemente einer neuen Planungsmethode für die Erneuerung von Strassen angezeigt, die auf einem gründlichen Literaturnachweis, auf mehreren Reihen von eigenen Laborprüfungen und auf langfristigen Zustandsbeobachtungen der Strassen beruhen.

Peremsűrűségek beállítása és a modell validálása, nagyméretű nemlineáris közúti közlekedési hálózatok forgalmi folyamatainak analíziséhez

A tanulmány a nagyméretű közúti közlekedési hálózatok forgalmi folyamatainak vizsgálatát és eredményeit a kifejlesztett új módszer segítségével egy konkrét helyszínre vonatkozóan mutatja be.

Dr. Péter Tamás – Fazekas Sándor
BME Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék
e-mail: peter.tamas@mail.bme.hu

1. BEVEZETŐ

A szimuláció a PannonTraffic alkalmazásával történt, amely szoftvercsalád nagyméretű közúti közlekedési hálózatok komplex modellezésére, analízisére kifejlesztett eszköz. Ezt a pozitív rendszerek (Luenberger 1979), osztályába tartozó makroszkopikus közúti közlekedési modell alapján végzi. A tervezés, szimuláció, analízis a PannonTraffic Engineer szoftverrel történik, míg a PannonTraffic Visualization igen látványos 3D-s környezetben képes megjeleníteni a PannonTraffic Engineer által szimulált eredményeket (Fazekas Sándor, Péter Tamás 2012.1; S. Fazekas, T. Peter 2012; Fazekas Sándor, Péter Tamás 2012.2; Fazekas, S., Péter T. (2013).

2. AZ ALKALMAZOTT DINAMIKUS HÁLÓZATI MODELL

A tárgyalt hálózati modell az ún. szűkített modellek körébe tartozik (Péter, T. 2012.1; Péter, T., Szabó, K. 2012 és Péter Tamás 2012.2). Ekkor egy tetszőleges G zárt görbe által körülkerített belső hálózatot vizsgálunk. A belső hálózat n szektorból áll, ezek állapotjellemzői az $x_1, x_2, \ldots, x_n$ járműsűrűségek, amelyeket számít a modell. A G perem mentén azok az $s_1, s_2, \ldots, s_m$ sűrűségű külső (input és output) szektorok vannak, amelyek közvetlen kapcsolatokkal rendelkeznek valamely belső szektorral, és ez utóbbiak állapotát mérés alapján ismertnek tekintjük. A modellünkben $0 \le x_i(t) \le 1$ és $0 \le s_j(t) \le 1$ normált járműsűrűség állapotjellemzőket használunk (i=1,…,n; j=1,…,m) (lásd 4.5. alfejezet). Ez alkalmazható a parkolók esetében is, mivel a parkolók is általánosított szakaszok a modellben.

Ennél a modellnél a kapcsolati hipermátrixot alkotó mátrixok közül, csak a $\boldsymbol{K}_{11}$ és $\boldsymbol{K}_{12}$ mátrixok játszanak szerepet, mert általuk képviselve van minden átadás, amely a belső szektorokra vonatkozik. A modellünk differenciálegyenletrendszere az alábbi:

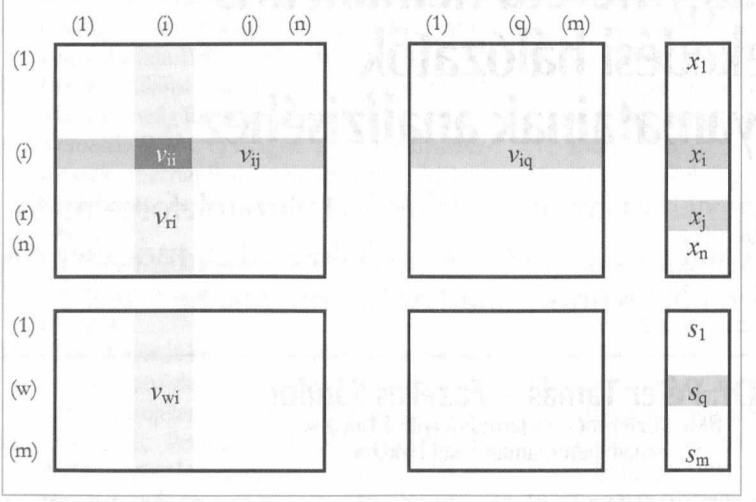
$$\dot{x} = \langle \boldsymbol{L} \rangle^{-1} [\boldsymbol{K}_{11}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{s})\, \boldsymbol{x} + \boldsymbol{K}_{12}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{s})\, \boldsymbol{s}] \quad (1)$$

ahol: $x \in \Re^n$, $\dot{x} \in \Re^n$, $s \in \Re^m$, $L = \mathrm{diag}\{l_1, \ldots, l_n\}$, l_i a főátlóban, a belső szakaszok hossza ($\forall l_i > 0$, i=1,2,…,n), $K_{11} \in \Re^{nxn}$, $K_{12} \in \Re^{nxm}$.

A hálózat működését a kapcsolati hipermátrix foglalja egy rendszerbe. A kapcsolati hipermátrix egyrészt megadja bármely szektor esetében, hogy milyen más szektorokkal áll átadási kapcsolatban, másrészt a kapcsolati mátrixot tartalmazó (1) differenciálegyenletrendszer írja le a hálózat minden szektorának a működését, azaz a teljes hálózat működését.

A belső tartomány kapcsolatainál minden típusú kapcsolat fellép, kivéve a külső-külső kap-

1. ábra: i-ik belső szektor kapcsolatai mátrixai



csolatokat. A belső szektor működését tehát, három kapcsolati mátrix: $\mathbf{K}_{11} \in \Re^{nxn}$, $\mathbf{K}_{12} \in \Re^{nxm}$ és $\mathbf{K}_{21} \in \Re^{mxn}$ írja le, amelyekből épül fel a $\boldsymbol{K}_B \in \Re^{(n+m)x(n+m)}$ kapcsolati hipermátrix:

A járműsűrűség meghatározása az i-ik belső szektorban, a fenti (1) folytonos modell alapján történik a következő módon:

$$\dot{x}_i(t) = \frac{1}{l_i}\left[\left[\sum_{j=1;(j\neq i)}^{n} v_{ij} \cdot x_j(t) + \sum_{q=1}^{m} v_{iq} \cdot s_q(t) - \left(\sum_{r=1;(r\neq i)}^{n} v_{ri} + \sum_{w=1}^{m} v_{wi}\right) x_i(t)\right]\right] \quad (2)$$

ahol:

$$\begin{aligned}
v_{ij} &= S(x_i(t)) \cdot V(x_i(t), x_j(t), \underline{e}_i, \underline{e}_j) \cdot E(x_j(t)) \cdot \alpha_{ij}(x(t),t) \cdot \beta_{ij}(x(t),t) \cdot \gamma_{ij}(x(t),t) \cdot u_{ij}(t) \\
v_{iq} &= S(x_i(t)) \cdot V(x_i(t), s_q(t), \underline{e}_i, \underline{e}_q) \cdot E(s_q(t)) \cdot \alpha_{iq}(x(t),t) \cdot \beta_{iq}(x(t),t) \cdot \gamma_{iq}(x(t),t) \cdot u_{iq}(t) \\
v_{ri} &= S(x_r(t)) \cdot V(x_r(t), x_i(t), \underline{e}_r, \underline{e}_i) \cdot E(x_i(t)) \cdot \alpha_{ri}(x(t),t) \cdot \beta_{ri}(x(t),t) \cdot \gamma_{ri}(x(t),t) \cdot u_{ri}(t) \\
v_{wi} &= S(s_w(t)) \cdot V(s_w(t), x_i(t), \underline{e}_w, \underline{e}_i) \cdot E(x_i(t)) \cdot \alpha_{wi}(x(t),t) \cdot \beta_{wi}(x(t),t) \cdot \gamma_{wi}(x(t),t) \cdot u_{wi}(t)
\end{aligned} \quad (3)$$

az alábbi összefüggések teljesülése mellett:

$$\sum_{r=1;(r\neq i)}^{n} \alpha_{ri} + \sum_{w=1}^{m} \alpha_{wi} = 1$$

$$v_{ii} = -\left[\left(\sum_{r=1;(r\neq i)}^{n} v_{ri} + \sum_{w=1}^{m} v_{wi}\right)\right]$$

A kapcsolati mátrix v_{ij} kapcsolati függvényénél figyelembe kell venni minden, a forgalmi rend kialakításánál meghatározott, különböző módon szabályozott kapcsolati jellemzőt pl. jelzőlámpát $u_{ij}(t)$ függvénnyel, lámpa nélküli útszakaszok kapcsolatait, parkoló és útszakaszok kapcsolatát, párhuzamos útszakaszok kapcsolatát stb. Ezen kívül, figyelembe kell venni azt is, hogy a forgalomnál fellépnek belső szabályozási automatizmusok! A modell, a járműsűrűségtől függő belső szabályozásokat veszi figyelembe az $S(x_i(t))$ és $E(x_i(t))$ függvényekkel. Tehát, a szakaszok állapotjellemzőitől, pillanatnyi kapcsolatuktól és környezeti jellemzőktől függ a v_{ij} átadási sebességfüggvény. Látható, hogy v_{ij}-t valóban sok tényező határozza meg, az alábbi módon:

Az $S(x)$ automatikus belső önszabályozási függvény elméletben 1 vagy 0 értékeket vesz fel. Kapcsolat engedélyezése történik, ha egy felvevő szakasz x sűrűsége kisebb mint 1, egyébként tiltása.

$$S(x) = \begin{cases} 0 & 1 \leq x \\ 1 & x < 1 \end{cases} \quad (4)$$

Az $E(x)$ automatikus belső önszabályozási függvény elméletben 1 vagy 0 értékeket vesz fel. Kapcsolat tiltása történik, ha egy átadó szakasz x sűrűsége kisebb vagy egyenlő 0, egyébként engedélyezése.

$$E(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \\ 1 & 0 < x \end{cases} \quad (5)$$

Ezek biztosítják a modellben azt, hogy nem veszünk el járművet onnan ahol nincs (sűrűség nem lép negatív tartományba), és nem adunk át oda, ahol a sűrűség már elérte az 1-et.

A modellben, a valós reakciókésedelem időt is figyelembe véve, x-szerint folytonosan differenciálható $S(x)$, valamint $E(x)$ függvényeket alkalmazunk.

A $V_{ij}(x_i(t),x_j(t),e_i,e_j)$, röviden V_{ij} a j-dik szakaszról i-dik szakaszra történő áthaladás sebessége, amely a modellben a csatlakozó szakaszok sűrűségeit és e_i, e_j környezeti paramétervektorokat figyelembe vevő függvény lásd (10).

A (3) összefüggésben a kapcsolatoknál felléphet külön-külön is α_{ij}, β_{ij}, γ_{ij}, $u_{ij}(t)$, függvény, vagy ha pl. egyszerre van jelen elosztás és zavarás (vagy rásegítés) és forgalmi lámpa is, akkor az előbbiek szorzata is, pl.: $\alpha_{ij}\beta_{ij}$ ill., $\beta_{ij}\gamma_{ij}u_{ij}(t)$.

A kapcsolatot jellemző függvények az alábbi jelentéssel bírnak:

- Ha a j-ik szakasz több i szakaszra dolgozik, akkor az egyes i szakaszoknál $0<\alpha_{ij}<1$ elosztási arányt (rátát) alkalmazunk, a hipermátrix j - oszlopában $\Sigma_{(i)}\alpha_{ij}=1$ teljesül. (Mivel j dolgozhat külső szakaszokra is.)
- Ha a kapcsolatot zavarják, pl. keresztező járművek, gyalogosok vagy baleset, akkor β_{ij} zavarási tényező $0<\beta_{ij}<1$ értéket vesz fel.
- Ha a kapcsolatot segítik, pl. másik irányt keresztező járművek vagy rendőr, akkor β_{ij} rásegítési tényező $1<\beta_{ij}$ értéket vesz fel.
- Ha egyszerre van jelen elosztás és zavarás (vagy rásegítés), akkor $\alpha_{ij}\beta_{ij}$ szorzat lép fel.
- Az α_{ij} és β_{ij} rövid időtartamra általában konstans értékek. α_{ij} általános esetben időtől függő $\alpha_{ij}=\alpha_{ij}(t)$ vagy időtől és állapottól függő $\alpha_{ij}=\alpha_{ij}(\mathbf{x}(t),t)$ függvény. β_{ij} általános esetben szintén időtől függő $\beta_{ij}=\beta_{ij}(t)$ vagy időtől és állapottól függ $\beta_{ij}=\beta_{ij}(\mathbf{x}(t),t)$.
- A parkoló és útszakasz, valamint párhuzamos sávok kapcsolatát $\gamma_{ij}=\gamma_{ij}(t)$, intenzitás függvénnyel adjuk meg, $0\le\gamma_{ij}(t)$.
- $0\le u_{ij}(t)\le 1$ kapcsolási függvény, az egyes szakaszok átadásánál működő forgalmi lámpák hatását veszi figyelembe. Elméletben az értéke az 1 vagy 0 értékeket veszi fel a lámpa állapota szerint. A modellben, a valós reakciókésedelem időt is figyelembe véve *t* szerint folytonosan differenciálható lámpa függvényeket alkalmazunk.

A tárgyalt modellt alkalmazzuk nagyméretű közúti közlekedési hálózatok modellezésére – pl. **Győr Város Forgalmi Modell** - amelynél folyamatban van a közlekedési rendszerek szabályozásának vizsgálata is (Tamas Peter, Jozsef Bokor and Andras Strobl 2013; Zsuzsanna Bede, Tamás Péter and Ferenc Szauter 2013). További folyamatban lévő közös kutatásunk univerzális közúti hálózati modellt épít fel és IDM modellt alkalmazó járműcsoportok optimális áthaladását határozza meg (Oussama Derbel, Tamás Péter, Hossni Zebiri, Benjamin Mourllion and Michel Basset 2012; Oussama Derbel, Peter Tamas, Hossni Zebiri, Benjamin Mourllion and Michel Basset 2013).

Ez utóbbi esetben a feladat kettős irányítást igényel, egyrészt a nagyméretű hálózat adott tartományának irányítását, másrészt az IDM modell-csoportba tartozó járművek irányítását. Gyakorlati szempontból az irányítás többkritériumú, kiterjed a városi forgalom, a környezeti terhelések és a konvojban mozgó járművek optimális trajektórián történő célba juttatására is.

3. AZ (1) DINAMIKUS HÁLÓZATI MODELL PEREMSŰRŰSÉGEINEK SZÁMÍTÁSA

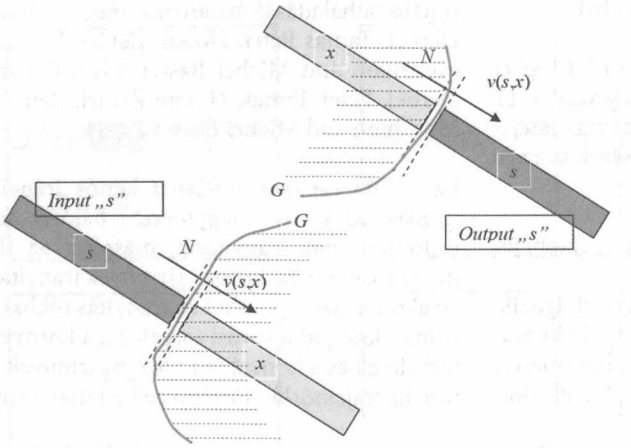
Tegyük fel, hogy egy peremen, amely lehet input vagy output egy adott időtartamra megmértük a keresztmetszeti forgalmat.

Jelölje *N* az 1 óra időtartamra mért átbocsájtott egységjármű számot. Jelölje a peremen áthaladó járművek fenti időtartamra vonatkozó várható sűrűségét „s" és a várható sebességét „v". Természetesen, ha rövidebb időtartamokra is rendelkezésre áll átbocsájtott egységjármű szám, akkor erre vonatkoztatott várható sűrűségeket és várható sebességeket is lehet számolni, így időben még jobban kidomborítható a folyamat dinamikája.

A v (amelynek dimenziója [m/sec]) a pontos dinamikus modellnél kétváltozós függvény (adott **e** környezeti vektor estén), mivel értéke a vizsgált keresztmetszet előtti és utáni szakasz sűrűségétől is függ: $v=v(s,x)$, 2.ábra.

A kezdetben, kiinduláskor nincs információnk az „*x*" belső sűrűségről, ezt a dinamikus modell fogja pontosan kiszámítani, ezért azt a közelítést alkalmazzuk, hogy $x\approx s$, tehát „*v*" csupán az *s*-től függ. Lényegében úgy járunk el, hogy egy összevont szakaszként kezeljük a két szakaszt, közös „*s*" sűrűséggel.

2. ábra: A G görbe által körülkerített tartomány, valamint az inputok és outputok kapcsolata



A *2. ábrán* látható, hogy az inputok esetében (bal alsó ábra rész) a G görbe által körülkerített, sraffozott tartomány bemenetein mérünk keresztmetszeti forgalmat és külső-belső egyesítés történik. Az outputok esetében pedig (jobb felső ábra rész) a G görbe által körülkerített, sraffozott tartomány kimenetein mérünk keresztmetszeti forgalmat és belső-külső egyesítés történik.

Használjuk fel a továbbiakban azt, hogy a keresztmetszeti forgalomszámlálási adatok 15 perces lépésközönként adják meg a következő egy órára vonatkozó N [Ej/óra] keresztmetszeti forgalmi adatokat. Tehát a N értékéből kiszámítható az 1 sec alatt átadott egységjármű száma, amelyet jelöljön *n*:

$$n = \frac{N}{3600}[Ej/\sec] \qquad (6)$$

Jelölje *h* [m] az egységjármű hosszát.

A dinamikai egyenleteknél alkalmazott (1,2,3) alapösszefüggések figyelembevételével kiszámítható a Δt idő alatt, szabadáramlás mellett átadott Δl [m] járműhossz:

$$S \cdot E \cdot \alpha \cdot \beta \cdot s \cdot v \cdot u \cdot \Delta t = \Delta l \qquad (7)$$

Szabadáramlásnál: $S=1$, $E=1$, $u=1$ és mivel jelen esetben nem történik disztribúció ezért $\alpha=1$, továbbá jelenleg nem tételezünk fel akadályozást vagy rásegítést ezért $\beta=1$ (ennek módosítása, majd a modell validálásakor történik) továbbá, időegység alatt történő átadást vizsgálunk, ezért $\Delta t=1$ sec. Ily módon (7) egyenlet az 1 sec időegység alatt átadott *l* [m] járműhosszat adja meg:

$$s \cdot v = l \qquad (8)$$

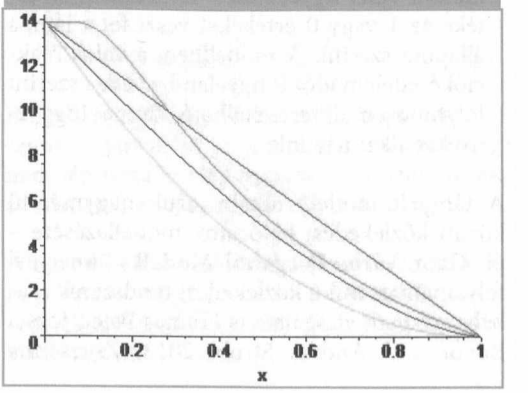
Viszont: $n = \frac{l}{h}$, szintén az 1 sec időegység alatt átadott járműszámot adja meg, tehát „*l*" ismert a forgalommérésből:

$$l = n \cdot h \qquad (9)$$

$v = v(s)$ sebesség-sűrűség függvény felhasználásával (8) és (9) alapján az „*s*" járműsűrűség meghatározható.

A sebesség-sűrűség kapcsolatának leírására az irodalom számos függvénytípust ajánl fel, pl. Greenshields (1935) (lineáris) vagy Greenberg

3. ábra: v(x) [m/s] járműsebesség az x járműsűrűség függvénye



(1959) (logaritmikus) forma. További néhány függvénytípust ismertet Kövesné Gilicze É. és Debreczeni G. (2003). Ezek a függvények mérésekből adódó sztochasztikus kapcsolatok, amelyekben szereplő V_{Max}, és további konstansok regressziós módszerek eredményeként származtatott értékek. Egy szakaszon a korábban bevezetett „x" változó jelöli a járműsűrűséget és $v(x)$ a szakaszon haladó járművek x értéktől függő várható átlagsebességét. Különböző sebesség – sűrűség függvények görbéi láthatók a 3. ábrán.

A klasszikus irodalom nem foglalkozik a környezeti vektor megadásával egy szakaszon. A V_{Max}, illetve a függvény lefutásának változtatása, megfelelő környezeti paraméterezéssel további tényezők vizsgálatát is lehetővé teszi, így pl. az időjárást, a látási viszonyokat, az út minőségét, az út szélességét is. Tehát, a sebességet nem csak az „x" járműsűrűség determinálja, hanem a kapcsolati mátrixban fent említett, „$\boldsymbol{e}$" környezeti paramétervektorral figyelembe vett különböző környezeti, szezonalitási, stb. tényezők is: $V=v(x,\boldsymbol{e})$. Az alábbiakban röviden tekintsünk egy, a gyakorlatban jól alkalmazható és általunk felírt $V=v(x,\boldsymbol{e})$ függvényt:

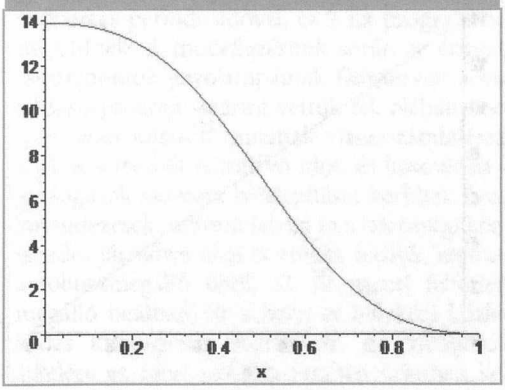
$$v(x,\underline{e}) = \frac{e_4 \cdot V_{Max}}{e_3 + e_2 \cdot \left(\frac{x}{1-x^{e_5}}\right)^{e_1}} \qquad (10)$$

Ebben az esetben az **e** paramétervektor 5 paramétert tartalmaz:

$$\boldsymbol{e}=[e_1, e_2, e_3, e_4, e_5]$$

Az 1. táblázat az egyes paraméterek lehetséges tartományánál a kedvezőtlen és kedvező paramétertartományt mutatja be. A két diszjunkt tartomány között helyezkedik el a közbenső tartomány, amelyben a leggyakrabban fordul elő az adott paraméter. A tartományok adatai tapasztalati értékeknek tekintendők. Adott, konkrét esetben a sebesség – sűrűség mérést követően regresszió analízissel történik az $\boldsymbol{e}=[e_1, e_2, e_3, e_4, e_5]$ paramétervektor koordinátáinak meghatározása.

4. ábra: v(x) sebesség - sűrűség függvény e1=2; e2=1;e3=1;e4=1;e5=1 paraméterek mellett

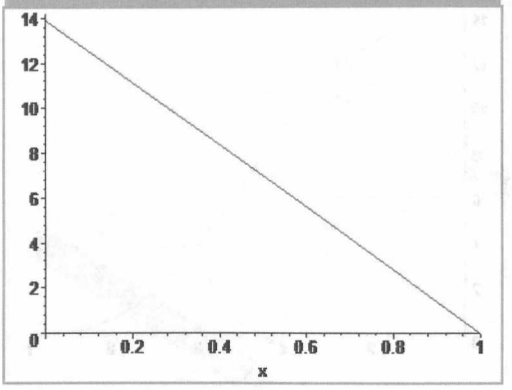


A most bevezetett $V=v(x,\boldsymbol{e})$ függvény fontos tulajdonsága, hogy ha minden paraméter értéke 1, akkor a függvény speciális esetként a Greenshields-féle lineáris függvényt adja meg (5. ábra). Ez az eredmény jól szemlélteti azt is, hogy a Greenshields-féle lineáris függvény a közbenső paramétertartomány adatait veszi fel és így valóban egy átlagos $v(x)$ sebesség - sűrűség függvénykapcsolatot szolgáltat a gyakorlatban!

1. táblázat: „e" paramétervektor koordinátáinak bemutatására

ei	Paraméter jelentése	Kedvezőtlen eseteknél	Kedvező eseteknél
e1	Út minőség	Rossz: e1=0.1 - 0.3	Jó: e1=3 – 4
e2	Kanyargós út	Sok kanyar: e2=3 - 4	Kevés kanyar: e2=0.1-0.2
e3	Csúszós út	Rossz, csúszós: e3=1.2 - 4	Nincs csúszás: e3<1
e4	Biztonságérzet, látási viszonyok	Rossz: e4=0.5 - 0.7	Jó: e4>1
e5	Út szélessége	Keskeny: e5=0.1 - 0.2	Széles: e5>4

5. ábra: v(x) függvény, a e1=1; e2=1;e3=1; e4=1; e5=1 paraméterek mellett



Tehát, több sebességtörvény is létezik, jelen esetben (8) megoldásához alkalmazzuk az átlagos lineáris törvényt:

$$v(s)=V_{Max}(1-s)$$

amelynél V_{Max} a megengedett maximális sebesség:

$$s\cdot V_{Max}(1-s)=1 \qquad (11)$$

Két sűrűségérték léphet fel: A közlekedési folyamatnál mért n, h és V_{Max} jellemző paraméterekkel az alábbi eredményt kapjuk a sűrűség állapotjellemzőre (3) felhasználásával::

$$s_{1,2}=0.5\pm\sqrt{0.25-\frac{n\cdot h}{V_{Max}}} \qquad (12)$$

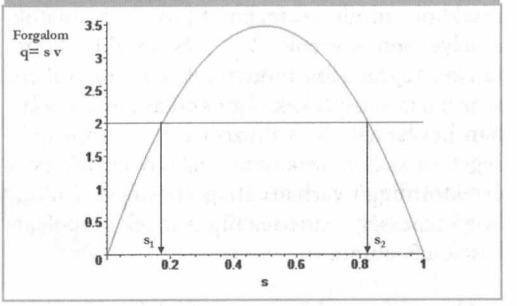
Nem meglepő, hogy két lehetséges járműsűrűség állapotjellemzőt kapunk, kivéve ha:

$$\frac{n\cdot h}{V_{Max}}=0.25 \qquad (13)$$

A keresztmetszeti forgalom nem tekinthető állapotjellemzőnek! Ugyanakkora időtartam alatt átbocsájtott járműszám felléphet kis járműsűrűség és nagy sebesség szorzataként, vagy nagy járműsűrűség és kis sebesség szorzataként is, lásd 6. ábra.

Annak eldöntéséhez, hogy melyik a várható járműsűrűség állapotjellemző, az adott keresztmetszeten átáramló forgalom várható sebes-

6. ábra: Az s.v(s) forgalom függvény és egy konstans forgalom érték



ségének meghatározása is szükséges. Ebből a célból, a keresztmetszeti forgalommméréseket vagy kamerás mérésekkel célszerű elvégezni, vagy a leszámlálós módszert ki kell egészíteni a forgalomban részt vevő fedélzeti GPS készülékkel felszerelt gépjárművekkel végrehajtott sebességmérésekkel is.

Összefoglalva, az alábbi eljárást követjük

1. A kezdeti s (input/output) járműsűrűség várható értékének meghatározásához összevonjuk a peremeknél egymáshoz csatlakozó külső és belső szakaszt. Ezt az együttes szakaszt vizsgáljuk a csatlakozási pontban, amely egyúttal a forgalomszámlálás helye is. Az ezen a ponton (keresztmetszeten) átáramló várható járműsűrűséget jelöli „s".
2. A forgalomszámlálásból származó adatokat átszámítjuk 1 sec-ra (6).
3. Szabadáramlást feltételére S=1, E=1, u=1, α=1, β=1, Δt=1 mellett felírjuk az átadott járműhossza vonatkozó (8) egyenletet, ily módon szintén az 1 sec-ra vonatkozó átadott járműhosszat kapjuk.
4. Megválasztjuk a sebesség-sűrűség függvényt, ez esetünkben lineáris (de adott esetben lehet más függvény is).
5. Esetünkben megoldjuk a (11) egyenletet, amely a (12) megoldást szolgáltatja.
6. A 6. ábra bemutatja, hogy valamely meghatározott időintervallumban mért keresztmetszeti forgalmi mérések önmagukban nem adnak egyértelmű értékeket a hálózati szakaszoknál, a várható állapotjellemzőkre, az ott fellépő várható járműsűrűségekre (vagy ezzel egyenértékű, várható járműsebesség értékekre). A speciális, maximális forgalom esetétől eltekintve, mindig két várható sűrűség álla-

potjellemző lehetséges s_1 és s_2. Hogy melyik lép fel a valóságban, az külön mérést igényel. Ennek eldöntésére alkalmaztuk, a forgalomszámlálással egy időben a GPS készülékkel felszeret járművekkel végzett forgalomsebesség-méréseket is az adott szakaszokon.

7. Ezt követően, minden inputon és outputon elvégezve a fenti számításokat beállítjuk a peremeken a várható járműsűrűség-értékeket. A modell által elvégzett szimuláció egy tranziens idő után bemutatja a teljes belső hálózaton a járműsűrűségek és sebességek időbeni alakulását.
8. A validálást ezt követően az α_{ij}, β_{ij}, paraméterek optimális beállításával végezzük el. Ez egyrészt a mért és szimulált perem- és belső forgalmi adatok eltérésének minimálásával, másrészt a szakaszokon mért és számított sebességértékek eltérésének minimálásával történik.

4. GYŐR – SZENT ISTVÁN ÚT ÉS KÖRNYÉKÉNEK KÖZLEKEDÉSI SZIMULÁCIÓS MODELLJE

4.1. A modellezett hálózat bemutatása

A modellünk az egyik legnagyobb forgalmat lebonyolító út, a Szent István út (1. sz. főút) és környéke területét foglalja magában. Ez a forgalmi modell fontos szerepet játszik majd a továbbiakban a környezetterhelések vizsgálatainak szempontjából is (Stróbl András, Péter Tamás, Fazekas Sándor 2012; Stróbl, A., Péter, T. 2013).

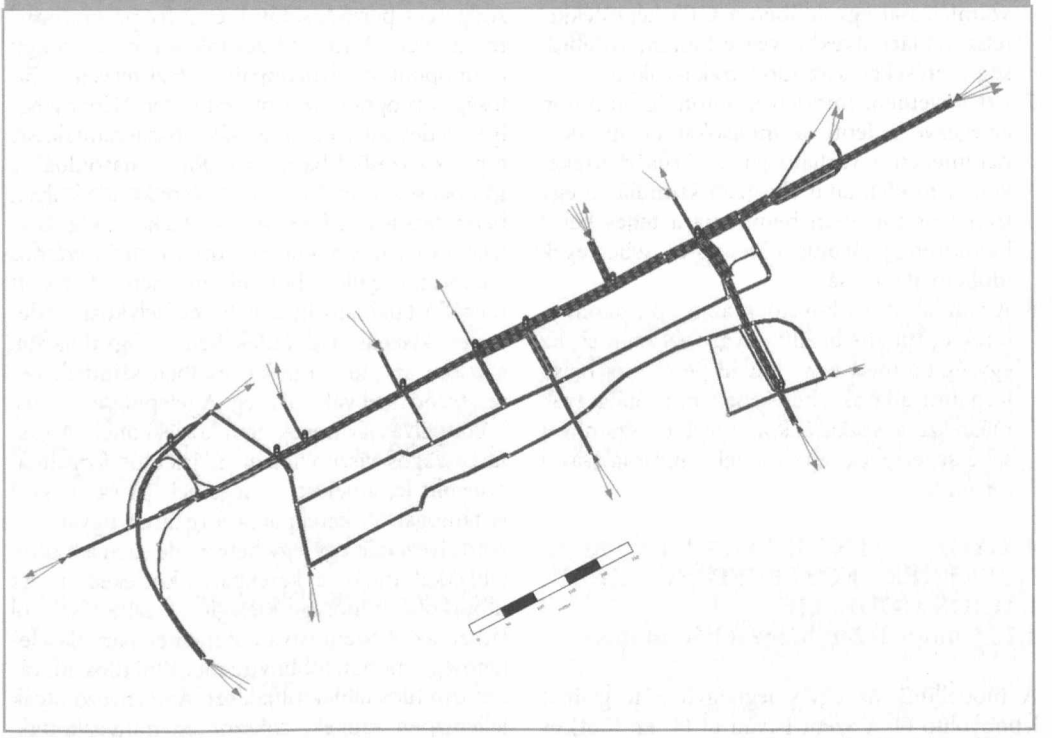
A főút közvetlen kapcsolatot biztosít a környező nagyobb településekkel (Mosonmagyaróvár, Komárom), kapcsolódik az M1-es autópályához, illetve egyes szakaszain azzal párhuzamosan is fut. Mindezek mellett a várost keresztülszelve, érinti a város többi nagy forgalmú útját, mint pl. a 821. sz., 14. sz. és 81. sz. főutakat. A város közigazgatási és történelmi centrumát is a Szent István út igénybevételével érhetjük el, valamint az autóbusz-pályaudvar és a vasúti pályaudvar a tőszomszédságában terül el.

Forgalomtechnikai szempontból vizsgálva elmondható, hogy az út, irányonként 2 sávos, helyenként 3-4 sávra bővül, első sorban az osztályozó, ill. felállási szakaszok mentén. A csúcsórai forgalom néhány csomópontban meghaladja az 1000 EJ/h értéket is egyes irányokban. A főút csomópontjaiban jelzőlámpás forgalomirányítás működik, amelyek összehangoltan, 130 másodperces periódusidővel, és 2 fix programmal működnek. A modellezésünk során az érintett csomópontok jelzőlámpáinak fázisterveit a valóságos program szerint vettük fel. Néhány helyen ledes kijelzők mutatják visszaszámlálással a piros jelzésből hátralevő időt, és hasonlóan a gyalogosok számára is telepítésre kerültek ilyen berendezések. A Szent István út a közösségi közlekedés járművei által is erősen terhelt, számos autóbuszmegálló öböl, ill. út menti felfestett megálló található itt a helyi és helyközi közlekedés kiszolgálása érdekében. A gyalogosok átkelése az úton minden esetben szintbeli kereszteződéssel valósul meg. A településen városi kötöttpályás járművek nem közlekednek. A vasút országos viszonylatban is jelentős forgalmat bonyolít le, amelyet a megemelt pályasebesség is támogat. A kerékpáros-forgalmat ugyan keresztülvezették egy-egy helyen, de ezen a főúton táblákkal tiltják a kerékpáros-közlekedést. Az útburkolat minősége kielégítő, a felfestések jól láthatóak. A Szent István út mentén parkolási lehetőség nincsen, többnyire megállni tilos, ill. várakozni tilos táblák tiltják ezt. A környező utcák jellemzően szűkek, sokszor egyirányúsítottak, így a korlátozott számú, párhuzamos elrendezésű parkolóhely a meglehetősen magas parkolási díjak (3 díjövezet) ellenére is rendszerint foglalt. A főúthoz közel található két parkolóház (Jókai parkolóház 260 férőhellyel és Révai parkolóház 220 férőhellyel), továbbá néhány mélygarázs és parkoló udvar, amelyek havi díj fejében igénybe vehetők.

4.2. A hálózati modell felépítése

A modellezett hálózat törzsét a Szent István út képezi, amelyhez kapcsolódóan néhány jelentősebb útszakasz és csomópont modellezését végeztük el. A modell inputszakaszai és outputszakaszai (amelyekről a modellbe beáramló és amelyekre az azt elhagyó forgalom áramlik) az északi területen egy utca szakasznyi hosszúságúak, míg a déli oldalon a Révai Miklós utca és Eszperantó út képezik a modellezett terület határát. A *7. ábrán* látható a hálózati modellünk képe, amelyet a PannonTraffic szoftverből másoltunk ki.

7. ábra: A modellezett hálózat törzsét a Szent István út képezi



4.3. Adatok és mérések

A hálózatot jellemző fő adatok:
- 228 db útszakasz
- 9 jelzőlámpával irányított csomópont
- 38 egyéb csomópont
- 18 input szakasz
- 15 output szakasz

A modell adatoknál támaszkodtunk a város által 2012. évben elvégzett keresztmetszeti forgalommérésekre. A modellünk esetében 63 keresztmetszeti mérési adatot vettünk figyelembe a vizsgálatoknál és a validálásnál. Ezt egészítik ki a fedélzeti GPS készülékkel végzett forgalomsebesség mérések. A GPS-es mérések adatfájljai tárolásra kerültek az adatbázisban. További feldolgozás eredményeként a GPS koordináták alapján a rendszerünk a megfelelő útszakaszokhoz hozzárendelte a vizsgált időszakra vonatkozó egyedi jellemző sebességfüggvényeket is. Ilyen mérés eredménye látható a 8. ábrán, amely magában foglalja a városba történő be- és kihajtás mellett, a Szent István úton mért sebességértékeket is.

A hálózati modellezést a PannonTraffic Engineer szoftverrel végeztük, amelyben a hálózati elemek felvétele során már méretarányosan kerülnek tárolásra az egyes útszakaszok hosszai, geometriájuk (Péter, T., Stróbl, A., Bede, Zs., Kalincsák, I., Fazekas, S. 2013).

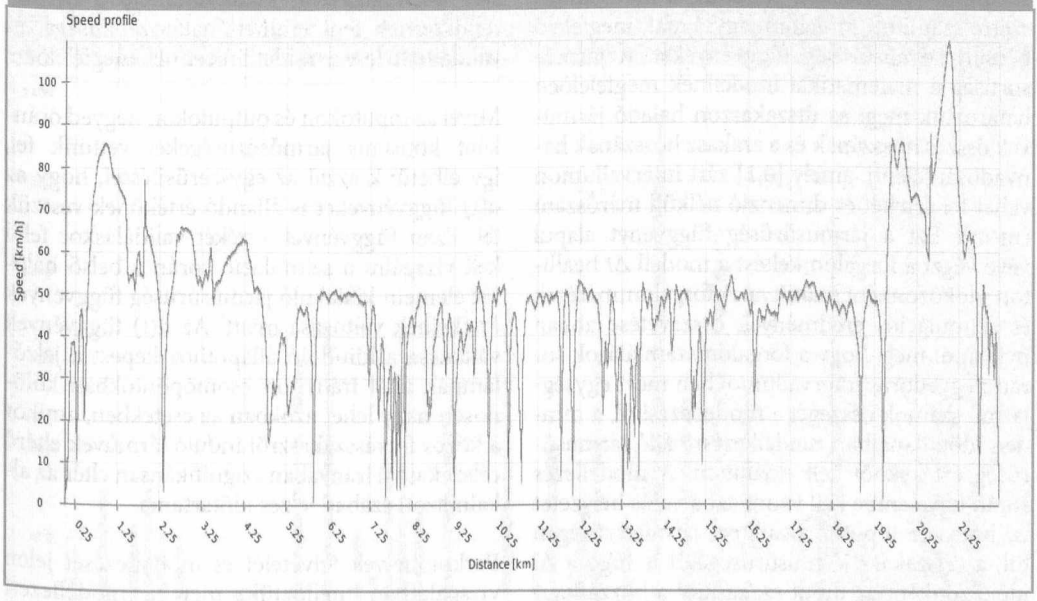
4.4. A jelzőlámpák fázistervei

A forgalmat irányító jelzőlámpák fázisterveit a Magyar Közút Zrt. Győri Igazgatósága és Győr város Önkormányzata bocsátotta a rendelkezésünkre, amelyeket az eredeti dokumentáció scannelt formájában kaptunk kézhez. Az egyes lámpaprogramokat ezen oknál fogva kézi adatrögzítéssel vittük fel a rendszerbe, amely meglehetősen időigényes folyamat (egyes csomópontokban akár 10-nél is több forgalmi irány került definiálásra, amelyeket modell szinten akár 12-15 kapcsolati elemen is el kell végezni). A modellben felvett jelzőlámpák közül egy forgalomfüggő vezérlésű egység van (Benczúr utca), de mivel annak működőképességéről

2. táblázat: Inputok és outputok bemutatására

Inputok:13 pontnál 18 sávot figyelembe véve	Output:13 pontnál 15 sávot figyelembe véve
Benczur u.,	Benczur u.,
821. u. 2 db. sáv	821. u.,
Béke híd,	Béke híd,
Újlak u.,	Újlak u.,
Munkácsi M. u.	Munkácsi M u.,
Jókai u. 2. db. sáv	Aradi Vértanuk u.,
Baross Gábor Híd,	Baross Gábor Híd,
Teleki László u. 3 db. sáv	Teleki László u.,
Gárdonyi G.,	Gárdonyi G.
Tihanyi Árpád u.,	Tihanyi Árpád u.,
Mészáros Lőrinc u.,	Mészáros Lőrinc u.,
Körforgalomból bevezető út.	Kivezető jobbra 2 db. sáv
Bissinger József Híd 2 db. sáv	Bissinger József Híd 2 db. sáv

8. ábra: Az útvonalon mért jellemző sebesség értékek, a szakaszhelyek függvényében



nem volt információnk, így a hurokdetektorok meghibásodásának esetére tervezett fix jelzéstervet vettük fel. Összegezve, az alábbi 9 csomópontban működő jelzőlámpák fázisterveinek eredeti dokumentációja alapján működnek a szoftverben is a felvett fázistervek:

- Tihanyi Árpád út – Csaba utca
- Tihanyi Árpád út – Szent István út (Gárdonyi Géza utca – Nádor aluljáró)
- Teleki László utca – Szent István út

- Baross Gábor út – Szent István út (Baross Gábor Híd)
- Aradi Vértanúk útja – Szent István út (Városház tér)
- Jókai utca – Szent István út
- Munkácsy Mihály utca – Szent István út
- Újlak utca – Szent István út
- Benczúr utca – 821. sz. út találkozása

A jelzőlámpák tárgyalása kapcsán megemlítjük a fázistervek által szabott forgalmi korlátozó jelleget. Megállapítottuk, hogy egyes irányokban (jellemzően balra nagy ívben kanyarodó) a zöld jelzés idejének néhány másodpercesre tervezett hossza a forgalomszámlálások során megállapított egységjármű-számot képtelen áteresztení a csúcsórai forgalomban, míg az ugyanabból a sávból jobbra kanyarodó járműveknek biztosított zöld idő kihasználatlan maradt (egyes csomópontokban külön forrás sávokra értendő a helyzet).

4.5. Az input és output szakaszok β(t) függvényei, állapotfüggvényei

Az input szakaszokon felvettük a keresztmetszetre számított forgalomnagyságnak megfelelő becsült járműsűrűség függvényeket. A járműsűrűség a matematikai modellnek megfelelően határoztuk meg: az útszakaszon haladó járművek összes hosszának és a szakasz hosszának hányadosát jelenti, amely [0,1] zárt intervallumon vehet fel értéket és dimenzió nélküli mérőszám (m/m). Ezt a járműsűrűség függvényt alapul véve végzi a forgalomkeltést a modell Δt beállított időközönként számítva. A forgalommérések és szimulációs eredmények összevetése abban nyilvánul meg, hogy a forgalomszámlálások során negyedórás intervallumokban mért egységjármű számok összegét a modellezésből, a minden időpillanatban rendelkezésre álló járműsűrűség értékekből kell előállítani. A modellezés során figyelembe kell venni azt a valós helyzetet is, hogy az inputon beállított járműsűrűségen túl, a célszakasz járműsűrűségétől is függ a Δt időközönként az input szakaszról a hozzá kapcsolódó belső útszakaszra átadott járműhossz értéke, továbbá az „egységjármű" átlagos hossza sem egy egzakt mennyiség (utóbbi a járműsűrűségből történő egységjárműre átszámításhoz szükséges). Kamerás mérések esetén nincs is szükség rá, mivel közvetlenül meghatározható az 1 sec alatt beáramló, várható "l" járműhossz. Kezdeti feltételként a célszakaszon 0 járműsűrűség értéket feltételezve számítjuk ki a Δt időközönként átadandó járműmennyiséget, amely negyedórás intervallumra extrapolálva a forgalomszámlálás során mért értékkel kell megegyezzen. A szimuláció előrehaladtával az inputszakaszhoz kapcsolódó belső útszakaszon a járműsűrűség nyilvánvalóan 0-tól különböző értéket vesz fel, amelynek eredményeképpen az átadott járműhossz módosul a számítotthoz képest. Mivel modellezésünk során a csúcsórai (7:15-8:15) forgalomnagyságot modellezzük, azaz negyed óránként konstans járműsűrűség függvényeket veszünk fel, végül a szimuláció során beálló stabil állapot szerint kell a két szakasz között értelmezett β függvény értékét finomhangolni a validálás során.

Jelen hálózati modellünkben az α_{ij} értékeinek beállítása jellemzően MIMO rendszer szerint történt, amelyben a csomóponti forgalomszámlálások egyes forgalmi irányainak értékeit vizsgáltuk az elosztási függvény szempontjából. A módszer alkalmazásával kiküszöbölhető a MIMO rendszernek fent említett határozatlansága, és validálható lesz a modellünk ennek megfelelően.

Mivel az inputokon és outputokon negyed óránként konstans járműsűrűségeket vettünk fel, így élhetünk azzal az egyszerűsítéssel, hogy az α(t) függvényeket is állandó értékűnek vesszük fel. Ezen függvények értékét validáláskor felül kell vizsgálni a szimuláció során a belső hálózat elemein kialakuló járműsűrűség függvények értékeinek változása miatt. Az α(t) függvények változása a kiinduló állapothoz képest a jelzőlámpák által irányított csomópontokban különösen nagy lehet azokban az esetekben, amikor a közös forrásszakaszról induló járművek eltérő célszakaszai irányában szignifikánsan eltér az alkalmazott szabad jelzés időtartama.

Parkolóhelyek felvételét és modellezését jelen vizsgálatban mellőztük, mert a modellezett Szent István úton egyáltalán nincs, a környező utcákban található parkolók forgalmát pedig az input szakaszokon belépő forgalomban figyelembe vesszük, így ennél a speciális hálózatnál nincs jelentőségük.

4.6. A HÁLÓZATI PARAMÉTEREK VALIDÁLÁSÁNAK ELŐKÉSZÍTÉSE

A validálás előkészítéséhez egy szoftverfejlesztési feladat társult, amelyet sikeresen elvégeztünk. Igen jól követik egymást a mért és szimulált keresztmetszeti forgalmi adatok a különböző hálózati pontokat megfigyelve. A kiértékelés során a korrelációs együttható:

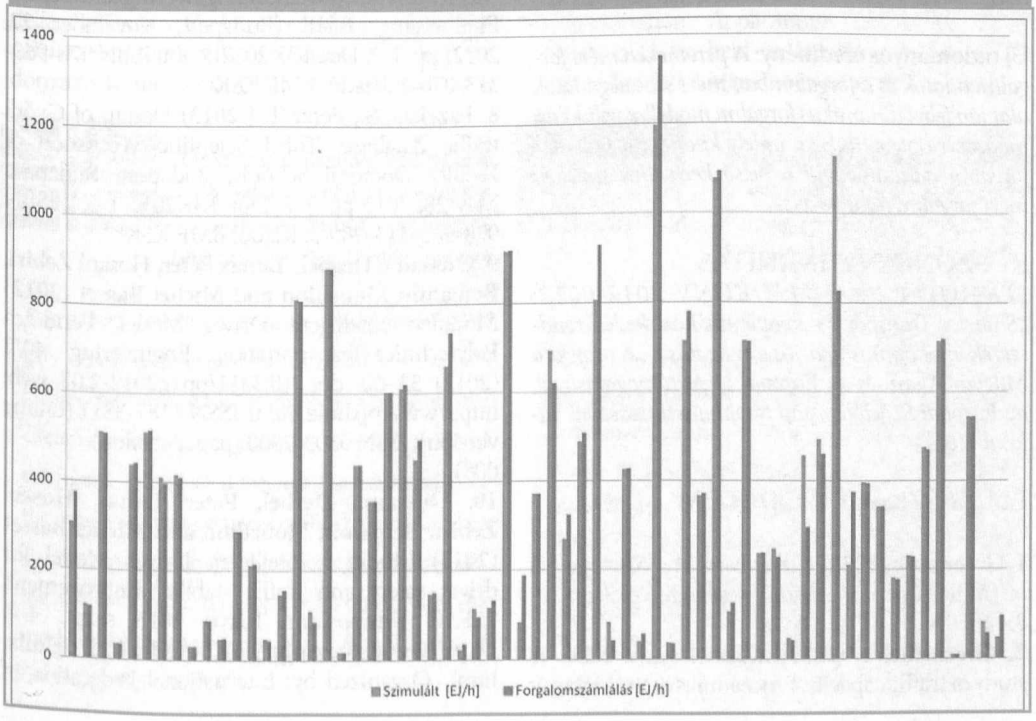
$$r_{x,y}=0.9925070033$$

amely a gyakorlatban már 100%-os korrelációnak tekinthető. A szoftvert képessé tettük arra, hogy a beállított egységjármű hossznak megfelelően negyedórás, ill. órás átlag forgalomnagyságot exportáljon a szimuláció során számított járműsűrűség adatsorokból. A kidolgozott eljárás az egyik alapfeltétele annak, hogy a validálást elvégezhessük a modell paraméterein.

A következőkben a hálózati modellből a szimuláció során kinyert forgalomnagyságok és a hivatalos forgalomszámlálások eredményeit vetettük össze (9. ábra). Megjegyezzük itt, hogy egyes helyeken a forgalomszámlálás által egy iránynak vett és egyetlen értékkel jellemzett forgalomnagyság a modellünkben több értékszegmensben realizálódik, ugyanis egy forgalmi irányt több sávkapcsolatban lehet megvalósítani. Ezeket az értékeket szummázva vettük figyelembe az összehasonlíthatóság érdekében. **A szimuláció a vizsgált időszakra (7: 15 - 8: 15) vonatkozóan 6 másodperc alatt futott le. A szimuláció 24h-s időtartamra vonatkozó futtatási ideje 2 perc 14 másodperc.**

A szimuláció futásakor megfigyelhető, hogy a legelső esetben, mintegy 13-17 perc tranziens elteltével állnak be állandó értékre az állapotjellemzők, ha minden belső szakaszokon 0 kezdeti értéket állítunk be, és a korábban tárgyaltak szerint időben állandó értékű input és output járműsűrűségeket veszünk figyelembe. A végleges értékre beállás sebessége nagyban függ a külső szakaszoktól való távolságtól és attól, hogy a vizsgált szakaszra milyen komplexitású hálózatrész kapcsolódik, és az adott szakasz milyen hálózatrészhez csatlakozik.

9. ábra: Jól követik egymást a mért és szimulált [Ej/h] keresztmetszeti forgalmi adatok



A fentiek miatt az első negyedórás szimulációt praktikusan célszerű megismételni, a már beállított belső hálózati állapotjellemzőkkel, mint kezdetei értékekkel.

7. KONKLÚZIÓ

A cikkben a nagyméretű közúti közlekedési hálózati folyamatok matematikai modellezését vizsgáltuk tetszőleges zárt görbe által körülhatárolt tartományon. A modell az adott tartományra szűkített hálózati modell, amely a pozitív nemlineáris rendszerek osztályába tartozik. A modellezésre a PannonTraffic szuper szimulációs eszközt alkalmaztuk. A bemutatott modell Győr város közlekedési hálózatának egy fontos résztartománya, amely a Szent István utat foglalja magában. A mért keresztmetszeti forgalmi adatok negyedórás bontásban álltak rendelkezésre. Ennek szükségszerű figyelembevétele negyedóránként stabil járműsűrűség peremfeltételeket teremtett. Ily módon a vizsgált tartományon és bármely résztartományon óránként négyszer szükségszerűen megfigyelhető volt a Ljapunov stabilitás is. A validálást követően a mért és modell alapján számított, óránkénti keresztmetszeti forgalom közötti korrelációs együttható $r_{xy}=0.9925070033$ értéket adott, amely a gyakorlatban már 100%-os korrelációnak tekinthető.

Új tudományos eredmény: *A peremeken mért forgalmi adatok és a forgalomban mért sebességadatok alapján felírt dinamikus forgalmi modellre validálási módszert dolgoztunk ki, amely kiterjedt a peremek forgalmi adatain kívül a belső keresztmetszeteken mért forgalmi adatokra is.*

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0012: „Smarter Transport" - Kooperatív közlekedési rendszerek infokommunikációs támogatása - A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg."

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Greenberg (1959): Greenberg, H.: "An Analysis of Traffic Flow", Operations Research, Vol.7, pp.79-85, 1959.

2. Greenshields (1935): Greenshields, B.D.: A study of traffic capacity. Proceedings of the highway Research Board, Proc. Vol. 14. pp. 448-477. 1934.

3. Kövesné Gilicze É. és Debreczeni G. (2003): Kövesné Gilicze É. – Debreczeni G. Intelligens közúti közlekedési rendszerek és út-jármű rendszerek matematikai modellezése és analízise, Kutatási jelentés BME Közlekedésüzemi Tanszék. Budapest, 2003. pp 1-49.

4. Luenberger (1979) Introduction to Dynamics Systems, Wiley, New York, 1979

5. Fazekas Sándor, Péter Tamás (2012.1) 3D modellt alkalmazó szoftverrel a nagyméretű hálózatokon, Innováció és fenntartható felszíni közlekedés konferencia (IFFK-2012). Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2012.08.29-2012.08.31. Budapest: Óbudai Egyetem, Paper 13. *pp. 87-90.* (ISBN:978-963-88875-3-5) http://kitt.uni-obuda.hu/mmaws/

6. S. Fazekas, T. Peter: (2012) 3D Traffic visualization FIRST SCIENTIFIC WORKSHOP OF DOCTORAL SCHOOLS Faculty of Transportation Engineering and Vehicle Engineering, BME (Budapest, April 25, 2012) pp. 1-8. Doi: KJK2012-1-K4, ISBN 978-963-313-062-9

7. Fazekas Sándor, Péter Tamás (2012.2) Database system to support Győr's traffic modelization, SECOND SCIENTIFIC WORKSHOP OF DOCTORAL SCHOOLS Faculty of Transportation Engineering and Vehicle Engineering, BME (Budapest, November 22, 2012) pp. 1-7. Doi: KJK2012-2-K4, ISBN 978-963-313-070-4, Kiadó: BME KSK

8. Fazekas, S., Péter T. (2013) Design of Győr's traffic database, Third Scientific Workshop of Faculty Doctoral Schools, Budapest, Budapest, May 28, 2013 pp. 1-7. Doi: KJK2013-1-K4, ISBN 978-963-313-080-3, Kiadó: BME KSK

9. Oussama Derbel, Tamás Péter, Hossni Zebiri, Benjamin Mourllion and Michel Basset (2012) Modified Intelligent Driver Model, Peridoica Polytechnica-Transportation Engineering 40/2 (2012) 53–60. doi: 10.3311/pp.tr.2012-2.02 web: http://www.pp.bme.hu/ tr ISSN 1587-3811 (online version); ISSN 0303-7800 (paper version)
008)

10. Oussama Derbel, Peter Tamas, Hossni Zebiri, Benjamin Mourllion and Michel Basset (2013) Modified Intelligent Driver Model for driver safety and traffic stability improvement, 7.IFAC Symposium Tokyo 2013 szept. 4-7. http://www.sice.or.jp/IFAC-AAC2013/details.html Organized by: International Federation of

Automatic Control,Technical Committee on Automotive Control (IFAC-TC7.1) pp, 734-739 132-ik anyag. Doi: SaB2.3

11. Péter, T. (2012.1) Modeling nonlinear road traffic networks for junction control, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science (AMCS), 2012, Vol. 22, No. 3. pp. 723-732. DOI: 10.2478/v1006-012-0054-1

12. Péter, T., Szabó, K. (2012) A new network model for the analysis of air traffic networks. In: Peridoica Polytechnica-Transportation Engineering 40/1 (2012) 39–44. doi: 10.3311/pp.tr.2012-1.07 web: http://www.pp.bme.hu/ tr ISSN 1587-3811 (online version); ISSN 0303-7800 (paper version)

13. Péter Tamás (2012.2) Paradigmaváltás, amely elvezetett a globális közúti hálózat működésének leírásához és a dinamikus modell létrehozásához, Innováció és fenntartható felszíni közlekedés konferencia (IFFK-2012). Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2012.08.29-2012.08.31. Budapest: Óbudai Egyetem, Paper 3. *pp. 3-19.* (ISBN:978-963-88875-3-5) http://kitt.uni-obuda.hu/mmaws/

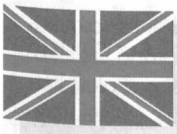
14. Péter, T., Stróbl, A., Bede, Zs., Kalincsák, I., Fazekas, S. (2013) Infokommunikációs technológiák fejlesztése a nagyméretű közúti közlekedési hálózatok közlekedési folyamatainak komplex modellezéséhez, a valós közlekedési folyamatok vizsgálatára és az optimális irányítására. Közlekedéstudományi Konferencia, Győr, 2013. március 21-22. (pp.55-81) Kiadó: Széchenyi István Egyetem, Közlekedési Tanszék. ISBN szám: 978-615-5298-09-7.

15. Tamas Peter, Jozsef Bokor and Andras Strobl (2013) Model for the analysis of traffic networks and traffic modelling of Győr, pp **167-172.** Doi: 0023, IFAC Workshop on Advances in Control and Automation Theory for Transportation Applications (ACATTA 2013) which is to be held in Istanbul, Turkey, 16-17 September 2013. http://www.acatta13.itu.edu.tr/

16. Stróbl András, Péter Tamás, Fazekas Sándor (2012) Stratégiai zajtérkép készítése makroszkopikus közúti közlekedési modellt alkalmazó szoftverrel, Innováció és fenntartható felszíni közlekedés konferencia (IFFK-2012). Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2012.08.29-2012.08.31. Budapest: Óbudai Egyetem, Paper 11. *pp. 71-75.* (ISBN:978-963-88875-3-5) http://kitt.uni-obuda.hu/mmaws/

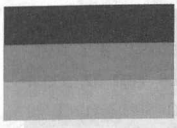
17. Stróbl, A., Péter, T. (2013). Traffic modeling of Győr in project Smarter Transport, Third Scientific Workshop of faculty doctoral schools, *Budapest, May 28, 2013* pp. 1-7. Doi: KJK2013-1-K7, ISBN 978-963-313-080-3, Kiadó: BME KSK

18. Zsuzsanna Bede, Tamás Péter and Ferenc Szauter (2013) Variable network model pp **173-177.** Doi: 0026, IFAC Workshop on Advances in Control and Automation Theory for Transportation Applications (ACATTA 2013) which is to be held in Istanbul, Turkey, 16-17 September 2013. http://www.acatta13.itu.edu.tr/



The setting of marginal densities and the validation of the model for the analysis of the traffic processes of large non-linear road traffic networks

The paper examines a dynamic model based on a new principle, developed for the analysis of the traffic processes of large road traffic networks, taking real circumstances into consideration. The validation of the model is conducted through the examination of the measured cross-sectional traffic data and the data received through the speed measuring of vehicles taking part in the traffic equipped with a GPS device. The model was developed during the traffic modelling of the Hungarian town Győr.



Die Bestimmung von Randdichten und die Validierung des Modells bei der Analyse von Verkehrsvorgängen in grossen nichtlinearen Strassenverkehrsnetzen

Im Aufsatz es wird ein neu entwickeltes, auf einem neuen Prinzip basierendes dynamisches Modell für die Analyse von Verkehrsvorgängen in grossen Strassenverkehrsnetzen unter Berücksichtigung von realen Bedingungen geprüft. Die Validierung des Modells geschieht mit der Berücksichtigung der Verkehrsdaten von Querschnittszählungen und der Daten von den Geschwindigkeitsmessungen der im Verkehr teilnehmenden, mit GPS-Gerät ausgerüsteten Kraftfahrzeuge. Das Modell wurde bei der Verkehrsmodellierung der Stadt Győr ausgearbeitet.

A hazai ipari parki vállalkozások közlekedési kapcsolatai egy felmérés tükrében

Az elmúlt évtizedekben számos ipari park létesült hazánkban, eltérő közlekedési adottságokkal. Kérdés, hogy azok mennyiben felelnek meg a különböző időpontokban betelepült vállalkozásoknak? Tulajdonképpen ennek megválaszolására tesznek kísérletet a szerzők egy empirikus kutatás tapasztalatainak összegzésével. Ez többek között azért lényeges, mert kihat a cégek működésére, hatékonyságára és versenyképességére is.

Kiss Éva –Tiner Tibor – Kovács András

tudományos tanácsadó, az MTA doktora
MTA CSFK Földrajztudományi Intézet
kiss.eva@csfk.mta.hu

tudományos főmunkatárs, kandidátus
MTA CSFK Földrajztudományi Intézet
tiner.tibor@csfk.mta.hu

tanszékvezető, főiskolai docens, Ph.D
Edutus Főiskola,Tatabánya
kovacs.andras@edutus.hu

1. BEVEZETÉS

Az OTKA projekt (K75906) keretében az elmúlt években végzett kutatás részeként 2010-ben felmértük a hazai ipari parkok közlekedési adottságait. A vizsgálat tapasztalatait a Közlekedéstudományi Szemle 2012 decemberében megjelent számában tettük közé [4]. A mostani írásunkban, ami lényegében az előzőek folytatása, azt mutatjuk be, hogy milyen összefüggés van az ipari parkok és vállalkozásaik közlekedési igényei és lehetőségei között, mindamellett, hogy a vizsgált cégek közlekedési adottságait is részletesen elemezzük. A korábbi, 2010-ben már működő ipari parkok körében lebonyolított kérdőíves felmérés során a 210 ipari parkból 72 ipari park válaszolt a kérdőívekre, amelyeket közlekedési kapcsolataik telephelyválasztásban játszott szerepe alapján típusokba soroltunk. Közülük került kiválasztásra egyfelől a közlekedési kapcsolat típusa szerint 26 olyan ipari park, amelyek a további vizsgálódások színterét képezték. Másfelől arra is törekedtünk, hogy egy-egy régiót 3-4 ipari park képviseljen úgy, hogy viszonylag egyenletes legyen az ipari parkok és vállalkozásaik térbeli megoszlása. Ez a törekvés azonban nem teljesült maradéktalanul, mert az Alföld középső és déli részéről, valamint a Dunántúl Sopron-Szekszárd vonal menti térségéből (néha a többszöri megkeresés ellenére is) csak kevés kérdőív érkezett vissza. A felmérés időbeli elhúzódása pedig nem tette lehetővé, hogy ezen „fehér foltokban" újabb ipari parkokat, illetve azok vállalkozásait megkeressük.

A kiválasztott, különböző közlekedési kapcsolattípusokba sorolt ipari parkokban működő vállalkozások köréből 2011-ben elsődlegesen azokat kérdeztük meg, amelyek tevékenységük jellege alapján szállításigényesebbnek bizonyultak, és ahol a közlekedési kapcsolatok színvonalának feltehetően nagyobb jelentősége van a cég életében, kiváltképp a termelési és értékesítési kapcsolatokban. A kérdések egyrészt a vállalkozások fontosabb ismérveire (alapítás éve, profilja, tulajdonosi szerkezet, foglalkoztatottak száma) vonatkoztak, másrészt az ipari parkok közlekedéshálózati helyzetére, az ipari parkon belüli közlekedési infrastruktúra színvonalára, a betelepedés okára, a cég input-output termékforgalmának volumenére és annak szezonális változására, valamint a beszállítások forrásterületeire és a kiszállítások célállomásaira.

Összesen 83 cég (a megkeresett ipari parkokban nyilvántartott cégek közel 13%-a) vállalkozott a

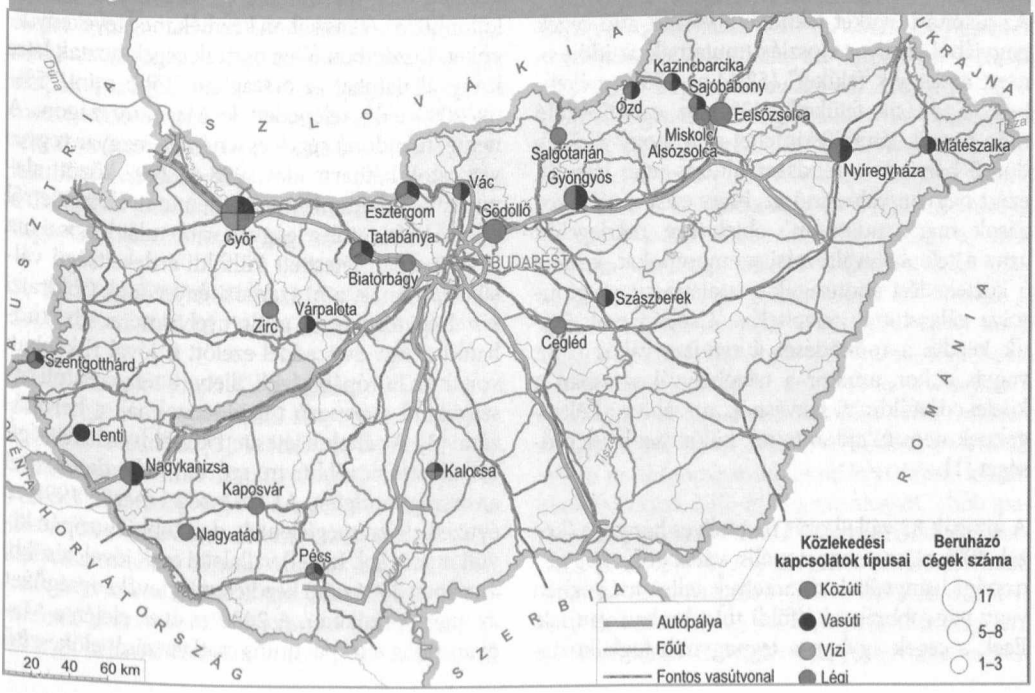
kérdőívek kitöltésére, ami relatíve szerény részvételi hajlandóságot tükröz. Ez arra vezethető vissza, hogy a gazdaság különböző területein működő vállalkozások nem szívesen szolgáltatnak semmilyen információt tevékenységükről „üzleti titokra" hivatkozva. Hazánk első ipari parkjába, a Győri Ipari Parkba küldtük ki a legtöbb (93) kérdőívet, mert az sok, jól működő vállalkozásnak ad otthont, de közülük csak 17 válaszolt. Ez az összes válasz mintegy 20%-a. A vizsgált ipari parkok zöméből 2-6 válasz érkezett vissza, míg egyharmadukból csak egy. Az eltérő válaszolási arány azzal magyarázható, hogy az egyes ipari parkokban különbözően alakult a vállalkozások száma, s köztük azoké is, amelyek ténylegesen működtek és szállításigényesek voltak. Ráadásul a válaszolási hajlandóságban is nagyban különböztek a cégek. Mindezek ellenére mégis úgy véljük, hogy a kapott válaszok feldolgozása lehetővé tette a különböző ipari parkokba települt vállalkozások eltérő közlekedési és szállítási igényeinek, azok fontosabb sajátosságainak feltárását. A továbbiakban ezeket foglaljuk össze, és egyúttal azt is megjegyezzük, hogy bár megállapításaink alapvetően az empirikus kutatás tapasztalatait tükrözik, azok bizonyos fokig támpontul szolgálhatnak az összes ipari parki vállalkozás közlekedési kapcsolatainak megítéléséhez is.

A tanulmány első részében, a bevezetés után a vizsgált vállalkozások néhány fontosabb jellemzőjét mutatjuk be, majd a közlekedési adottságok és a szállítások elemzése következik a második részben, az összefoglalás előtt.

2. A VÁLLALKOZÁSOK NÉHÁNY JELENTŐSEBB ISMÉRVE

Közlekedési helyzetükkel összefüggésben a vizsgált cégek többsége (64,2%) azt jelezte, hogy kedvező kapcsolódási lehetőségeik vannak az autópályákhoz, míg 38,4%-nak a vasúti fővonalakhoz. Csak néhányuk említette, hogy működésének fontos közlekedési tényezője a közeli repülőtér vagy folyami kikötő. A válaszok előbb említett megoszlása is azt a hipotézist erősíti, miszerint Magyarországon a szállításigényes vállalatok a legjobb főútvonali és vasúti elérhetőséggel rendelkező ipari parkokba települtek. Ide sorolhatók - a választ adó vállalkozások alapján - azok

1. ábra: A vizsgált vállalkozások típusai a különböző közlekedési ágazatokhoz való kapcsolódási lehetőségük szerint, 2011. Forrás: 2011.évi felmérés



is amelyek az ország északi harmadának Ny-K-i irányú nemzetközi közlekedési tengelye (Győr–Budapest–Miskolc–Nyíregyháza vonal) mentén fekszenek (1. ábra).

A jobbára szállításigényes vállalkozások régiók közötti megoszlása jelentős arányú nyugat-dunántúli (27 cég) és észak-magyarországi (17 cég) koncentrációról árulkodik, ami többek között annak a következménye, hogy ezek az országrészek már korábban is az átlagosnál jóval kedvezőbb közlekedésföldrajzi adottságokkal rendelkeztek, hiszen volt autópályájuk. Alig egy tucat vállalkozás található a közép-dunántúli régióban és valamivel kevesebb Közép-Magyarországon. Mindössze hét vállalkozás képviseltette magát az Észak-Alföldön és csak néhány található a dél-alföldi és a dél-dunántúli régió valamelyik ipari parkjában. A vállalkozásoknak ez a sajátos régiók szerinti megoszlása egyrészt összhangban van a közlekedési infrastruktúra területi fejlettségbeli különbségeivel. Másrészt ebből arra is következtethetünk, hogy melyek az ipari termelés súlyponti területei, amelyek az exportban is kiemelkedő szerepet játszanak. Továbbá az is feltételezhető, hogy az ezen vállalkozásoknak otthont adó ipari parkok viszonylag magas műszaki színvonalú infrastruktúrával rendelkeznek.

Az alapítási évüket tekintve a választ adó cégek nagyjából arányos eloszlást mutatnak az időben, mert az „egyik felüket" (52%) az 1990-es években, a „másik felüket" (43%) az ezredforduló után hozták létre. Tekintettel arra, hogy a cégek döntő hányada a rendszerváltozás után létesült, ezért nagyon valószínű az, hogy ezek a vállalkozások már „tudatosan", objektíven mérlegelve, azaz a telephelyválasztási szempontokat, köztük a közlekedési adottságokat is alaposan megfontolva választottak telephelyet. Csupán csak 5%-uk kezdte a működését a rendszerváltás előtt, vagyis akkor, amikor a telephelyválasztásban a közlekedésföldrajzi fekvésnek, a szállítási költségeknek nem tulajdonítottak különösebb jelentőséget [1].

A vizsgált 83 vállalkozás tekintélyes hányada (közel 40%-a) transznacionális vállalatok magyarországi leányvállalata, amelyek teljes mértékben vagy nagyobbrészt külföldi tulajdonban vannak. Ezek a cégek egyben a legnagyobb foglalkoztatók is, mert az általuk alkalmazottak aránya az összes vizsgált vállalkozás teljes alkalmazotti létszámához viszonyítva eléri a 78%-ot. Ellenben a jelentős számú magyar tulajdonú vállalkozások csak az összes foglalkoztatott csekély részének (22%) ad munkát. Más kutatások tapasztalatai is azt igazolták, hogy a külföldi érdekeltségű ipari vállalkozások az ipari termelésben, az exportban és az árbevételben, lényegében az egész gazdaságban jóval nagyobb szerepet játszanak, mint a többségben levő és többnyire kisebb méretű hazai vállalkozások [2].

A felmérésben részt vett 83 vállalkozás foglalkoztatottainak a száma az alapítás óta 4249 főről 13 693 főre (3,2-szeresére) nőtt. Közöttük a részben vagy teljesen külföldi tulajdonú vállalatok 3353 főről 9813 főre növelték dolgozóik létszámát (közel 6500 fős emelkedés), míg a tisztán magyar tulajdonúak 896-ról 3880-ra (mintegy 3000 fős növekedés). A foglalkoztatásban betöltött eltérő szerepkör összefügg a vállalkozások méretével is. A külföldi érdekeltségű vállalkozások általában nagyobb méretűek, mint a hazaiak, amiért – többek között – a belföldi tőkeforrások szűkössége is okolható.

A külföldi érdekeltségű vállalkozások 1989 után jelentek meg hazánkban, és az elmúlt évtizedek különböző szakaszaiban kezdték meg tevékenységüket. Kezdetben főleg osztrák cégek hoztak létre leányvállalatokat az országban. Több mint 75%-uk 2000 előtt telepedett le Magyarországon. A német tulajdonú cégek és a német-magyar vegyes vállalatok kétharmadát 1998 és 2002 között alapították. Tulajdonképpen a német nyelvterületről érkező befektetők a leggyakoribb tulajdonosai ma is az iparban létesített külföldi érdekeltségű vállalkozásoknak, ami számos tényezőnek (földrajzi közelség, történelmi múlt, nyelvismeret stb.) tudható be. Egy évtizeddel ezelőtt is jóval ritkábbak voltak az Európán kívüli, illetve a tengerentúli országokból származó tulajdonosoknak a beruházásai [3]. Az általuk létesített külföldi érdekeltségű vállalkozások többnyire szórtan helyezkednek el az ország területén. Az USA cégei már az 1990-es évtized elején megjelentek, de a többi Európán kívüli ország (pl. Izrael) vállalatai csak jóval később, általában 2001 után kezdték meg tevékenységüket az ipari parkokban. A 2000-es évek elején a Magyarország európai uniós csatlakozását előkészítő

folyamat felgyorsulása nagyban hozzájárult e cégek számának növekedéséhez.

A külföldi érdekeltségű vállalatok térbeli "sűrűsödése" az M1-es és az M3-as autópályán könnyen elérhető nagyobb városok (Győr, Tatabánya és Gyöngyös, Nyíregyháza) dominanciáját mutatja. Ez nemcsak e városok jelentős ipari múltjából fakad, hanem abból is, hogy ezek a települések túlnyomórészt már a rendszerváltozás előtt is jól megközelíthetők voltak autópályán. Így a rendszerváltozást követően tetemes előnnyel indultak a külföldi befektetők megnyeréséért kibontakozó versenyben. A jó közlekedési kapcsolatok, különösen az autópályák léte, ugyanis kitüntettet szerepet kapott a külföldiek telephelyválasztási döntéseiben. Budapest és agglomerációs övezetének hatalmas gazdasági vonzóereje szintén ösztönzőleg hatott a külföldi cégekre, hogy a legfejlettebb, legjobb minőségű közlekedési infrastruktúrát kínáló Közép-Magyarországon válasszanak telephelyet (pl. az izraeli TEVA Gödöllőn). Bár az igaz, hogy a tényleges termelő tevékenységet folytató cégek kevésbé preferálják a fővárost, többek között a drágább telekárak, szűkösebb építési lehetőségek és a magas munkaerőköltségek miatt. A ritka és fejletlen folyami kikötőkkel, valamint repülőtéri infrastruktúrával rendelkező, tenger nélküli Magyarország nem tud teljes mértékben eleget tenni a nemzetközi vállalatok magas műszaki és logisztikai követelményeinek. Ez alól csupán Budapest és a fő közlekedési tengelyek mentén fekvő nagyobb városok jelentenek kivételt, ahová szívesen telepítik a multinacionális vállalatok a termelőegységeiket (pl. az Audi Győrbe, a Coloplast Tatabányára, a Suzuki Esztergomba, a Lego és az Electrolux Nyíregyházára stb.).

3. KÖZLEKEDÉSFÖLDRAJZI ADOTTSÁGOK, SZÁLLÍTÁSIGÉNYESSÉG

A közlekedésföldrajzi adottságokat a vizsgált ipari parki cégek egy ötfokozatú kétpólusú differenciálskálán értékelték [5]. A kedvező közlekedéshálózati helyzet, mint telepítő tényező a megkérdezett vállalkozások 68,4%-a számára volt fontos, illetve kiemelkedően fontos szempont a telephelyválasztásban. Hiszen a hazai leányvállalatok csak a jó közlekedésföldrajzi adottságaik folytán tudnak „közvetlenül" és gyorsan (be)kapcsolódni a globális vállalati hálózatba. Ezek a cégek (pl. az Opel Szentgotthárdon, a Lego Nyíregyházán) széles körű nemzetközi beszállítói kapcsolatokkal rendelkeznek. Ugyanakkor a megkérdezett vállalkozások 17%-ánál a közlekedési adottságok nem játszottak markáns szerepet a telephely kiválasztásában. Erre magyarázatul a cégek különböző települési helyei szolgálnak. Voltak olyanok közöttük, amelyeknél a nyersanyaglelőhely határozta meg a telephelyválasztást, míg másoknál a piachoz való közelség. Azon vállalkozások körében sem kapott különösebb figyelmet a közlekedésföldrajzi helyzet, amelyek a lakóhelyen működtek vagy egy tradicionális nagyvállalat telephelyén jöttek létre. Ez utóbbi esetben a letelepedő vállalkozások megörökölték az adott régi, nagy múltú vállalat közlekedésföldrajzi helyzetét és közlekedési kapcsolatait.

Az ipari vállalkozások 79%-ánál a közút, elsősorban az autópályák bizonyultak a legfontosabbnak a telephelyválasztásban, míg a fennmaradó hányadnál a vasút és a légi közlekedés. Például az esztergomi Diamond Electric Magyarország Kft. vagy a gödöllői TEVA Magyarország Kft. a tengerentúli piaci kapcsolataikkal indokolták a választásukat, mert a légi közlekedés teszi lehetővé a leggyorsabb szállítást. Így a reptérhez való közelség elengedhetetlen volt számukra a telephely kiválasztásakor. Az, hogy a vasúti kapcsolatot nem tartották lényegesnek a telephelyválasztásban, azt legfőképp a vasút szervezeti rugalmatlanságával, alacsony színvonalú logisztikai szolgáltatásaival, valamint a viszonylag nagy szállítási költségekkel és a kedvezmények hiányával lehet magyarázni. Ebből viszont az is következik, hogy a teherforgalmuk lebonyolításában nem valószínű, hogy a vasút releváns szerepet játszik. Feltételezhető, hogy az iparvágányok forgalma, illetve jelentősége is csekély. Tulajdonképpen ezért sem kapott megkülönböztetett figyelmet az iparvágány használat vizsgálatunkban, de ezzel kapcsolatban a rendelkezésre álló internetes ipari parki források szolgáltatnak némi adalékot. Például az elmúlt évben Esztergomban a Suzuki készjármű-kiszállításainak csak 20%-át végezte a vasút. Több ipari park még ennél is szerényebb mértékben használja ki az iparvágány meglétéből adódó vasúti szállítási lehetőségeket (pl. a General Electric Nagykanizsán), míg máshol (pl. a váci Toperini Ipari Parkban) az iparvágány-kapcsolat egyál-

talán nincs kihasználva. Vannak továbbá olyan ipari parkok is (pl. a sajóbábonyi, a nyíregyházi), ahol felszedték az iparvágányokat. Ugyanakkor a közúti közlekedést, az autópályákat leginkább preferáló cégek azok közül kerültek ki, amelyek a JIT (just in time) logisztikai rendszert alkalmazták (pl. Opel) vagy széles körű és földrajzilag is kiterjedt vevőkörrel rendelkeztek (pl. Mayer HW & SW Kft., ami különféle mérőberendezéseket is gyárt), vagy az áru gyorsan romló, ezért az eljuttatása a lehető legrövidebb időt követeli meg (pl. a húsipari Tantal Plus Kft.).

A felmérésben részt vett vállalkozások 77%-a nagyon szállításigényesnek ítélte a tevékenységét. Következésképp nagy a valószínűsége annak, hogy a telephely közlekedésföldrajzi adottságai számottevően kihatnak a cég sikeres működésére és jövedelmezőségére. Mindenképpen pozitívan értékelhető az a tapasztalat, hogy a kérdőívekre válaszolt cégek közel négyötödének a szállítási igényei összhangban vannak az ipari parkok közlekedési adottságaival. Ezzel szemben 21%-uk szerint nincs teljes harmónia az ipari parkok közlekedési adottságainak és közlekedési infrastruktúrájának fejlettsége, valamint az adott ipari parkban levő vállalkozás közlekedési kapcsolatai és elérhetősége között. (Tulajdonképpen elégedetlenek az adott ipari park közlekedési infrastruktúrájával.) Ezek a cégek felsorolták azokat a hiányosságokat, amelyeket ki kell küszöbölni, és meghatározták azokat a területeket, amelyeket fejleszteni kell. Az általuk említett leggyakoribb problémák alapján a következők állapíthatók meg:

- számos ipari park bejáratától távol vannak az autópályák lehajtói vagy hiányzik az autópálya-kapcsolat (pl. Ózdi Ipari Park, Kaposvári Ipari Park);
- az ipari parkokat és a főutakat (autópályákat) összekötő utak általában keskenyek és a minőségük sem megfelelő, mert a nagy teherforgalom miatt jelentősen leromlott az állapotuk. Ez kedvezőtlenül hat a szállított áruk minőségére is, azok sérülését eredményezhetik;
- az ipari parkok jelentős részének a belső úthálózata rossz minőségű, ráadásul hiányoznak a járdák és a kerékpárutak is, de néhol a települési úthálózat is hasonlóan gyenge színvonalú (pl. Zirci Ipari Park);
- kedvezőtlen, hogy sok ipari park közösségi közlekedési kapcsolata rossz (pl. Felsőzsolcai Ipari Park), ezért a dolgozók bejárása gyakran problémákba ütközik.

A közlekedéssel összefüggő szükséges fejlesztések az ipari parkon belül és azon kívül, amelyeket az egyes vállalkozások megjelöltek az alábbiak:

- a bekötőutak és/vagy felhajtók, illetve közvetlen autópálya kapcsolatok kialakítása (pl. a biatorbágyi Rozália Ipari Park esetében);
- az elkerülő utak építése (pl. a Győrben, Kalocsán, Gödöllőn levő ipari parknál);
- a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztése, autópálya kapcsolat kialakítása, autóutak fejlesztése (pl. az Ózdi Ipari Park esetében);
- a közösségi közlekedési lehetőségek megteremtése (pl. a Nagykanizsai Ipari Parknál és a Gyöngyösi Ipari Parknál);
- az utak karbantartása, állapotuk javítása, szélesítése;
- parkolók létesítése az ipari parkok területén.

Nemcsak a jövőben esedékes fejlesztésekre kérdeztünk rá, hanem azokra is, amelyeket a vállalkozások az ipari parkba való betelepedésük óta a saját költségük terhére és úgymond „kapun belül" elvégeztek. A „tipikusnak" tekinthető fejlesztési feladatok, beruházások lényegében két célt szolgáltak: egyrészt a közlekedési kapcsolatok javítását, másrészt a szállítási költségek csökkentését. Az előbbiek körébe új telephelyek létesítése, telephelyváltás, híd, parkoló és kamionforduló építése, valamint iparvágány kialakítása, illetve meghosszabbítása tartozott. Az utóbbiakhoz pedig költséghatékonyabb járműflotta beszerzése, a logisztikai rendszer újragondolása, logisztikai partnercsere, a fuvareszközök és a szállítási igények összehangolása sorolható.

Arra is választ kerestünk a felmérés során, hogy az elmúlt időben az adott vállalkozás mennyit költött a felmerült problémák, a kedvezőtlen adottságok kiküszöbölésére vagy enyhítésére. A cégek 42%-a azt válaszolta, hogy sem a közlekedési kapcsolatok fejlesztésére, sem a szállítási költségek mérséklésére nem költött, ami részben a szándék, részben a gazdasági válság következménye lehet. Míg 58% törekedett a közlekedési kapcsolatok javítására, továbbá a járműparkot kedvezőbb fogyasztású eszközökre cserélték, miáltal a költségeket is sikerült csökkenteni.

Fény derült az empirikus kutatásból arra is, hogy a cégek a leginkább az ipari parkon belül, azaz a „kapun belüli" kapcsolataikat és megközelíthetőségüket fejlesztették. Az ipari parkon kívüli, vagyis a „kapun kívüli" elérhetőség és közlekedési adottságok javítására (pl. parkoló létesítése, útépítés, útjavítás) csak kevesen vállalkoztak. Ez alapjában véve abból a hozzáállásból fakad, hogy a vállalkozások tekintélyes része az államtól és/vagy az önkormányzattól, tehát mástól várja az ipari parkok közlekedési adottságainak fejlesztését, a gondok megoldását, mivel azt azok feladatának tekintik. S hogy mennyire „jogos" ez az elvárás, annak megítélése nem feladatunk. Az azonban bizonyos, hogy számottevően függ az ipari park tulajdonosától és a helyi önkormányzat hozzáállásától is, hogy milyen infrastrukturális fejlesztések, beruházások valósulnak meg egy-egy ipari parkban vagy azzal összefüggésben az adott településen.

A vállalkozások tevékenységük jellegéből eredően jelentős beszállítási (input) és kiszállítási (output) forgalmat bonyolítanak le a nyersanyagok beszerzésével és a késztermékek piacra juttatásával. A felmérésben részt vett vállalkozások 36%-a a nyersanyagokat a hazai piacon szerzi be és a késztermékeket is többnyire ott értékesíti. Az összes cég közel egynegyede hazai forrásból, hazai piacra termel, emiatt a nemzetközi piacon nem jelennek meg. A döntő hányaduk magyar tulajdonban van és az Észak-Dunántúlon kívüli területeken gyakoribbak [2]. Mindazonáltal a cégek 64%-a szorosan kapcsolódik a globális gazdaságba akár importálóként, akár exportálóként. Ezeknek a cégeknek csaknem kétharmada külföldi érdekeltségű, ami azt jelenti, hogy részben vagy teljesen külföldi tulajdont képeznek. Ezek főként a Győr-Budapest-Gyöngyös közötti közlekedési tengely mentén levő ipari parkokban találhatók. Mindez pedig annak a következménye, hogy jónéhány transznacionális vállalat itt hozta létre magyarországi leányvállalatát, amelyek mint a globális gazdaság lokális megtestesítői működnek.

1. táblázat. Az input teherforgalom szezonalitása

Ipari park és vállalat neve	Az input teherforgalom		A havi input teherforgalom	
	havi maximuma	havi minimuma	maximuma	minimuma
	tonna		hónap	
Nyíregyházi IP – Electrolux Lehel Kft.	8100	5300	május	január
Nagyatádi IP – Bagó és Társa Kft.	6500	100	július	január
Nyíregyházi IP – LEGO Manufacturing Kft.	6000	3000	július	december
Tatabányai IP – AGC Glass Hungary Kft.	5000	2500	március	augusztus
Kalocsai IP – Első Duna-Kavics Kft.	2816	87	május	január
Kaposvári IP – Videoton Elektro-PLAST Kft.	1100	400	december	február
Sajóbábonyi IP – Eurofoam Hungary Kft.	1000	800	szeptember	február
Gödöllői IP – TEVA Magyarország Zrt.	950	730	december	július
Győri IP – PROPEX FABRICS Magyarország Termelő Kft.	916	249	március	április
Várpalotai IP – AHI Roofing Kft.	650	200	január	december

Forrás: 2011 évi felmérés alapján szerkesztve.

2. táblázat. Az output teherforgalom szezonalitása

Ipari park és vállalat neve	Az output teherforgalom		A havi output teherforgalom	
	havi maximuma	havi minimuma	maximuma	minimuma
	tonna		hónap	
Nyíregyházi IP – LEGO Manufacturing Kft.	15000	8500	augusztus	december
Nyíregyházi IP – Elektrolux Lehel Kft .	7900	4900	június	december
Nagyatádi IP – Bagó és Társa Kft.	6500	100	július	január
Tatabányai IP – AGC Glass Hungary Kft.	3900	3000	március	augusztus
Kalocsai IP – Első Duna-Kavics Kft.	2258	264	május	január
Kaposvári IP – Videoton Elektro-PLAST Kft.	1650	550	november	március
Sajóbábonyi IP – Eurofoam Hungary Kft.	1000	800	október	február
Gödöllői IP – TEVA Magyarország Zrt.	910	690	február	augusztus
Várpalotai IP – AHI Roofing Kft.	900	0	szeptember	január
Győri IP – PROPEX FABRICS Magyarország Termelő Kft.	752	323	január	április

Forrás: 2011 évi felmérés alapján szerkesztve.

A különböző országokban levő telephelyek közötti nyersanyag- és félkésztermék-forgalom szükségessé teszi a gyors kapcsolattartást, amihez elengedhetetlen a jó megközelíthetőség, illetve a jó közlekedési infrastruktúra. A vállalkozások export és import kapcsolatai összhangban voltak az ország fontosabb kereskedelmi partnereivel. A be- és kiszállítások fő területét az EU-tagállamok alkották. Ezeken kívül a vizsgált vállalkozások még az USA-val, Kanadával, Kínával, Izraellel, Oroszországgal és Ukrajnával álltak kapcsolatban.

Az előzőeken túlmenően nemcsak a ki- és beszállítások területi vonatkozásait elemeztük, hanem a szállított anyag mennyiségét és időbeli megoszlását is. Ezen vizsgálat alapjául a legnagyobb input és output forgalmú cégek szolgáltak. A két csoport cégei megegyeztek, különbség csak a sorrendjükben volt, ami abból eredt (attól függött), hogy a beszállított anyagokból milyen mennyiség került kiszállításra. Ezt pedig az adott vállalkozás tevékenysége határozza meg. Ahol általában nagy volt a beszállítás, ott a kiszállítás is hasonló méreteket öltött. Arra a kérdésre, hogy az éves input-output teherforgalom egy-egy vállalat esetében mennyire van egyensúlyban, az összes szállítási volumen adhatott volna megnyugtató választ, azonban ilyen jellegű adatgyűjtésre nem került or, mivel a vállalkozások ezt az információt egyáltalán nem adják ki, ugyanis abból már pontosabb következtetések vonhatók le a vállalkozás forgalmára (1. és 2. táblázat).

A be- és kiszállításuk volumenértékei arra utalnak, hogy jelentős teherforgalmat bonyolítanak le, ami jónéhány kamion és egyéb teherjármű megjelenését eredményezi a közúti forgalomban, mivel leginkább a közúti szállítást preferálják. Az, hogy ténylegesen hogyan alakul egy-egy cég esetében a szállított áru mennyisége több tényezőtől (pl. a cég tevékenységének jellege) függ. Például voltak olyan cégek, ahol a be- és kiszállítás volumene csaknem azonos volt, ide sorolható pl. az

Eurofoam Kft. A szezonális termelésnél nagyobb volt a különbség a be- és kiszállítás volumenében pl. az Első Duna-Kavics Kft-nél.

A forgalom volumene időben is változó. A vállalkozások tevékenysége, a termékeik iránti kereslet ideje nagymértékben determinálja, hogy mikor nagyobb és mikor kisebb a szállítás volumene. Jó példa az Electrolux Kft. termékei, miután a hűtők iránt nyáron nő meg a kereslet, ezáltal akkor éri el a maximumot a szállítás volumene. A gyógyszergyártó TEVA Magyarország Zrt. szállítási tevékenysége a téli hónapokban érte el a maximumát, mert akkor gyakoribbak a megbetegedések. Ennél fogva a gyógyszerek iránti kereslet és forgalom ekkor nő meg, amihez igazodik a cég logisztikai rendszere is.

A vállalkozások döntő többsége – függetlenül a tulajdonosok nemzeti hovatartozásától – saját logisztikai részleggel rendelkezik, amely meghatározó szerepet játszik a szállítmányozási feladatok ellátásában. Így nem csoda, hogy a logisztikai feladatok ellátásának színvonalával elégedettek voltak. Ugyanakkor több vállalkozás is jelezte, hogy külső, de az ipari parkon belül működő logisztikai cég bonyolítja le a szállításait. Azok, amelyek nem voltak elégedettek a logisztikai kiszolgálással, főleg olyan tényezőkre panaszkodtak, amik a vállalaton kívül jelentkeztek (pl. nehézkes parkolás, nem megfelelő minőségű út, hiányzó, közlekedést segítő táblák stb.).

4. ÖSSZEFOGLALÁS

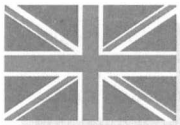
A felmérés során nyilvánvalóvá vált, hogy a vállalkozások több mint 80%-a elégedett az adott ipari park közlekedéshálózati helyzetével és az ottani közlekedési infrastruktúrával. Ez azonban nem jelenti azt, hogy ne lennének olyan gondok, amelyeket ki kell küszöbölni a zavartalan működés érdekében. Szintén általános tapasztalat volt, hogy az ipari parkok közlekedési kapcsolatainak, illetve közlekedési adottságainak előnyös vonásai makroszintűek, vagyis országos léptékűek, míg a hátrányok inkább mikroszintűek, azaz az adott ipari parkhoz és vállalkozásaihoz vagy tágabban az adott településhez kapcsolódnak. A felmerült problémák orvoslása nagyban hozzájárulna ahhoz, hogy a vállalkozások elégedettebbek legyenek az ipari park nyújtotta közlekedési adottságokkal. Ez pedig minden bizonnyal nagyon előnyösen hatna a cégek működésére, hatékonyságuk és versenyképességük növekedésére is. Sőt, az ipari termelés területi folyamatait és az ipar térszerkezetét sem hagyná érintetlenül.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] Barta Györgyi – Enyedi György: Iparosodás és a falu átalakulása. Budapest, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1981. 207 p.
[2] Kiss Éva: Területi szerkezetváltás a magyar iparban 1989 után. Budapest-Pécs, Dialóg Campus Kiadó, 2010. 224 p.
[3] Kiss Éva: A magyar ipar térszerkezeti változásai. *Földrajzi Értesítő* 2002/3–4. szám p.347–365.
[4] Kiss Éva – Tiner Tibor: A hazai ipari parkok közlekedési kapcsolatai. *Közlekedéstudományi Szemle* 2012/6. szám. p.50-61.
[5] Kovács András-Tiner Tibor: Közlekedés, szállítás és telekommunikáció az ipari parkok vállalkozásainál. In: Kiss É. szerk.: A hazai ipari parkok különböző dimenzióban. Budapest-Pécs, Dialóg Campus Kiadó, 2013. pp.90-109.

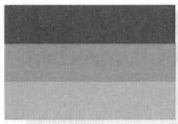
E számunk lektorai

Dr. Gulyás András
Dr. Katona András
Dr. Tóth László
Dr. Várlaki Péter



The transport connections of industrial estates in Hungary, as reflected by the results of a study

Industrial estates appeared in Hungary after the political change of 1989 as the new locations of industrial production. The transport properties of these estates vary. The study - based on empirical research - examines how the transport facilities of the industrial estates correlate with the transportation demands of the individual companies which moved to these estates at different times. The survey study was conducted involving companies based on industrial estates, chosen according to specific criteria. The results of the research proved that most companies are satisfied with the transport facilities provided by the industrial estates. On the other hand, it has also become obvious that most of the problems and issues that have emerged are mostly of local characteristics. Eliminating these problems would be beneficial for the functioning of the companies: they would become more efficient and more competitive, a result which would generate further changes in the spatial structure of the Hungarian industry.



Die Verkehrsverbindungen der Industrieparks tätigen Unternehmen – Ergebnisse einer Umfrage

Nach dem Systemwechsel erschienen in Ungarn als neue Orte der industriellen Produktion die Industrieparks, die über verschiedene Gegebenheiten hinsichtlich des Verkehrs verfügten. In der Studie es wird auf Grund von empirischen Forschungen geprüft, inwieweit die Transportbedingungen mit den Anforderungen der in verschiedenen Zeitpunkten angesiedelten Unternehmen im Einklang waren. Die Umfragen wurden mit Einbeziehung von Unterhemen in auf Grund von gegebenen Gesichtspunkten ausgewählten Industrieparks durchgeführt. Die Forschung hat einerseits bewiesen, dass die Mehrheit der Unternehmen zufrieden mit den in den Industrieparks angebotenen Verkehrsmöglichkeiten ist. Andererseits es wurde offensichtlich gezeigt, dass die aufgetretenen Probleme und Schwierigkeiten vom lokalen Charakter waren. Ihre Beseitigung würde eine positive Auswirkung auf die Funktion der Firmen und für die Erhöhung ihrer Wirksamkeit und Konkurrenzfähigkeit haben, wobei auch Veränderungen in der räumlichen Struktur der ungarischen Industrie befördert werden könnten.

Dél-Dunántúl megyeszékhelyeinek közúti elérhetősége[1]

Érdekes és több szempontból hasznos egy régió (belső) helyi kapcsolatainak vizsgálata. Helytelen, hogy a döntéshozók kevesebb figyelmet fordítanak a belső régiós kapcsolatokra, mivel a nemzetközi és az országos kapcsolatokat helyezik előtérbe. Különösen előnyösnek mondható a témaválasztás abból a szempontból, hogy a Dél-Dunántúl számos olyan terhes örökséggel rendelkezik, amelyek rányomják bélyegüket a régió közlekedésére, annak számos kedvezőtlen hatásával együtt.

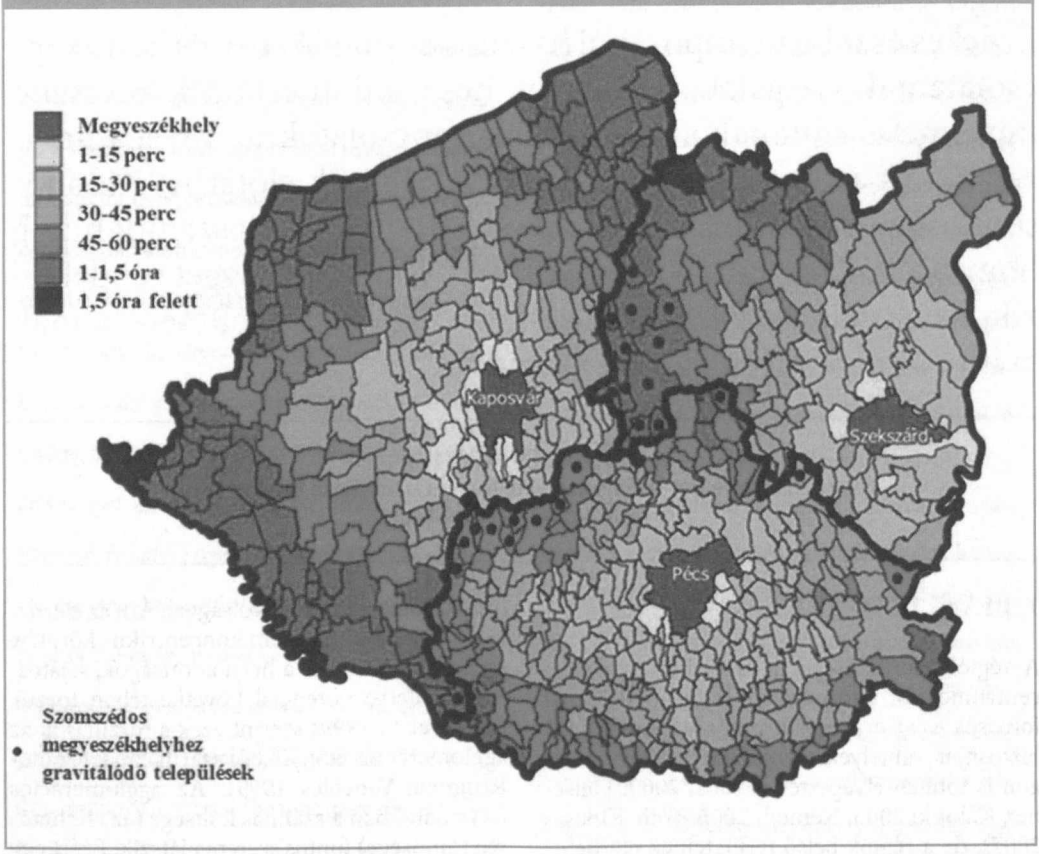
Kovács Áron
Pécsi Tudományegyetem Regionális Politika és Gazdaságtan Doktori Iskola
e-mail: aronkovac@gmail.com

1. BEVEZETŐ

A régiók elérhetőségét a távolabbi gazdasági centrumokból elsősorban a nagy nemzetközi folyosók és az országos jelentőségű korridorok biztosítják, amelyek vizsgálatát Magyarországon is többen elvégezték (Erdősi 2000, Fleischer, Kálnoki 2003, Németh 2005, Tóth-Kincses 2007), de a régiók belső területeinek elérhetőségére és fejlesztésére kevés figyelmet szenteltek. A tanulmány a Dél-Dunántúl helyi-kistérségi és regionális elérhetőségét vizsgálja. Fontos, hogy a régiónak ne csak az országos és a nemzetközi kapcsolatai legyenek előtérben bizonyos elérhetőségjavító intézkedések meghozatalánál, hanem a régió belső kapcsolathálózatát is értékeljük. Az elérhetőségvizsgálat célja, hogy a közlekedés mellett a térbeli, az időbeli és a személyre szabott összetevőire is rámutasson (Fleischer 2007). Az elérhetőség vizsgálatánál nem szakadhatunk el a Krugman-féle centrum periféria modelltől. A gazdasági tevékenységek intenzitása csak részben magyarázható a központoktól (a tanulmányban a megyeszékhelyek) számított, mért távolsággal. Ám az elérhetőség eloszlása már nem koncentrikus körökbe rendeződik, hanem a helyi adottságok, sajátosságok, illetve potenciál következtében torzul. (Fujita et al. 1999) szerint ezek a torzulások az agglomerációs előnyökből származnak (Fujita-Krugman-Venebles 1999). Az agglomerációs folyamatokban a szállítás költsége (az elérhetőség minősége) fontos szerepet játszik. Ezért egy régió elérhetősége (külső és belső elérhetősége) kihat annak fejlődésére, de nem csak a fizikai kapcsolat a jelentős, hanem az annál komplexebb társadalmi folyamatok is szerepet játszanak a fejlődésben. Régebben fontos volt, hogy a térség minél közelebb legyen a nyersanyaghoz és az előállított termék értékesítési piacához. (Linner 1997). Ma a globalizált világban, a jól megszervezett logisztikának köszönhetően ez már nem olyan fontos tényező, de az biztos, hogy a közlekedési infrastruktúra mennyiségi és minőségi mutatói és az egy főre jutó GDP között pozitív korreláció áll fenn (Biehl 1986, Keeble-Offord-Walker 1988). A fejlett nyugati országokban, ahol a sugaras közlekedési háló-

1 „A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott.

1. ábra: A megyeszékhelyek (Kaposvár, Pécs és Szekszárd) megközelíthetősége gépjárművel (percben)
Forrás: szerző saját szerkesztése, a google útvonaltervező segítségével a világhálóról 2013.04.02–10 közötti időszakban elérhető adatok alapján



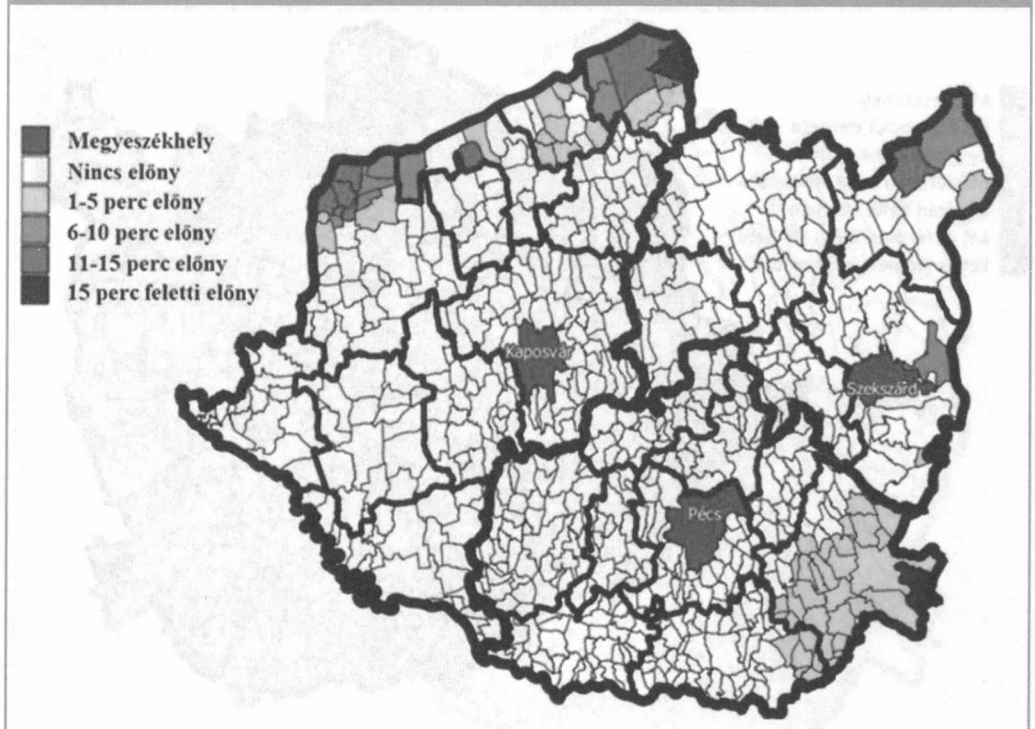
zat mellett kiépültek a transzverzális összekötő autópályák is, ott a további beruházások a régió számára már csak marginális hasznot hoznak, illetve csak akkor segítik a fejlődést, ha a forgalom szűk keresztmetszetének megszüntetését eredményezik (Blum 1982, Biehl 1986, 1991). A fejletlen régiókban a közlekedés korszerűsítésének sok esetben a kis- és közepes vállalkozók a haszonélvezői, akik nem kizárólag a közlekedési folyosókban (TEN-T – korridorok) érdekeltek, hanem a jól kiépített regionális közlekedési rendszerben is (Erdősi 2000).

A tanulmány célja, hogy Dél-Dunántúl megyeszékhelyeinek közúti elérhetőségét elemezze, rávilágítson az elérhetőség gyenge pontjaira a nehezen elérhető települések kimutatásával, feltárja a megyeszékhelyek különböző helyzetpotenciálját, továbbá feltérképezze a menetrendszerinti autóbuszjáratoknál azokat az összekötő településeket, amelyek átszállást biztosítanak a saját megyeszékhely elérésében a direkt kapcsolattal nem rendelkezőknek. A régió közúti közlekedését számos természeti akadály befolyásolja. A tanulmány ezeket az akadályokat és a feloldásukat célzó eszközöket kívánja bemutatni.

2. DÉL-DUNÁNTÚL MEGYESZÉKHELYEINEK MEGKÖZELÍTHETŐSÉGE GÉPJÁRMŰVEL

Az elérhetőség tartalmazza mindazon lehetőségeket, amelyeket az egyik térségben lévő egyén

2. ábra: Dél-Dunántúl autópályáinak igénybevételével keletkező időbeli előny a megyeszékhelyek elérhetőségében (percben)
Forrás: szerző saját szerkesztése, a google útvonaltervező segítségével a világhálóról 2013.04.02–10 közötti időszakban elérhető adatok alapján

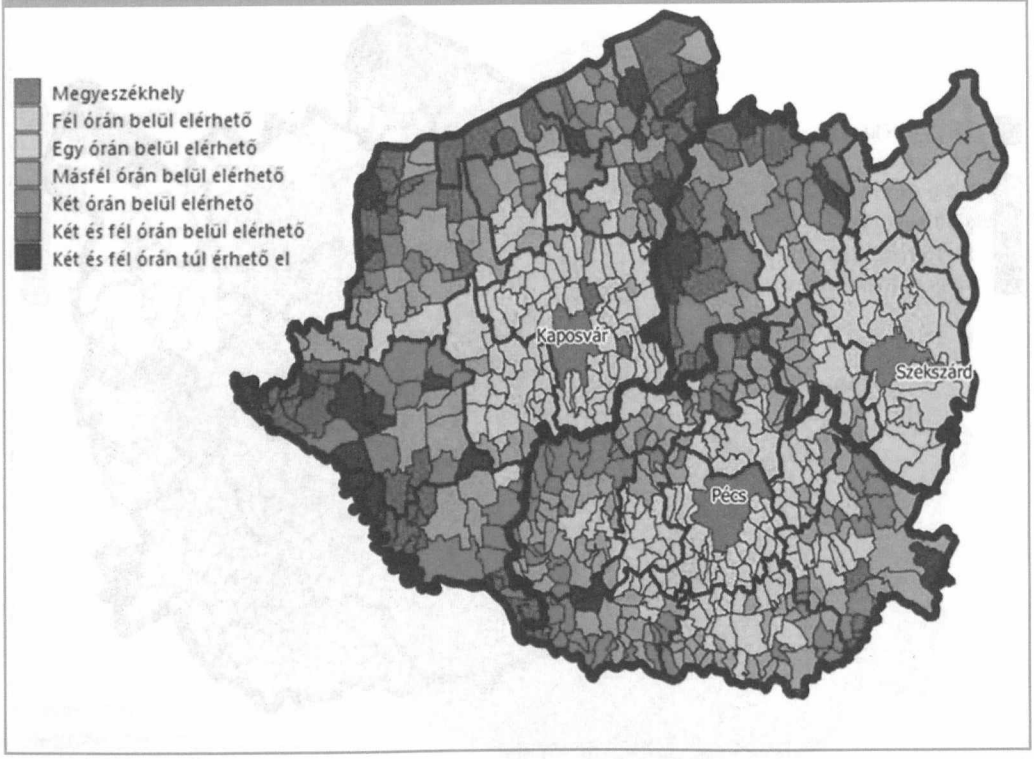


vagy működő vállalkozás egy másik térségbe történő eljutáshoz a maga számára igénybe vehet (Linneker, Spence 1992, Tóth–Kincses 2007). Miután a munkahelyek többsége a központokban (esetünkben megyeszékhelyeken) és az agglomerációikban összpontosul, ezért az autópályáknak nemcsak a főváros elérhetőségét kellene erősíteniük, hanem a megyeszékhelyekét is. Perifériának tekinthetők azok a területek, ahonnan az agglomeráció centruma három óra oda-vissza utazással nem érhető el (Erdősi 2000). Ezt az elérhetőségi időkorlátot csak a régiók közötti utazási időnek fogadjuk el, a régió megyeszékhelyeinek megyéjükből való elérhetősége esetében az egy órán belül (gépjárművel vagy közösségi közlekedés igénybevételével) történő utazás lehet mértékadó. Vizsgálódásom során láthatóvá vált, hogy mindhárom megyében találhatunk olyan településeket, ahonnan *a megyeszékhely egy órán belül nem elérhető*. Legszembetűnőbb ez Somogy megyében (településeinek 37,5%–ából) és Tolna megye északi településeinél (településeinek 25,5%–ából), míg a legkedvezőbb Baranya megyében (településeinek csak 4,3%–ából nem elérhető) (1. ábra)[2]

A dél-dunántúli települések egy része nem a saját megyeszékhelyükhöz gravitál. A megyehatárokon lévő települések (az 1. ábrán fekete ponttal jelölve) a főbb szolgáltatásokat más megyében, a közelebb lévő központokban veszik igénybe és nem a saját megyeszékhelyükön. Ezért ezek a települések csak közigazgatásilag tartoznak az adott megyéhez, de funkciójukban elszakadnak tőlük. Ebből adódóan érdemes lenne a belső határokat felülvizsgálni.

2 A közúti elérhetőségi vizsgálathoz a googlemaps (https://maps.google.com/) útvonaltervezőt vettük igénybe. Az útvonaltervező figyelembe veszi a településeken a megengedett legnagyobb sebességet, illetve a leggyorsabb útvonalat, így pontos és naprakész adatokkal számoltunk.

3. ábra: A megyeszékhelyek (Kaposvár, Pécs és Szekszárd) megközelíthetősége menetrendszerű autóbusszal (órában)
Forrás: szerző saját szerkesztése, a 2012. évi Volán online-menetrend adatai alapján



A régiók elérhetőségében az autópályák fontos szerepet töltenek be. Dél-Dunántúlon a megyeszékhely elérhetőségénél az autópálya (M6–os és M7–es) igénybevételével jelentkező időbeli előny csak néhány településnél mutatkozik (10 percen felüli előnnyel rendelkező települések növekvő sorrendben: Homorúd, Balatonszabadi, Siófok, Vörs, Balatonberény, Balatonszentgyörgy, Hollád, Németkér, Ordacsehi, Tikos és Szegerdő).

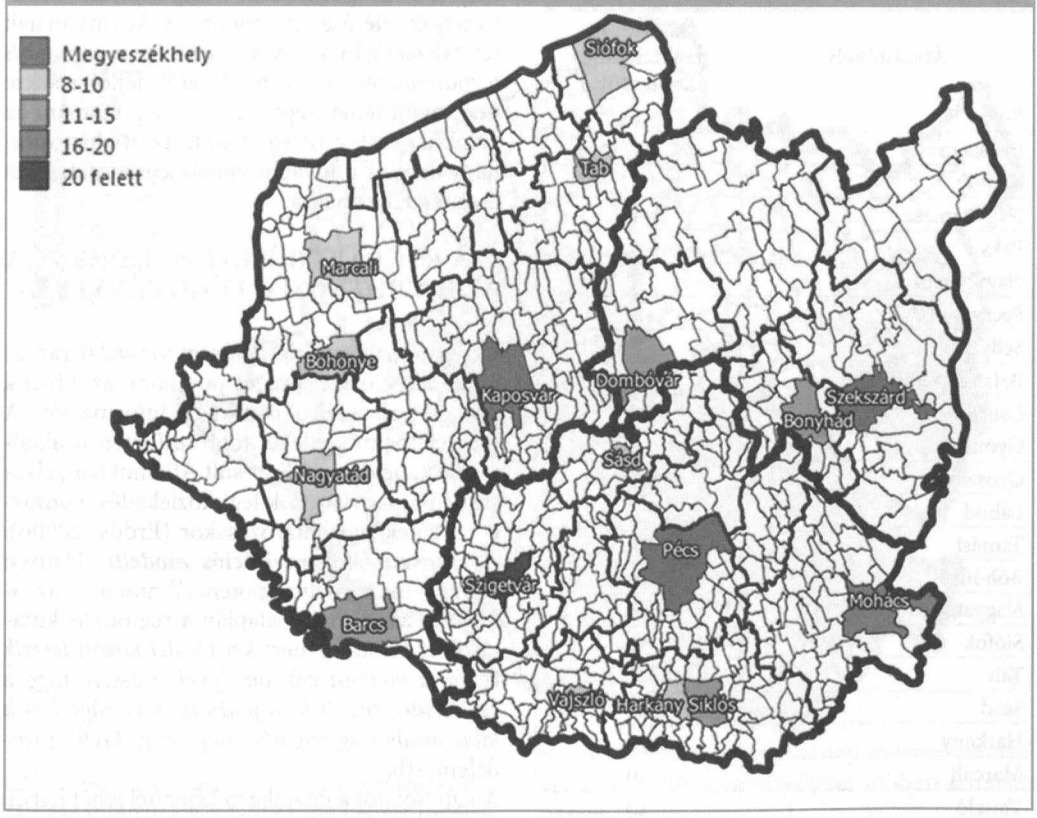
Bár a dél–dunántúli régió 2007–2013 közötti „Operatív program"-jában jelentős prioritásként kezelik a régió belső vonzáscentrumai (mikro- és kistérségi központok, nagyvárosok) elérhetőségének javítását, mégis az látszik (2. és 5. ábra), hogy a Dél–Dunántúl autópályái nem a megyeközpontok elérését, hanem az ország sugaras közlekedési struktúrájából adódóan elsősorban a Budapestre, továbbá a nyugat–európai központokba való eljutást szolgálják.

3. DÉL-DUNÁNTÚL MEGYESZÉKHELYEINEK MEGKÖZELÍTHETŐSÉGE MENETRENDSZERINTI AUTÓBUSZJÁRATOKKAL

A régió településeinek közel a feléből[3] (309 település) nem indul közvetlen autóbuszjárat a megyeszékhelyeikre, hanem azokat csak egy vagy két átszállással lehet elérni. Dél-Dunántúlon 107 olyan település van, amelyek lakója a saját megyeszékhelyét két óra autóbuszos utazással tudja megközelíteni, és néhány te-

3 A megyeszékhelyek menetrendszerinti autóbuszjárattal való elérhetőségét a Volán online menetrendtervező (http://ujmenetrend.cdata.hu/uj_menetrend/volan/talalatok.php) által nyújtott adatokból nyertük, a lekérdezés 2012 tavaszán történt. A lekérdezés során törekedtünk a reális elérhetőségi adatok összegyűjtésére, ezért a hajnalban, illetve késő éjjel induló járatok menetidejét nem vettük figyelembe, hanem csak azokét (6-22óra között), amelyek tükrözték a megyeszékhely elérhetőségét.

4. ábra: A Dél-Dunántúl megyeszékhelyeinek menetrendszerinti autóbuszjáratokkal való elérhetőségében szerepet játszó átszállóhelyek, amelyek 7-nél több zsáktelepülést szolgálnak ki
Forrás: saját szerkesztés a Volán online menetrendje alapján, lekérdezés 2012 tavasza



lepülésről (Porrog, Porrogszentpál, Somogybükkösd, Somogyaracs, Csurgónagymarton) az utazónak két átszállás kell a megyeszékhelyig való eljutáshoz. Ezeket az elképesztően rossz elérhetőségi viszonyokat és egyben a régió legnagyobb problémáját is a zsáktelepülések nagy száma (Baranyában 87, Somogyban 61 és Tolnában 22) okozza. A zsáktelepülésen élők nagy hátrányba kerülnek, mert a munkahelyeket csak 20-30 km kerülővel tudják elérni, ami az ott élőket már elfogadhatatlan költségekkel és időráfordítással terheli (Buday-Sántha 2013).

A Dél-Dunántúlon az elmúlt 20 évben a közösségi közlekedés terén jelentős visszaesés tapasztalható. A helyi és távolsági autóbusz-közlekedésben együttesen 1990-hez képest a szállított utasok száma 2010-ig több mint 45%-kal csökkent; a helyi járatok terén még drasztikusabban alakult a helyzet, mert a visszaesés 55%-nál is nagyobb volt (Buday-Sántha 2013). Az adatok egyben jól tükrözik az elmaradó közlekedésfejlesztések hatását. A csökkenéshez hozzájárult a menetjegyárak, tarifák folyamatos növekedése, a személygépjárművek számának emelkedése, illetve a munkahelyek számának és különösképp a fiatal lakosság lélekszámának csökkenése.

A 4. ábrán azok a regionális központok láthatók, amelyek a megyeszékhelyek elérhetőségében kulcsszerepet töltenek be. Baranyában Szigetvárnak és Mohácsnak, Somogyban Marcalinak és Barcsnak, Tolnában pedig Dombóvárnak és Bonyhádnak van jelentős szerepe a megyeszékhelyek elérhetőségében, mert a zsáktelepülésekből induló járatok ezen központokon keresztül érik el megyeszékhelyüket.

1. táblázat: A Dél-Dunántúl megyeszékhelyeinek menetrendszerinti autóbuszjáratokkal való elérhetőségében szerepet játszó átszállóhelyek, amelyek 3-nál több zsáktelepülést szolgálnak ki

Átszállóhely	Összekötött zsáktelepülés száma (db.)
Bóly	4
Iregszemcse	4
Kapoly	4
Nagykanizsa	4
Paks	4
Nagypeterd	5
Pécsvárad	5
Sellye	5
Balatonszentgyörgy	6
Csurgó	6
Gyönk	6
Oroszló	6
Lábod	7
Tamási	7
Böhönye	8
Nagyatád	8
Siófok	8
Tab	8
Sásd	9
Harkány	10
Marcali	10
Vajszló	10
Dombóvár	11
Barcs	13
Bonyhád	13
Siklós	14
Mohács	17
Szigetvár	32

Ezek a központok kulcsfontosságú szerepet tölthetnek be a munkahelyteremtésben, a közszolgáltatások racionális ellátásában (Gulyás 2013). A kiszolgáló központok összekötik a régión belüli centrum és periféria területeket, így javítva a régió versenyképességét. E központok elérhetőségének javításával a peremterületeken gazdasági és társadalmi lemaradása is csökkenthető.

A közösségi közlekedésben minél szélesebb együttműködésre van szükség ahhoz, hogy a gyengén teljesítő területek (többszörösen hátrányos térségek) számára is megteremtődjön a központokban összpontosuló munkahelyek elérése. A regionális közútvonalak revitalizációjának egyik lehetősége a *regionális tarifarendszer* bevezetése[4], ami fejlesztésekre nem nyújt lehetőséget, de a térség számára az autóbuszjárat-sűrűség fenntartását biztosítaná, valamint a további vonalmegszüntetéseket megakadályozhatná.

4. A RÉGIÓ TERÜLETI POTENCIÁLJA AZ ELÉRHETŐSÉG FÜGGVÉNYÉBEN

Az egyszerűsített elérhetőségi vizsgálat rámutatott a régió szélsőséges pontjaira, azonban a területi potenciálról nem nyújt információt. A gravitációs modelleket több területen is alkalmazzák, például az Egyesült Államokban, elsősorban a nagyvárosok légi közlekedési vonzáskörzetének meghatározásakor (Erdősi 2000b). A ***Hansen-féle gravitációs modellt*** (Hansen 1959) – mint „helyzetpotenciál mutatót" az ismert newtoni fizika alapján a regionális kutatások is átvették, mert *két terület között létezik egyfajta vonzási erő, amelynek erőssége függ a két terület között lévő földrajzi távolságtól és a kibocsájtás nagyságától* (népesség, GDP, jövedelem, stb.).

A kapcsolatot a következő képlettel lehet leírni:

$$P_i = \sum \frac{B_j}{d_{ij}^2}$$

ahol:

$\mathbf{P_i}$ az adott település helyzetpotenciálja;

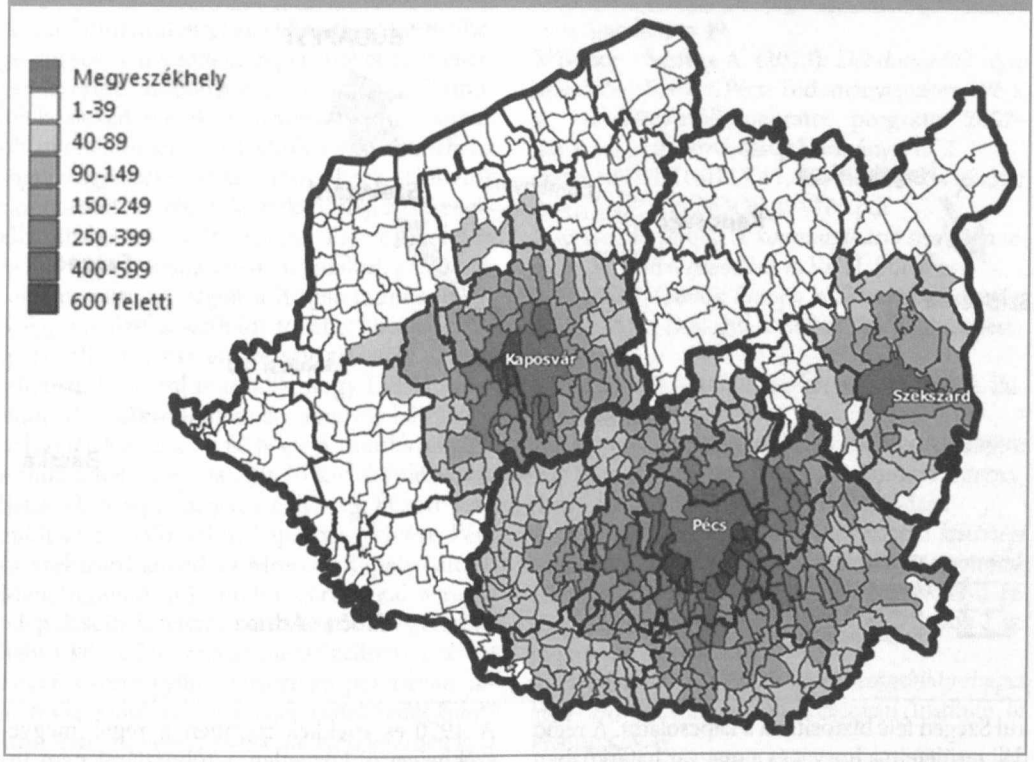
$\mathbf{B_j}$ az elérhető célok tömegei, munkavállalók száma, stb.;

$\mathbf{d_{ij}}$ az i és j települések közötti távolság percben.

A gravitációs modell két település között lévő távolság és elérhető tömeg (esetünkben népesség) közötti fordított arányt fejezi ki. Minél nagyobb népességgel rendelkezik a megyeszékhely és minél közelebb található a település, annál nagyobb lesz a település függősége a megyeszékhelyétől. A **Bj** változónak a megyeszékhelyek

4 A regionális tarifáknak az a fő üzenete, hogy a szolgáltatásokban lévő színvonalbeli. különbségek a szállítási tarifákban is megmutatkozzanak.

5. ábra: A Dél-Dunántúl megyeszékhelyeinek helyzetpotenciálja a Hansen-féle gravitációs modell alapján (a potenciál értéke 1-1000 között mozog)
Forrás: szerző saját szerkesztése a KSH 2011-es Megyei Évkönyv adatai és googlemaps útvonaltervező elérhetőségi adatai alapján



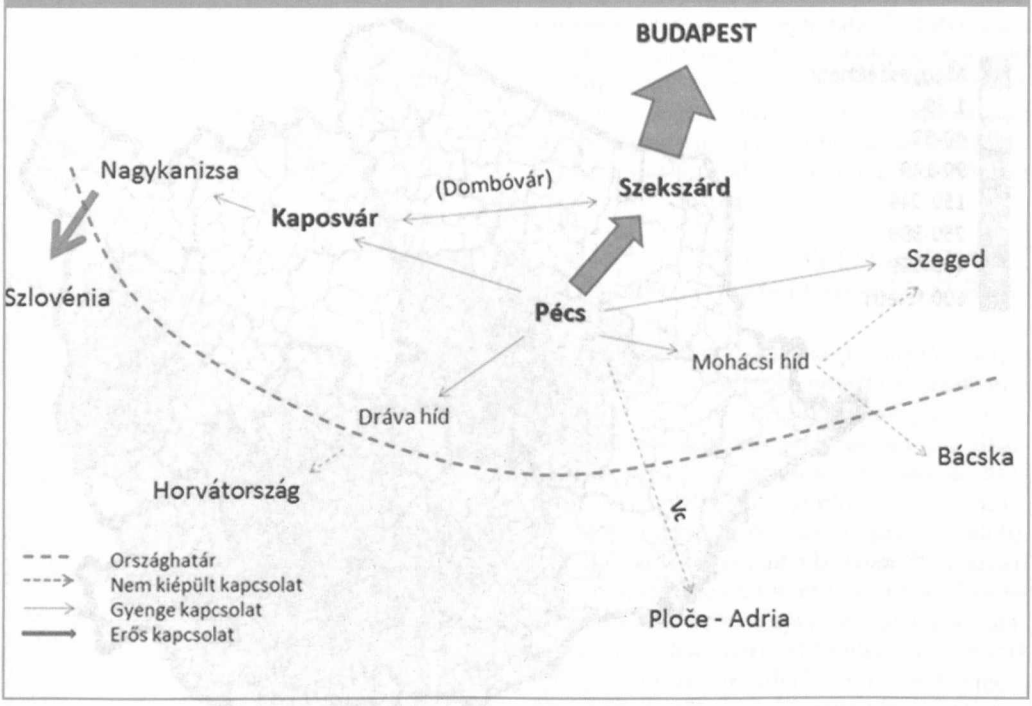
(2011-es) népesség adatai alkalmazásával a vonzás intenzitása a 1. ábrához képest megváltozik. Pécs, mint megyeközpont, szinte az egész Baranya megye területét vonzza és kiterjed az M6-os és M60-as nyomvonala felé, míg Kaposvár helyzetpotenciálja csak agglomerációjára gyakorol hatást, ahogyan Szekszárd esetében is (5. ábra).

A megyeszékhelyek potenciálkülönbségét gazdasági intézkedésekkel vagy közlekedésfejlesztéssel kellene kezelni. Pécs önmagában is egyre jobban veszít vonzóerejéből (külföldi tőke betelepülés, szolgáltatások, ipari teljesítmény terén), de nem a többi megyeszékhely javára, hanem Budapest és Nyugat-Dunántúl előnyére. Ezért fontos hogy a közlekedéstervezésnél, fejlesztésnél a térségi potenciált figyelembe vegyük. Kaposvár és Szekszárd helyzetpotenciálja akkor erősödne, ha a köztük lévő közúti elérhetőség javulna az M9 megépítésével és a régió belső területei jobban feltárulnának.

5. DÉL-DUNÁNTÚL MEGYESZÉKHELYEINEK KÖZÚTI ELÉRHETŐSÉGE A TÁVOLABBI GAZDASÁGI KÖZPONTOKBÓL

A dél-dunántúli régió közlekedése többszörösen hátrányos helyzetben van. *A régiót természeti adottságként jelentős vízfelületek veszik körül, ezzel a közlekedés szemszögéből falat képeznek és a régiónak jelentős zártságot okoznak.* A régió keleti oldalán a *Duna folyó* jelent átjárhatósági gondot. Igaz, hogy a szekszárdi híd kapcsolatot létesít az Alföld felé, de attól délre a dél-dunántúli régió nem rendelkezik közúti átjárhatósággal. Csak a *mohácsi híd* javítana a helyzeten (jelen tervezési ciklusban építése nem jelenik meg), mert a híd egy részt megnyitná az utat Vajdaság felé, másrészt jelentősebb kerülő nél-

6. ábra: Dél-Dunántúl közúti kapcsolatai megyeszékhelyei (Pécs, Kaposvár, Szekszárd) között
Forrás: saját szerkesztés



kül Szeged felé biztosítaná a kapcsolatot. A régió déli területein a horvát és a magyar határközben a *Dráva folyó* képez természeti akadályt, amely nehezíti a két ország közötti gazdasági és társadalmi integráció folyamatát. Ezért is alakultak ki a két ország leghátrányosabb területei e határszakasz két oldalán. *Az M6-os folytatásával Pécs régiószékhely pozíciója jelentősen növekedne a horvát autópálya-hálózat felé az összekötő rész megépülésével. A végleges V/C TEN folyosó teljes kiépülése logisztikai és gazdasági fellendülést hozhat.* Az Ormánságnak a *Dráva híd* (Révfaluban vagy Drávasztára térségében) és a Pécs-Vajszló közötti út felújítása adhat jobb elérhetőséget, illetve kapcsolatot a horvát régiókkal. További természeti akadályt a régió északnyugati részén *a Balaton* képez a nyugat-dunántúli régiók elérésében, de az M7-es autópálya ezen a zártságon valamelyest enyhít.

A 1970-es évekkel szemben a régió megyeszékhelyeiről közvetlen autóbuszjárat nem indul Szerbiába, Horvátországba és Szlovéniába. Közforgalmú távolsági autóbusz-közlekedés ***Horvátországgal*** napi szinten csak Barcs és Verőce (Virovitica) között létezik. Szlovénián keresztül ***Olaszországba*** heti háromszor indul autóbusz Budapestről Siófok–Nagykanizsa érintésével. Pécsről heti kétszer indítanak járatot ***Romániába*** Pécs–Szekszárd–Szeged–Bors–Székelyudvar–Zetelaka irányába[5].

Az előbbiekből kiderül, hogy a régiónak van ugyan kapcsolata a környező országokkal és azok régióival, de nem kellő minőségben, ezért *a „hídszerepet" az észak-olasz, a német tartományok és a Balkán irányában nem tölti be.* A régió a fő nemzetközi útvonalakhoz csak az M7-es autópályán keresztül kapcsolódik, míg az M6-

5 A régió közúti kapcsolatot menetrendszerű autóbuszjáratok segítségével csak olaszországi, szlovéniai, horvátországi és romániai régiók központjaival tart fenn. Az M6-os és M7-es autópályák térszerkezete a szomszédos régiókkal egy erősebb közúti kapcsolati hálózatot feltételezne, de a valóságban ez a kapcsolat gyenge, mert a Dél-Dunántúl számára még mindig a természeti akadályok (Balaton, Duna, Dráva) leküzdése jelenti a legnagyobb kihívást.

os autópálya még befejezetlen és így nem szolgálja a balkáni országok elérhetőségét.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A Dél-Dunántúl *megyeszékhelyeinek elérhetősége nagyon kedvezőtlen*, gépjárművel és menetrendszerinti autóbuszjárattal egyaránt. Mindkét közlekedési eszközt figyelembe véve vannak olyan települések, amelyekről *2 óra alatt lehet a saját megyeszékhelyüket elérni*. Ezek az adatok rámutatnak a régió közlekedésfejlesztésének, ellátottságának szélsőségeire, illetve a régión belüli rossz irányba tartó társadalmi, gazdasági folyamatokra. A régiót a magas munkanélküliség, emellett a külföldi tőkeberuházás és az ipari teljesítményi ellátottság alacsony szintje jellemzi. Ez abból is adódik, hogy Dél-Dunántúlon 171 zsáktelepülés van, amelyek hátrányos helyzetét fokozza az is, hogy a munkavállalók a munkahelyüket csak 20-30 km kerülővel érhetik el. Még a megyeszékhelyek között sem épült ki gyorsforgalmi kapcsolat (kivéve Pécs és Szekszárd között az M6-os autópálya által). Menetrendszerinti autóbuszjáratokkal a régió településeinek feléről nem lehet a megyeszékhelyet közvetlen járattal megközelíteni. Ezért *a forgalom-összegyűjtő térségi központoknak jelentős szerepük van nem csak a közlekedés kialakításában, hanem a munkahelyteremtésben és a lakosság számára a közszolgáltatások elérésében és megszervezésében is.*
Elvárható lenne, hogy az autópályák segítsék a megyeszékhelyek elérését, de a *Dél-Dunántúlon az M6-os és M7-es autópályák a régió peremén haladnak, így csak néhány település számára nyújtanak időbeli előnyt a megyeszékhely elérésében.* Mindezek miatt az autópályák inkább Budapest és a távolabbi nyugat-európai központok elérését szolgálják.

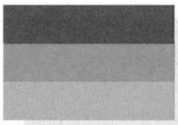
A régión belüli kedvezőtlen elérhetőség mellett több. természeti akadály is befolyásolja szomszédos térségekből a Dél-Dunántúl megyeszékhelyeinek elérhetőségét. *Akadályt keletről a Duna, délről a Dráva és észak-nyugatról a Balaton képez.* A határt képező nagy vizek leküzdéséhez és átjárhatóbbá tételéhez a *mohácsi és a révfalui híd* járulna hozzá, amelyek egyben elősegítenék a térség jó irányú gazdasági és társadalmi változását.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. **Blum U. (1982):** *Effects of transportation investments on regional growth: a theoretical and empirical investigation,* Papers of the Regional Science Association 49.
2. **Buday - Sántha A. (2013):** *Dél-dunántúli régió fejlesztése I-II. kötet.* Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
3. **Dél-dunántúli operatív program 2007–2013,** Magyar Köztársaság Kormánya, CCI szám: 2007HU161PO011, letölthető:www.nfu.hu/download/1763/DDOP_070705.pdf
4. **Erdősi F. (2000):** *A kommunikáció szerepe a terület- és településfejlődésben,* VÁTI, Budapest
5. **Erdősi F. (2000):** *Európa közlekedése és a regionális fejlődés.* Dialógus Campus Kiadó, Budapest–Pécs.
6. **Fleischer T. (2007):** *Transzeurópai folyosók.* Európa Intézet, Budapest.
7. **Fujita M. – Krugman P. – Venables A. (1999):** *The Spatial Economy; Cities, Regions and International Trade,* MIT Press, Cambridge, Mass.
8. **Gulyás A. (2013):** *Települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatok javítását célzó programok többkritériumos értékelése az útállapotok és a bizonytalanság figyelembevételével* Útügyi lapok 2. sz. http://utugyilapok.hu/
9. **Hansen W. G. (1959):** *How accessibility shapes land use.* Journal of the American Institute of Planners, May
10. **Keeble D. – Offord J. – Walker S. (1988):** *Peripheral Regions in a Community of Twelve Member States,* Commission of the European Community, Luxembourg
11. **Kálnoki Kis S. (2003):** *A gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésének gazdaságélénkítő hatása.* Kálnoki Műszaki és Gazdasági Tanácsadó Kft., Budapest.
12. **Linneker B.J. – Spence N. A. (1992):** *An accessibility analysis of the impact of the M25 London Orbital Motorway in Britain.* Regional Studies. 26. évf. 1. sz. pp. 31–47.
13. **Németh N. (2005):** *Az autópálya–hálózat térszerkezet alakító hatásai – Magyarország esete. A hely és a fej.* Munkapiac és regionalitás Magyarországon. Szerk.: Fazekas K. MTA Közgazdaságtudományi Intézet. Budapest. pp. 139–179.
14. **Tóth G. – Kincses Á. (2007):** *Közúti elérhetőségi vizsgálatok Európában.* Statisztikai Szemle, 85. évf. 5. sz. pp. 432–463.

Road accessibility of the county capitals in the South-Transdanubia region

The accessibility of the county capitals in the South-Transdanubia Hungarian region is particularly unfavourable, both by road and public bus transport. Considering both means of transport, there are towns and villages in the region from where it takes longer than 1.5 hours to reach the capital of the county. These data point out the extremes in the improvements of the transport infrastructure of the region and its unfavourable economical and sociological dynamics. The region is characterised by a high unemployment rate and a low level of both foreign investment and industrial production. One of the reasons for these phenomena is the fact that there are 171 villages with no through-road in South-West Hungary. The situation of their inhabitants is disadvantaged because often the only way to access their place of work is with a 20 or 30 km detour. Even county capitals are not connected with each other by express highways (with an exception of the M6 motorway connecting Pécs with Szekszárd). From half of the villages in the region it is not possible to access the county capital by direct bus service. As a result of this, the centrums of the region have a significant role not only in the formation of transport but also in the creation of workplaces and in the organisation of the accessibility of public services for the population.



Die Erreichbarkeit der Komitatsresidenze Süd-Transdanubiens

Die Erreichbarkeit der Komitatsresidenze Süd-Transdanubiens ist sowohl mit Kraftfahrzeugen als auch mit Linienbussen sehr ungünstig. Es gibt Siedlungen, von denen aus die eigene Komitatsresidenz mit beiden Verkehrsmitteln nur in einer Reisezeit von über 1,5 Stunden zu erreichen ist. Diese Angaben zeigen auf die Extremitäten in der Verkehrsentwicklung und –ausstattung, oder auch auf unrichtige Richtungen der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen der Region. Die Region wird durch die hohe Arbeitslosigkeit und die niedrige ausländische Kapitalinvestition und Industrieproduktion gekennzeichnet. Dies ergibt sich auch dadurch, dass es in Süd-Transdanubien 171 Ortschaften gibt, die keinen Durchgangsverkehr haben, und die Schwierigkeiten ihrer Einwohner werden auch dadurch erhöht, dass sie ihre Arbeitsstelle nur mit einem Umweg von 20-30 Km erreichen können. Sogar zwischen den Komitatsresidenzen gibt es keine Schnellstrassen-Verbindungen (ausgenommen die Autobahn M6 zwischen Pécs und Szekszárd). Von über die Hälfte der Ortschaften der Region kann ihre Komitatsresidenz nicht mit einem direkten Linienbus erreicht werden. Deshalb haben die den Verkehr ansammelnden Regionalzentren eine bedeutende Rolle nicht nur in der Verkehrsgestaltung, sondern auch in der Arbeitsbeschaffung und in der Schaffung der erreichbaren öffentlichen Dienstleistungen für die Bevölkerung.

XVI. Pályafenntartási konferencia

Örömmel tájékoztatjuk, hogy a Közlekedéstudományi Egyesület Hajdú Bihar Megyei Területi Szervezete idén is megrendezi nagyszabású konferenciáját, amelynek

Helyszíne: Debrecen, Kölcsey Központ /4026 Debrecen, Hunyadi utca 1-3.

Időpontja: 2014. szeptember 3-5. (szerda, csütörtök, péntek)

A konferenciával kapcsolatos bővebb felvilágosításért kérjük,

forduljon a KTE titkárságán Ősi Andreához,

a +36-1-353-2005, +36-1-353-0562 telefonszámokon vagy az osi.andrea@ktenet.hu e-mail címen,

illetve kövesse friss híreinket honlapunkon (www.ktenet.hu).

Köszönjük érdeklődését!

M4 – biztonságos közösségi közlekedés Budapesten

2014. március 28-tól világszínvonalú, automata vonatvezérlésű metrón utazhatunk

A több éves előkészítési és beruházási idejű M4 metróvonalat sikeresen átadták az utasforgalomnak. A magas technikai színvonalon elkészült Siemens-rendszerek reményeink szerint a teljes beruházással együtt sikeresen szerepelnek a főváros közösségi közlekedésének lebonyolításában.

Dr.-Ing. Nagy Antal
Senior System Architect, Siemens AG, München
e-mail: antal.nagy@t-email.hu

1. ÁTTEKINTÉS

A Siemens M4 Budapest Konzorcium 2006-ban szerződést kötött az M4 metróvonal energiaellátó-, kommunikációs-, valamint vasúti biztosító rendszereinek a közbeszerzési eljárás során közzé tett műszaki specifikáció szerinti szállítására. A szállítandó rendszerek széles spektruma miatt a Siemens konszern a francia és a magyar Siemens nemzeti vállalatok, valamint a Siemens AG németországi anyavállalat bevonásával egy konzorciumot hozott létre. A Siemens M4 Budapest Konzorcium szállítási tartalmának megvalósítása a teljes M4 projekt végső fázisában, a járműtelep, az állomások, valamint az alagút megfelelő készültségi fokának elérését követően vált lehetővé. Az említett szakterületek rendszereinek telepítése ezért 2010 novemberében kezdődött meg az ezt megelőző tervezési időszak jóváhagyott tervei alapján. Miután az épületgépészeti berendezések (szellőzőrendszerek, mozgólépcsők, tűzvédelmi rendszerek, kapumozgató rendszerek és hasonlók) lehető legkorábbi üzembe helyezése volt a cél, a Siemens a projekt első fázisában a 10/0,4 kV-os energiaellátó rendszerek rendszerintegrációjára és azok üzembe helyezésére koncentrált. Ezt követően a kommunikációs rendszerek, majd a vasúti biztosítóberendezések hagyományos, a járművezetővel való forgalmat lehetővé tevő rendszerének komponenseit helyezték üzembe. Így 2013. július 15-én megindulhatott a vonatforgalom a teljes vonalon járművezetővel. Végül a vasúti biztosítóberendezés különleges, a vezető nélküli forgalmat támogató részének üzembe helyezését követően a megbízó és a hatóság intenzív közreműködésével az előírt utas nélküli próbafutásokra került sor. Az első két szerelvény utasokkal 2014. március 28-án délelőtt tehette meg a kelenföldi és keleti pályaudvari állomások közötti összesen tíz állomást érintő utat. 12:00 órakor elindult az egy éven át tartó utasforgalmi próbaüzem.

2. A MUNKATERÜLET ÉS A MŰSZAKI MEGVALÓSÍTÁS PEREMFELTÉTELEI

Az M4 metróvonal Siemens szállítási terjedelmét érintő munkaterülete az alábbi helyszíneket foglalja magába:

- a kelenföldi járműtelep,
- tíz állomás,
- az alagút (beleértve Kelenföld vasútállomás és a járműtelep közötti szakaszt, a Szent Gellért téri fordító művet, valamint az alagút két végén elhelyezkedő kihúzókat),
- az energia-diszpécserközpont.

A munkaterület szervezett, jobb kiszolgálása érdekében a Siemens a járműtelep közvetlen közelében elhelyezkedő Közlekedéstudományi Intézetben (KTI) jelentős kiterjedésű építési irodát bérelt (korlátozott méretben bérli továbbra is az utasforgalmi próbaüzem tartama alatt). A KTI kiváló infrastruktúrája nagyban hozzájárult a projekt sikeréhez.

A kelenföldi járműtelep legfontosabb objektumai a járműtároló épület a hozzá vezető vágányrendszerrel, a járműjavító épület, az áramátalakító, valamint a központi irodaépület. A járműtelep szerelvényszobáiban számos rendszer vezérlőközpontja üzemel. A központi irodaépület ad továbbá otthont a műszaki és forgalmi diszpécserközpontoknak. A Siemens mindhárom szakterületének (energiaellátás – REL, kommunikáció – COM, vasúti biztosítóberendezés – TCS) jelentős, műszakilag komplex feladatai voltak e helyszínen.

A REL és COM szakterületeknek a tíz állomás mindegyikén ugyanaz volt a feladata. A TCS szakágazatnak azonban a Szent Gellért téri és a Keleti pályaudvar állomáson kiemelt feladatai voltak, miután ezeken az állomásokon – hasonlóan a járműtelephez – a vasúti biztosítóberendezés körzeteket lefedő rendszer komponensei kerültek beüzemelésre. A TCS szakterület feladatai közé tartozott még az állomási utasvédelmi rendszer.

A mintegy 7,4 km hosszú alagútban a REL szakterület feladata elsősorban a középfeszültségű, valamint vontatási energiát továbbító rendszerek kábeleinek fektetése volt. A COM szakterület az adatátviteli rendszerek kábelrendszereit fektette le, valamint a mozgásban levő vonat rádiófrekvenciás kommunikációs rendszereit telepítette az alagútban. Szintén az alagúti rendszerekhez tartoznak a TCS szakterület jelző-, foglaltság- és vonatpozíció-érzékelő, valamint rádiófrekvenciás berendezései.

A kelenföldi állomáson és a keleti pályaudvari kihúzóban az alagúti szakaszokban telepített rendszerekhez képest tűzjelző- és kamerarendszerek kiépítésére került sor.

A BKV energia-diszpécserközpontja távfelügyeli és távvezérli az M2 és M3 metróvonalak energiaellátó rendszereit. A Siemens feladata az M4 vonal 11 áramátalakítóból álló energiaellátó rendszer távfelügyeleti és távvezérlő funkcióinak integrálása volt az energia-diszpécserközpontba.

Az ismertetett munkaterületen végzendő műszaki tevékenység ütemezését az alábbi legfontosabb peremfeltételek alapján kellett kialakítani:

- Az egyes helyszíneknek azt az építészeti és épületgépészeti készültségi fokot kellett elérni (nem a Siemens szállítási terjedelmébe tartozott), amelyet a környezetre érzékeny infokommunikációs berendezések elviselnek (páratartalom, hőmérséklet, por, rezgés).
- 2012. november 15-ig ki kellett építeni egy minimális vasúti infrastruktúrát a Kelenföldi vasútállomás – Móricz Zsigmond körtér állomás jobb alagút szakaszon abból a célból, hogy a prototípus vonat járművezetővel a hatóság által előírt tartampróba futást teljesíthesse. A kiépítendő vasúti infrastruktúra mindhárom szakterületet érintette, hiszen energiaellátásra, forgalmi kommunikációs rendszerekre, továbbá a hagyományos vasúti biztosítóberendezésre már ekkor szükség volt.
- Az energiaellátást, a forgalmi kommunikációs rendszereket, valamint a hagyományos vasúti biztosítóberendezést a teljes vonalon 2013. július 15-ig üzembe kellett helyezni annak érdekében, hogy 2013 októberében a a Siemens saját hatáskörében elindíthassa a járművezető nélküli próbaüzemet. Fontos volt továbbá a járművezetővel való közlekedés biztosítása a teljes vonalon azért is, mert a BKV-nak 14 további vonatot a lehető legrövidebb időn belül, a hatósági előírásoknak megfelelően le kellett vizsgáztatnia.
- Az utasforgalmi próbaüzem kezdőidőpontja 2014. március vége volt. Ez az ambiciózus időpont természetesen nem pusztán a műszaki készültség megfelelő színvonalát rögzítette, hanem az utasforgalomhoz szükséges hatósági engedélyek beszerzését is.

3. ENERGIAELLÁTÓ RENDSZER

Az energiaellátó rendszer egy topológiailag elosztott, számítógép-vezérlésű rendszer az alábbi alapvető funkcionalitással:

- 10 kV középfeszültségű energia fogadása a szolgáltatótól,

- 0,4 kV váltakozó áramú energia biztosítása tíz állomáson, valamint a járműtelepen valamennyi épületgépészeti, vasútműszaki és irodai alkalmazás számára,
- 825 V egyenfeszültségű vontatási energia szolgáltatása harmadik sínes tápellátással a vasúti forgalom számára,
- redundáns 10 kV energiaellátás biztosítása az alagútban megvalósított, az állomási rendszereket összekötő kábelrendszer segítségével,
- utasvédelmi rendszer (részben),
- távfelügyeleti rendszer.

A 10 kV középfeszültségű energia fogadása a szolgáltatótól több betáplálási ponton valósult meg. Ugyanakkor az egyes állomások és a járműtelep egy úgynevezett lánckábel hálózatba van felfűzve. Ez az architektúra jelentősen megemeli az energiaellátás rendelkezésre állását egyes betáplálási pontok kiesése esetében.

A 10 kV-os energia a Siemens magyarországi gyárában gyártott nagy teljesítményű, robosztus transzformátorok segítségével alakul át háromfázisú 0,4 kV energiává. A 10/0,4 kV transzformátorokat minden egyes áramátalakítóban redundánsan telepítették, így egy transzformátor kiesése lényegében nem okoz áramellátási zavart. A transzformátorok üzemi paraméterei a távfelügyeleti rendszer segítségével folyamatos ellenőrzés alatt állnak.

A vonatok egyenáramú tápellátása harmadik sínes rendszer alkalmazásával történik. Minden egyes állomás, valamint a járműtelep nagy teljesítményű egyenirányító berendezései részt vesznek a vontatási energia előállításában. A távfelügyeleti rendszer központjából az egyes állomások vontatási energia betáplálási pontjai lekapcsolhatóak úgy, hogy a szomszédos állomások átveszik a lekapcsolt harmadik sínes szakasz energiaellátását. Ez a megoldás egyfelől jelentősen emeli a vontatási energia rendelkezésre állását, másfelől lehetővé teszi az állomási áramátalakítók huzamosabb ideig tartó karbantartását a vasúti forgalom megzavarása nélkül.

A harmadik sínes rendszer veszélyt jelenthet az utasok és az üzemeltetők számára is. Ezért gyors működésű megszakító, valamint földelő rendszerek beépítésére került sor. A megszakító/földelő rendszereket kézi vezérléssel, valamint automatikákkal lehet veszélyhelyzetben működtetni. Így például az utasforgalmi ügyeletes képes a peron közelében levő harmadik sínes szakasz áramtalanítására. A peronvédelmi radarrendszer hasonlóképpen elvégzi az áramtalanítást, amennyiben valamilyen objektum a peron közelében levő vágánytérbe kerül. Ugyanakkor a vezető nélküli vonat is képes bizonyos havária esetekben a harmadik sín biztonságos, földelt áramtalanítására.

A távfelügyeleti rendszer a BKV energia-diszpécserközpontjában lehetővé teszi a teljes energiaellátó rendszer felügyeletét, valamint távvezérlését. Az energiaellátó rendszert az alábbi három szinten lehet felügyelni/vezérelni:
- A járműtelepen, valamint a tíz állomáson közvetlenül a kapcsolótérben (10 kV fogadó-, 0,4 kV átalakító-, 825 V egyenirányító kapcsolóterek) üzemelő berendezések kijelzőinek megfigyelésével, illetve a kezelőszervek használatával, közvetlenül a helyszínen.
- A járműtelepi, valamint a tíz állomási, a kapcsolótér közelében kialakított elektrikusi helység távfelügyeleti/vezérlő rendszere segítségével.
- A BKV energia-diszpécserközpontjában telepített, adatátviteli vonalak felhasználásával üzemelő számítógépes rendszerrel.

4. KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK

A vasúti és utasforgalmat támogató informatikai alkalmazások az alábbi öt, egymástól lényegében független digitális adatátviteli gerinchálózatra épülnek:
- a technológiai célú gerinchálózat,
- a vasúti biztosítóberendezés gerinchálózata,
- az üzemi telefonrendszer gerinchálózata,
- a WLAN (Wireless Local Area Network) technológiára épülő gerinchálózat a mozgó vonat kamerarendszereinek kiszolgálására,
- a TETRA (Terrestrial Trunked Radio) technológiára épülő gerinchálózat a mozgó vonat telefon-, akusztikus tájékoztató- és segélyhívó rendszereinek kiszolgálására.

A fenti gerinchálózatok fizikai szinten nagy megbízhatóságú optikai, illetve rádiófrekvenciás adatátviteli hordozók telepítésével

valósultak meg. A magasabb szinteken használatos adatátviteli protokollok egységesen a TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) protokoll családhoz tartoznak. A gerinchálózatok az informatikai alkalmazások igényeinek megfelelően behálózzák a járműtelepet és a tíz állomást, az alagutat, valamint a BKV energia-diszpécserközpontját.

A gerinchálózatokra épülő alkalmazások az alábbiak szerint foglalhatók össze:
- az utastájékoztató rendszer,
- a segélyhívó rendszer,
- a tűzjelző rendszer,
- az utasforgalmi kamerarendszer a forgalmi személyzet kiszolgálására,
- a vasúti forgalmat irányító személyzet diszpécser rendszereinek számítástechnikai és adatátviteli (infokommunikációs) infrastruktúrája,
- az épületgépészeti távfelügyelő és távvezérlő rendszer az üzemeltető személyzet kiszolgálására,
- az üzemi telefonrendszer általános célú használatra,
- a rádió és diszpécser telefonrendszer a forgalmi és üzemeltető személyzet kiszolgálására,
- a beléptető rendszer az üzemi terület helységeibe,
- a járműtelepi hangosító- és kamerarendszer,
- a központi adatátviteli hálózatmenedzsment az üzemeltető személyzet kiszolgálására.

Az utastájékoztató rendszer egyes alrendszerei az utazás során az utasok tájékozódását segítik. Így a peronon és az állomás különböző pontjain megjelenítésre kerül a vonat várható érkezési ideje, míg a mozgó vonaton látható a következő állomás neve és az átszállási lehetőségek. A peronvágányok felőli oldalán fénycsík húzódik végig, amely villogó fényével jelzi az állomáshoz közeledő vonatot. Infravörös sorompó felügyeli a biztonsági sáv átlépését, amely automatikus akusztikus figyelmeztetést indít el. Az állomási és a központi ügyeletesnek továbbá egy hangosító berendezés is rendelkezésére áll az utasok szükség szerinti tájékoztatása céljából.

Segélyhívó berendezések telepítésére került sor mind az állomásokon, mind a vonatokon. A forgalmi ügyeletet ellátó személyzet segélykérés esetén mind az állomásokról, mind a vonatokról a kamerarendszer által szolgáltatott képek segítségével tájékozódhat.

Az állomások utas- és üzemi tereit tűzjelző rendszerek felügyelik. Tűz érzékelése esetén mind az állomási, mind a központi forgalmi ügyelet jelzést kap a tűz helyéről. Az állomási tűzjelző központok a jelzésadáson túlmenően a tűzesetnek megfelelő tűzoltó és szellőztető rendszereket is aktiválják. Tűzjelző rendszer felügyeli továbbá a vonatot is, amelynek jelzéseit a Siemens kommunikációs rendszere továbbítja az érintett állomás tűzoltó berendezései felé.

Az utasforgalmi kamerarendszer folyamatosan továbbítja az állomási utasterekről és a mozgásban levő vonatok utastereiről a képeket az állomási és a központi ügyeletnek. A kritikus esetekről a szolgálatban levő személyzet azonnal optikai tájékoztatást kap, miután az esetre vonatkozó képek a képernyőkön, azok aktuális tartalmától függetlenül megjelennek.

Az állomási és a központi forgalmi ügyelet munkáját számos kezelőfelület támogatja. Az ehhez szükséges, magas rendelkezésre állású infokommunikációs infrastruktúra kiépítése a kommunikációs rendszerek szakágazat feladatkörébe tartozott.

A társvállalkozók a belső építészeti munkálatok során az egyes állomásokon rendkívül komplex épületgépészeti berendezéseket telepítettek. A járműtelepi épületgépészet kivételével a teljes vonal épületgépészetének felügyeletét és távvezérlését végző rendszer megvalósítása a Siemens feladatkörébe tartozott. A Siemens ezért egy Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) rendszert helyezett üzembe.

Üzemi telefonrendszer kiépítésére került sor a járműtelepen, az állomásokon, valamint az energia-diszpécserközpontban. Az üzemi telefonrendszert minden egyes állomáson DECT hálózattal bővítették ki azért, hogy a mozgásban levő, intézkedő állomási ügyeletes munkája lehetséges legyen. Az üzemi telefonrendszert a BKV már üzemelő telefonrendszerébe integrálták. Kizárólag a BKV forgalmi és üzemeltető személyzete számára kiépítésre került egy rádiótelefon és egy diszpécser-telefonrendszer is.

A rádiótelefon rendszer a TETRA technológiát használja TETRA kézi készülékek alkalmazásával, míg a diszpécser telefonrendszer az adatátviteli rendszerre épülő IP alapú telefonrendszer.

Tekintettel arra, hogy az üzemi terület a metróüzemeltetés biztonságának szempontjából különböző biztonsági fokozatokba sorolható, állomási beléptető rendszerek üzembe helyezésére került sor, amelyek kontaktusmentes elektronikus kártyák segítségével azonosítják a személyzetet. Így a belépési jogosultságok a BKV biztonsági politikájának megfelelően állíthatóak be.

A járműtelepi járműtárolóban, valamint a szabadtéri vágányhálózat területén kamerás megfigyelő és hangosító rendszert helyeztek üzembe. A központi ügyelet e rendszerek segítségével is támogatja az üzemeltető személyzet tevékenységét.

A teljes adatátviteli hálózat réz és optikai vezetékrendszerének, valamint az aktív hálózati berendezéseknek a üzembiztonságát egy központi hálózatmenedzsment munkahely támogatja. A hálózatmenedzsment munkahely infrastruktúrája tárolja a meghibásodások kivizsgáláshoz szükséges naplófájlokat is.

5. VASÚTI BIZTOSÍTÓ RENDSZEREK

A vasúti forgalom biztosítása a lehetséges forgalomtípusoknak megfelelően az alábbi két rendszer szoros, infokommunikációs együttműködéssel történik:
- a járművezetővel történő forgalom,
- a járművezető nélküli (automata) forgalom.

Az M4 metróvonal az utasokat alapvetően járművezető nélküli vonatforgalommal szállítja. Ugyanakkor a teljes vonalat felkészítették a vasúti jelző- és foglaltságérzékelő berendezések alkalmazásával üzemelő vasúti forgalomra. Járművezetővel való forgalomra különleges esetekben van szükség, így például karbantartási munkálatok, vonatmeghibásodások vagy vészhelyzetek kezelése esetén. A jelző- és foglaltságérzékelő berendezések elhelyezését úgy tervezték, hogy a járművezető a vonatot maximálisan 40 km/h sebességgel vezethesse az említett különleges esetekben. Tekintettel arra, hogy a teljes vonal utasszállító kapacitását 80 km/h üzemi sebesség feltételezésével tervezték, a járművezetővel való üzemszerű utasforgalom nem lehetséges. A járművezetővel való forgalom különleges esete a járműtelep kiterjedt vágányrendszerének forgalma, ahol természetesen nincsen utasforgalom. Itt a központi forgalomirányítás helyiségeit úgy alakították ki, hogy a forgalom optikai megfigyelhetősége is növelje a biztonságot.

A járművezető nélküli forgalom irányítását egy – topológiailag a tíz állomáson, járműtelepen és az alagútban elosztott – infokommunikációs rendszer együttműködő berendezései végzik. Ennek a nagykiterjedésű komplex elektronikának az együttes intelligenciája felelős azért, hogy a 7,4 km hosszú vonalon maximálisan forgalomba állítható 12 vonat (ezen kívül 3 tartalék vonat áll rendelkezésre) az előírt menetrendnek megfelelően, biztonságosan szállítsa az utasokat. Az elosztott infokommunikációs rendszer architektúrájának kialakításakor az alapvető szempont az utasok biztonsága volt. Az elosztott rendszerek tervezésének egyik legfontosabb szempontja azoknak a kompromisszumoknak meghozása, amelyek egyfelől a rendszer elosztottságából következő sérülékenységből erednek (például az adatkapcsolat megszakadása a központi vezérléssel), másfelől meghatározzák a magára maradt rendszerelem (például vonat) önálló funkcionalitását. Ennek az alapelvnek megfelelően például a vonat intelligenciájának lényege, hogy a központi vezérléstől elszakadt, magára maradt vonatnak mindig tudnia kell aktuális tartózkodási helyét, a következő állomás pozícióját, ahová utasait beszállítja. Ugyanakkor az egyes vonatoknak arra nézve nincs információjuk, hogy más vonatok milyen mértékben késnek, vagy sietnek. A menetrend betartatása az elektronikus rendszer központi elemeinek feladata, hiszen a vonatok aktuális késés/sietés állapota központilag ismert, ezért a szükséges beavatkozások is központilag optimalizálhatóak. Az itt említett példa egy apró, de szemléletes és fontos részlete az elektronikus vonatvezérlő rendszer által megvalósított elosztott intelligenciának.

A vonatforgalmat vezérlő elosztott rendszer legfontosabb rendszerelemei az alábbiak:

A. Központi vonatfelügyeleti és forgalomirányító rendszer
B. Körzeti vonatfelügyeleti és irányító rendszerek
C. A pálya menti jelző és érzékelő berendezések
D. A vonat fedélzeti felügyeleti és irányító rendszere
E. Az „A", „B", „C" és „D" hierarchiába szervezett rendszerek vezetékes és rádiófrekvenciás, pálya mentén és szerelvényszobákban üzemelő adatátviteli rendszerei

A központi rendszer két alapfeladata a menetrend betartatása a vonatokkal, valamint a műszaki problémák jelzése a szolgálatot ellátó forgalmi és üzemeltető személyzet felé. Ebből következően a központi rendszer számos számítógépes kezelői felület segítségével ad lehetőséget mind forgalmi beavatkozásra (például a mozgó vonatban az utas által működésbe hozott segélykérő vagy meghibásodott vonat kivonása a forgalomból), mind pedig műszaki beavatkozásra (például hibajelzés kiértékelése a forgalomban levő vonatról). A központi rendszer egyik fontos eleme a menetrend tervezését támogató rendszer.

A járműtelep forgalmát egyetlen, a fővonal forgalmát két körzeti rendszer felügyeli és irányítja a központi rendszerrel szoros kapcsolatban. A körzeti rendszerek alapvető feladata a körzethez tartozó vasúti biztosító-, számítástechnikai és adatátviteli berendezések műszaki felügyelete és fizikai irányítása a központi rendszer utasításai alapján. Hasonlóképpen felügyelik és irányítják a körzeti rendszerek a körzetükben tartózkodó vonatokat is. A körzeti rendszerek kezelői beavatkozás nélkül üzemelnek.

Mind a járművezetővel való, mind pedig a járművezető nélküli forgalom kiszolgálására a pálya mentén jelző és érzékelő berendezések üzembe helyezésére került sor. A pálya menti érzékelő berendezések segítségével képes a vonat automata üzemmódban nagy pontossággal meghatározni a pozícióját. A pozícióadatokat a vonat adatátviteli rendszer segítségével a központi rendszernek továbbítja.

A vonat Siemens által szállított fedélzeti felügyeleti és irányító rendszere adatátviteli rendszer segítségével kapcsolatot tart a központi vezérléssel. A kapott adatok alapján egy interfészen keresztül utasítja a vonat saját számítógépét, amely elvégzi a vonatspecifikus beavatkozásokat, legyen az gyorsítás, fékezés vagy valamilyen más teendő. Továbbá a vonat saját számítógépe folyamatosan diagnosztizálja a vonat egyes berendezéseit és a diagnosztikai adatokat az említett interfészen keresztül átadja a Siemens fedélzeti rendszerének, amely a diagnosztikai adatokat továbbítja a központi vezérlés felé. A központi vezérlés az önállóan meghozott döntéseken túlmenően lehetőséget ad a forgalmi és műszaki ügyeletet ellátó személyzet közvetlen beavatkozására. A fedélzeti rendszer megvalósítja továbbá a vonat helyi intelligenciáját azokra az esetekre, amikor a vonat valamilyen műszaki probléma következményeként elveszti a kapcsolatát a központi vezérléssel. A Siemens fedélzeti rendszere a vonatvezérlésen túlmenően biztosítja a mozgás közbeni rádiótelefon- és videókapcsolatot az utasok és a központi forgalomfelügyelet között, továbbá üzemelteti a fedélzeti segélyhívó és tűzjelző rendszert.

A vonatforgalmat kiszolgáló berendezések adatátviteli igényeit vezetékes és rádiófrekvenciás adatátviteli rendszerek valósítják meg. A mozgó vonattal három egymástól független, különböző célokra és különböző technológiával megvalósított rádiófrekvenciás rendszer cserél folyamatosan adatot. A nagyfokú függetlenség következményeként a vonatvezérlés/vonati tűzjelzés, a fedélzeti kamerák, valamint a rádiótelefon/segélyhívó rendszerek rendkívül nagy megbízhatósággal való megvalósíthatósága vált lehetővé. A vezetékes rendszerek egy része rézvezetékes, esetenként analóg jelzésátvitelűek. A vezetékes adatátviteli rendszer gerincét azonban minden esetben az elektromágneses zavarokra nem érzékeny, redundáns optikai gyűrű képezi. Az adatátvitel aktív berendezései esetleges meghibásodásokra új útvonal-kiválasztással (routing), valamint a meghibásodás jelzésével reagálnak.

Az utasok és az üzemeltetés biztonságát a vonatvezérléssel integrált biztonsági rendszerek valósítják meg. Így például az állomási ügyeletes, valamint a központi forgalmi ügyelet képes

valamennyi állomás vágányterének leföldelt áramtalanítására. A peron menti állomási vágányteret radar felügyeli, meghatározott méretnél nagyobb tárgy beejtésekor az állomásra befutó vonat megáll az alagútban.

6. PROJEKTMENEDZSMENT

Az M4 projektmenedzsment metodikája a Siemens konszernnél rendszeresített PM@Siemens. Ennek a metodikának a gyökerei a két jól ismert módszerből, a nemzetközileg széles körben alkalmazott Project Management Institute (PMI), valamint az elsősorban német nyelvterületen használt International Project Management Association (IPMA) erednek. Így a PM@Siemens felöleli a projektmenedzsment mind a kilenc ma ismert szakterületét (Scope Management, Time Management, Cost Management, Quality Management, Procurement Management, Communication Management, Risk Management, Human Resource Management, Integrity Management). A projekt 8 éves története során minden egyes említett szakterület intenzív menedzsmentjére nagy szükség volt.

A projektmenedzsment operatív végrehajtását döntően befolyásolták az alábbi sajátosságok:

- A szerződés sárga FIDIC típusú szerződés volt, így a projektnek nem volt fővállalkozója.
- A Siemens vállalta, hogy a rendszerek helyszíni adaptációs tervezését, valamint azok fizikai telepítésének munkálatait magyar alvállalkozók intenzív bevonásával végzi.
- A projekt Siemens feladatkörét megelőző fázisai (alagút, szerkezet és belsőépítészet) a 8 év során több alkalommal megtorpantak.
- A magyar munkavédelmi jogszabályok betartatása veszélyesnek minősített építő-szerelő tevékenység során. Esetenként 250-300 Siemens munkatárs (beleértve az alvállalkozókat is) dolgozott a munkaterületen, ugyanakkor a mintegy 3,5 éves telepítési és üzembe helyezési tevékenység balesetmentes volt.

A fenti sajátosságok alapvetően meghatározták a projektmenedzsment komplexitását, ennek ellenére a Siemens konzorcium határidőre és jó minőségben elvégezte vállalt feladatát.

A szerző M4 projekten belüli pozíciója: A Siemens által szállított rendszerek telepítéséért, valamint az üzemi telefonrendszer, az energia-diszpécserközpont és a központi irodaépület infokommunikációs rendszereinek üzembe helyezéséért felelős projekt-koordinátor

M4 – safe public transport in Budapest
From March 28, 2014 there is a new, world-class subway with automatic control available in Budapest !

After several years of preparation, the new M4 metro line has been successfully handed over to the passenger traffic. The high technical standard of Siemens systems together with the complete investment will be hopefully contribute to the successful conduction of the public transport of the capital.

M4 – sicherer öffentlicher Verkehr in Budapest
Die Budapester könne ab März 2014 eine neue, automatisch gesteuerte U-Bahn auf Weltniveau benutzen

Nach einer Investition mit mehrjähriger Vorbereitung und Abwicklung wurde die U-Bahnlinie M4 erfolgreich dem öffentlichen Verkehr übergeben. Der hohe technische Standard von den Siemens-Systemen zusammen mit der kompletten Investition werden hoffnungsvoll erfolgreich ihren Beitrag zu der Durchführung des öffentlichen Personenverkehrs der Hauptstadt leisten.

Megemlékezés a nemrég 100 éves zalaegerszegi fűtőházról

Varga Károly
ny. MÁV főtanácsos
e-mail: vargakaroly1936@gmail.com

A közforgalomnak 1913. október 3-án átadott zalalövő–zalaegerszegi HÉV vontatási szolgálatának ellátására Zalaegerszegen fűtőházi kirendeltséget szerveztek a celldömölki fűtőházfőnökség felügyeletéhez tartozóan. A kirendeltség első személyzetét ekkor egy főmozdonyvezető, egy mozdonyvezető és két mozdonyfűtő alkotta.

A zalaegerszegi fűtőházi kirendeltség gyors fejlődésnek indult. 1915-ben a kirendeltség létszámába már két mozdonyvezető, négy segédmozdonyvezető, két fűtő, egy előfűtő és egy kocsivizsgáló tartozott, az állomásított mozdonyok száma pedig 6-7 db-ra tehető.

A zalaegerszegi vasútállomás bővítési helyszínrajza szerint 10 mozdonyállásos, körcikk alakú mozdonyszín épült, amelyből négy mozdonyállás a zalaszentiván–kisfaludpusztai vontatási telep áthelyezésének költségére, két mozdonyállás a zalalövői HÉV kiszolgálására, négy mozdonyállás pedig a zalabér–kőszegi HÉV számára épült, mivel annak forgalmi végpontja Zalaegerszegen volt.

1915. őszén a fűtőháznak 7 db-os gőzmozdonyállaga volt, ugyanannyi, mint a vele azonos időszakban létrehozott Sárvárnak. 1920-ban Zalaegerszegen már fiókműhely is működött, amelynek feladata a futásképtelen vasúti járművek helyreállítása volt.

A zalaegerszegi fűtőházi kirendeltség fűtőházvezetőséggé történő átszervezésének első ismert adata az, hogy 1922. január 2-ától Tiborcz Imre főmozdonyvezető kapott megbízást a fűtőház vezetésére, aki ezután 22 évig töltötte be ezt a munkakört.

A fűtőház 1925. évi létszáma a következő volt: egy mozdonyfelvigyázó-fűtőházvezető, egy irodakezelő, két kocsivizsgáló, kilenc mozdonyfűtő, két lámpatisztító, három kocsistisztító, kilenc mozdonyvezető, két előfűtő, egy szivatttyúkezelő, egy kazánmosó és nyolc fő munkás.

A MÁV-nál 1927-ben elkezdődött a mellékvonalakon a személy- és a teherforgalom szétválasztása, részben motorvonatok, részben pedig motorpótló 22. sorozatú szertartályos gőzmozdonyok forgalomba állításával.

A zalaegerszegi fűtőház abba a szerencsés helyzetbe került, hogy a nyugat-dunántúli motorizáció egyik fontos bázisává fejlesztették. Ennek következtében 1927 júliusában megkezdődött a forgalom szétválasztása a Zalaegerszeg–Celldömölk közötti vonalon. Ezzel elindult a zalaegerszegi motorizáció, amit a rákövetkező esztendőkben a környező egyéb volt HÉV vonalakra is kiterjesztettek.

1929 októbere és 1930 májusa között nyolc darab motorkocsit állomásítottak a fűtőházhoz, a motorizáció gyors fejlődésnek indult, amivel egyidejűleg a fűtőháznál lényeges fejlesztések történetek. Így az 1939. évi MÁV kimutatások alapján a vontatási telepen és a vasútállomáson a következő mozdony- és motorkocsi kiszolgáló létesítmények voltak:

- körcikk alakú fűtőház és motorkocsi szín, 5 db 14,4 m-es csatornázott fűtőházi, 5 db 14,4 m-es csatornázott motorszíni és 3 db 14,4 m-es csatorna nélküli motorszíni vágánnyal;
- 1 db 12 m átmérőjű, kézi hajtású mozdonyfordító korong;
- vízállomás 2 db 55 m^3-es vízmedencével, 1 db 12,58 + 173,6 m mélységű 421 m^3/24 óránkénti vízbőségű fúrt kúttal, 1db villamos centrifugál szivattyúval, a fűtőháznál 1d, az

állomáson 2 db vízdaruval;
- a fűtőházi fordítóvágányon 1db, az állomási vágányokon 2 db mozdonytisztító csatorna;
- 972 m^2 elkerített szabadtéri széntároló, kézi szénszereléssel;
- 1db 15 m3 űrtartalmú nyersolajtartály;
- Fűtőházi laktanya 29 férőhellyel.

1945. március 29-én az esti órákban egy lőszervonat érkezett Zalaegerszegre, ahol a szovjet vadászgépek támadása következtében felrobbant, súlyos károkat okozva a vágányzatban, a pályaudvar és a vontatási telep épületeiben, létesítményeiben is. A rákövetkező nap (nagypénteken) a szovjet csapatok megszállták a várost. A visszavonuló német hadsereg felrobbantotta a fűtőház mozdonyfordító korongját, amelynek következtében a mozdonyszín használhatatlanná vált. A németek leszerelték és elvitték a vízállomás turbószivattyúját is. A fiókműhelyből hiányoztak a gépszíjak és több fontos gépalkatrész.

Az épületek – a mozdonyszín, alaktanya, a szertár – falazata, tetőzete a lőszervonat felrobbanásának hatására több helyen megrongálódott. Az egyik állomási vízdaru üzemképtelenné vált.

Zalaegerszegen 1945. április elején romeltakarítással, helyreállítással indult újra az élet. A vonatközlekedés csak később indult el. Ekkor a fűtőház 34 db-os gőzmozdonyállagából mindössze 3 db volt üzemképes, a 18 db-os motorkocsiból pedig egyetlen egy sem üzemelt. 1946 júniusában a fűtőház állagában mindössze 10 db másodrangú gőzmozdony és 7 db motorkocsi volt. A gőzmozdonyok közül 7 db, a motorkocsik közül csak 1 db üzemelt.

Az iparosítás, a zalai olajbányászat fejlesztése egyre nagyobb feladtok elé állította a fűtőházat. Az olajfinomítás melléktermékeként a felgyülemlett pakura hasznosítására 1952-ben a MÁV a rédicsi vasútvonal mellett egy műszénkeverő telepet létesített. Itt a pakurát tőzeggel és palával keverték. A keverőtelepen Erzsébet királyné egykori szalonkocsiját rendezték be irodának, melegedőnek! A keverőtelep megnövelte az állomás forgalmát és a fűtőház feladatát is.

1955-ben a keverőtelepet Nagykapornak állomásra telepítették át, ahol még kb. 10 éven keresztül készült a MÁV számára a dolgozók körében nem túl nagy népszerűségnek örvendő műszénkeverék. A műszén előállításához nagy mennyiségű gőzre volt szükség. A keverőtelepen az időjárástól és a teljesítménytől függően 1-3 gőzmozdony kazánja biztosította a gőzt. A mozdonyok fenntartási munkáit a zalaegerszegi fűtőház kapta feladatául.
Az 1960-as évek környékén a a fűtőház-vezetőséget fűtőházfőnökséggé szervezték át.

Zalaegerszegre 1962. január 28-án került az első – az M 31 2029 pályaszámú – dízelmozdony. 1969. december 31-én a zalaegerszegi vontatási főnökség állagába 37 db vontatójármű tartozott, amelyek közül gőzmozdony 24 db, motorkocsi 12 db, dízelmozdony pedig 1 db volt.

Szombathelyről 1971-ben érkeztek a fűtőházhoz – a GANZ-MÁVAG gyártmányú – Mda motorvonatok. 1979 őszén pedig az MDa motorvonatok zalaegerszegi feladatait az új –csehszlovák gyártmányú – Bz motorvonatok vették át.

1974. május 26-ától megszűnt a vonatközlekedés a Sárvár–Répcevis vonalon, valamint a Zalaszentgrót és Sármellék közti vonalszakaszon. Ezzel egyidejűleg a körmend–bajánsenyei vonal kiszolgálását a körmendi fűtőházzal együtt Zalaegerszeghez csatolták.

1972-től a korábbi gőzmozdonyokat a 424 sor. mozdonyok váltották fel, amelyek a gőzvontatás megszűnéséig – 1983. július 7-ig – tartoztak a fűtőház állagába. A gőzmozdonyok tehervonat továbbítási feladatait az M 62 sor. mozdonyok, a személyvonatokét pedig a tapolcai M 40 sor., részben a celldömölki M 41 sor. mozdonyok vették át. Az első – szovjet gyártmányú – M 62 sor. dízelmozdony (M 62 213 psz.) 1982-ben érkezett a fűtőházhoz.

A főnökség – 1979. július 1-jétől 1986. december 31-ig – a zalaegerszegi MÁV Körzeti Üzemfőnökség Vontatási Üzemegysége volt. A vontatási főnök a körzeti üzemfőnök helyettesi posztját töltötte be. 1987. január 1-jétől a Vontatási Főnökség ismét önállóvá vált.

A Vontatási Főnökség az 1980-as évek közepére érte el fejlődésének csúcspontját. A fejlődésben a külső gazdasági tényezők mellett elvitathatatlan érdeme volt Kiss Róbert műszaki főtanácsosnak, aki ekkor már közel 30 éve vezette a fűtőházat!

1990-től a főnökség vonattovábbítási feladatai – más vontatási főnökségekhez hasonlóan – csökkenő tendenciát mutattak. Az 1995-1996. évi menetrendhez kialakított mozdonyfordulók szerint a Zalaegerszegi Vontatási Főnökségnek a következő vonattovábbítási feladatok ellátásához kellett vontatójárműveket és személyzetet biztosítani: Bz sor. 12 napos fordulókhoz; M 47 sor. 1 napos tehervonati fordulóhoz; M 43 sor. 2 napos tehervonat fordulóhoz és 2 napos állomási tartalékszolgálatra.

A főnökség vontatási vonatkísérői szolgálatot is ellátott saját járművein kívül a 17. sz. vonalon Zalaszentiván–Nagykanizsa viszonylatban valamennyi személy- és mindazon tehervonatoknál, ahol vonatvezető nem teljesített szolgálatot. A főnökség legfontosabb feladata Zalaegerszeg és vonzáskörzetében, valamint részben a kapcsolódó vonalakon a helyi személyforgalom és a teherforgalom lebonyolításához szükséges vontatási jellegű feladatok ellátása volt.

Az üzletigazgatóságok trakciós vonalait a megyehatároktól függetlenül alakították ki, így Zalaegerszeg szervezetileg, mint eddig is, az 1895-ben létrehozott Szombathelyi Üzletigazgatósághoz tartozott.

A vontatási telep jelenleg a MÁV Gépészeti Zrt. Szombathelyi Körzeti Járműfenntartási Központjának egyik területi műhelyeként működik.

A szállítási teljesítmények mérséklődése és az Európai Unióhoz történő csatlakozás szükségessé tette a MÁV szerkezeti átalakítását is. Ennek eredményeként megalakult a MÁV Gépészeti Üzletág, amely magába foglalta a Vontatási Főosztályt és a Fenntartási Főosztályt. Ezzel egy időben elkezdődött a fűtőházakban a vontatási és fenntartási tevékenységek fokozatos szétválasztása.

A mozdonyüzemeltetés és a vasúti járműfenntartás 2008. január 1-jén – a korábbi MÁV Gépészeti Üzletág két részre válásával – egymástól független szervezet lett. Ettől kezdve a MÁV Trakció Zrt. feladata a vontatójármű-szolgáltatás, a MÁV Gépészeti Zrt. feladata pedig a járművek karbantartása és javítása. Ennek megfelelően a zalaegerszegi fűtőház is e két társaság tevékenységeiből a reá háruló feladatokat látja el.

A fűtőház vezető voltak: Tarafás István főmozdonyvezető 1913–1916; Juhász István 1916–1921; Tiborc Imre mozdonyfelvigyázó 1921. I. 1 – 1944.XI. 30.; Szilai Andor mozdonyfelvigyázó 1944. XII. 1. – 1945. III. 29.; Török János főmozdonyvezető 1945. VIII. 8. – 1946. III. 2.; Tiborc Béla műszaki ellenőr 1946. V. 1. – 1948. VII. 18.; Dóczy Gyula Ferenc műszaki főellenőr 1948. VIII. 1. – 1949. VIII. 28. és 1949. X. 1. –1949. XI. 28.; Zámbó Gyula műszaki főintéző 1949. VIII. 29. – 1949 IX. 28.; Horváth József műszaki főfelügyelő 1949. IX. 1. – 1952. VII. 21.; Pusztai István műszaki főfelügyelő 1952. VIII. 1. – 1957. VII. 15.; Kiss Róbert műszaki főtanácsos 1957. VI. 16. – 1989 II. 1.; Óvári Gyula mérnök tanácsos 1989. I. 1. – 1993. XII. 31.; Pöstyén Zsolt mérnök főintéző 1994. I. 1. –.

A fűtőház legismertebb vezetője és közéleti személyisége Kiss Róbert műszaki főtanácsos, aki közel 32 éven keresztül megtartotta vezetői beosztását. Hivatali munkáján kívül 1951-ben a Közlekedéstudományi Egyesület alapító tagja, 1964-től a Zalaegerszegi Vasutas Sportegyesület, 1967-től a Megyei Súlyemelő Szövetség elnöke volt. Munkásságáért számtalan kitüntetésben részesült.

A Zalaegerszegi Vasutas Sportegyesület (ZVSE) 1948-ban alakult meg, amelynek elnöki tisztét – közel 40 évig – Kiss Róbert fűtőházfőnök töltötte be.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Kiss Róbert – Óvári Gyula – Tóth Balázs: A zalaegerszegi fűtőház története 1913-1996, Zalaegerszeg, 1996.

Melléklet

Közlekedésbiztonság – Közlekedési környezetvédelem

Benkő Mihály **Dobókői György** **Karsai Mihály**
Békés Megyei Kormányhivatal Közlekedési Felügyelősége
Képzésfelügyeleti és vizsgáztatási osztályvezető Igazgató Útügyi osztályvezető

Járművezetés közbeni mobiltelefonálás hatásainak mérése és kiértékelése a járművezetői teljesítményt érintő hatások elemzése

Napjaink egyik fontos közlekedésbiztonsági problémája a vezetés közbeni mobiltelefonálás és más elektronikai berendezések használata. A baleseti okok feltárása, a gyakorlati tapasztalatok összegyűjtése és konkretizálása , új intézkedések bevezetése csak használhat e valóban „allergikus" területen.

1. BEVEZETÉS

A mobiltelefon használata járművezetés közben egyidős a mobiltelefonok megjelenésével. Az a belső késztetés, hogy a telefon felvétele elengedhetetlen és elkerülhetetlen, ma már egyfajta íratlan etikai szabályként forog a köztudatban. A telefonhasználat beépült az emberi kommunikációba, de a járművezetés közbeni telefonkezeléssel járó veszélyekre jóval később figyeltek fel az elemzők. Így alakulhatott ki egy olyan szokásrendszer, amelynek a visszaszorítása és helyes mederbe terelése jelentős feladatként magasodik ki az aktuális közlekedésbiztonsági feladatok közül. Megfigyelhető olykor az is, hogy egyes egyéneknél van egyfajta státuszszimbólum jellegű szerepe a gépkocsivezetés közbeni mobiltelefonálásnak. A mobiltelefont munkaeszközként használók sok esetben nem fordítanak elég figyelmet e veszélyforrás elkerülésére.

A közlekedőket figyelve azt látjuk, hogy nincs kivétel a járműkategóriák terén, tehát alapvetően emberi problémáról van szó. Azoknak a járművezetőknek kell nagy hangsúlyt fektetni a felelőtlen magatartás, a mobiltelefon vezetés közbeni használatának visszaszorítására, akik példamutatása különös hatással lehet a közlekedés többi résztvevőire. Véleményünk szerint a személy- és a teherszállításban valamint a járművezető-képzésben dolgozó embertársaink példamutatása a leginkább elvárható és megkövetelendő ebben a kérdéskörben.

Tapasztalataink szerint a vezetés közben telefonálókat nem csak a telefon kézbentartása akadályozza a biztonságos közlekedés megvalósításában, hanem a telefonon keresztül való kommunikáció, azon belül az aktuális témára való figyelem koncentrációjának mértéke hozhatja létre a legmagasabb szintű veszélyforrásokat.

A kézben tartott telefon a manőverezésben, a jármű kezelésében akadályozhatja a járművezetőt, ami vélhetően egy magasabb szintű veszélyforrást jelent a kihangosított mobiltelefonáláshoz ké-

pest. Azt viszont nem hihetjük, hogy ha a telefont konzolra tesszük és azt kihangosítóval használjuk, a veszély teljesen elhárul.

Tehát a kérdés kézenfekvő: Mennyiben hat a gépjárművezetőkre a vezetés közbeni mobiltelefon-használat?

A Közlekedéstudományi Egyesület hosszú idő óta kiemelten foglalkozik azzal, hogy a mobiltelefon használata mellett mennyire koncentrálnak a gépjárművezetők a tényleges manőverezési feladatok elvégzésére.

Mi is e kérdésre kerestük a választ 2013 nyarán a Békés Megyei Kormányhivatal Közlekedési Felügyelőség békéscsabai járművezetői vizsgapályáján egy teszt- és kísérletsorozat keretében.

A célunk az volt, hogy a már vezetési jogosultsággal rendelkező, a közúti közlekedésben rendszeresen résztvevő járművezetők bevonásával, a városi közlekedésben jellemző alacsonytempójú manőverezési feladatok végrehajtásának mérhető és értékelhető módszerét hozzuk létre.

A program keretén belül kialakítottunk egy olyan gyakorlati feladatsort, ahol telefonhasználat nélkül, illetve telefonhasználattal mérhető a feladatok végrehajtásának tempója, minősége és pontossága. Az így létrehozott adathalmaz elemzéséből kialakított összehasonlításokkal bizonyítható, hogy a járművezetőre milyen hatással van a mobiltelefon vezetés közbeni használata.

A teszt másodlagos célja az, hogy a program végrehajtása után egyértelműen kialakuljon a résztvevőkben a vezetés közbeni mobiltelefon-használat veszélyessége.

2. A TESZT ISMERTETÉSE, LEÍRÁSA

A teszt időpontja: 2013. június 08.
Helyszín: Közlekedési Felügyelőség Békéscsaba, Szarvasi út 107.sz. (vizsgapálya)

2.1. A pálya bemutatása, és az elvégzendő vezetéstechnikai feladatok leírása

A kísérletsorozat elvégzése és összehasonlíthatósága érdekében kijelöltünk egy teljesítendő pályát. A pálya felépítésénél figyelembe vettük, hogy a részfeladatok fizikai pozicionálása lehetővé tegye a többféle sorrend végrehajthatóságát. Ez a tényező azért nagyon fontos, mert lehetőség szerint a legkisebbre próbáltuk venni a pálya betanulásának lehetőségét, elérve azt, hogy többszöri azonos feladatsor végrehajtásából adódó begyakorlottság legkevésbé befolyásolja a rögzített adatok összehasonlíthatóságát.

A három feladatsorhoz tartozó három külön útvonalat határoztunk meg a tesztelők részére. Az útvonalakat úgy alakítottuk ki, hogy azonos métertávolságot kelljen a feladatok között megtenni, így az időmérések eredményei is hitelesen összehasonlíthatóak lettek.

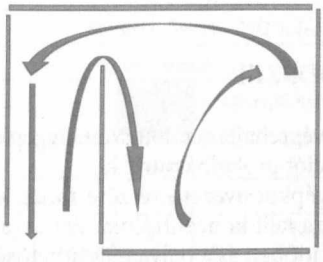
Öt különálló feladatot alakítottunk ki, amelyeknek közös jellemzője, hogy a jármű vezetése során a pontos végrehajtás kikényszeríti a gépkocsivezetőtől a minden irányban figyelést. A pályán két olyan feladatot kellett végrehajtani, amelynél az előrehaladást többször a hátramenet váltotta fel, így mind a két oldalra kellett koncentrálni. A manőverezési feladatok elvégzése során a gépkocsi térbeni elhelyezése és elképzelése is komoly feladatnak minősült.

Négy féle feladatot alakítottunk ki és helyeztünk el a pályán úgy, hogy folyamatos előrehaladással lehessen eljutni egyik feladatból a másikba.

2.2. A feladatok rövid leírása

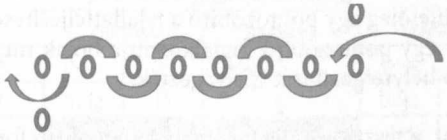
Csapda
A feladat végrehajtása egy zsákutcába behajtás imitálása, ahol a szűk környezetben figyelni kellett a megfelelő pozícionálásra, a legrövidebb és legegyszerűbb feladatmegoldás érdekében.

1. ábra:



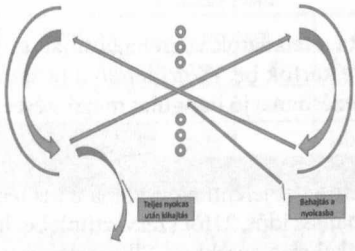
Szlalom menet
Hét terelőkúp kikerülésével teljes szélső pozícióba való kormányzással hajtható végre. A feladatsorok ezzel kezdődnek és fejeződnek be.

2. ábra:



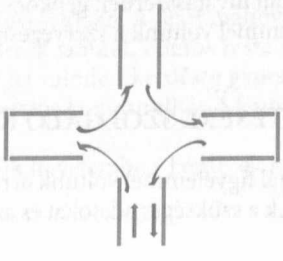
Nyolcas
A feladatot állandó irányból kezdve teljes nyolcast leírva lehetett teljesíteni, ami jó íven kezdve a rendelkezésre álló teljes aszfaltszélességet kihasználva folytonos haladással volt végrehajtható.

3. ábra:



Keresztforgó
Egy szűk folyosóból balra előre kapubejáró, majd onnan kitolatva jobbra hátra kapubejáró, innen balra előre kapubejáró és végül a szűk folyosón keresztül jobbra hátra kellett a pályát elhagyni. A feladat alaprajza keresztforma, és a teljes folyamat eredményeként a gépkocsi körbefordul.

4. ábra:



2.3. Eszközszükséglet

1db tesztautó SKODA OCTAVIA (mindenki számára újszerű, még nem ismert típus),
240 db terelőkúp (anyagát tekintve olyan, hogy a gépkocsiban sérülést ne okozhasson),
2db asztal (adminisztráció és a regisztráció segítésére),
10 db szék,
1 db stopperóra.

3. AZ ALKALMAZOTT MÓDSZER

A komplex gyakorlati feladatsor végrehajtása adott személygépkocsival úgy, hogy három különböző élethelyzethez igazított szituációt próbálhassunk ki.
Az egyik élethelyzet, amikor a gépkocsivezető részére nincs különösebb zavaró tényező, csak a gépkocsira és az adott feladatokra kell koncentrálnia. Ezt „szabad vezetésnek" neveztük el. Ez a vezetési mód adja meg az alapot időben és a pálya teljesíthetőségének tekintetében.
A második élethelyzet, amikor a gépkocsivezető kézben tartott mobiltelefonon keresztül folyamatos kommunikáció megtartása mellett teljesíti a megadott pályafeladatot.
A harmadik élethelyzet, amikor a gépkocsivezető kihangosító rendszeren keresztül folyamatos kommunikáció mellett teljesíti a megadott pályafeladatot.

A feladatok teljesítését pontozóbírák figyelték, akik a pontozólapon a hibákat minőségük és mennyiségük szerint rögzítették, illetőleg egy pontozóbíró a feladatteljesítések idejét is mérte és rögzítette. Feladattípusonként egy-egy pontozóbíró foglalkozott a bóják megfigyelésével, és azok esetenkénti elmozdulását követő helyreigazítását is elvégezték.

A kommunikációs feladatokat a teszt vezetője tartotta kézben olyan formában, hogy mobilhívást kezdeményezve, az aktuális gépkocsivezető bejelentkezését követően a kapcsolatot folyamatosan fenntartva a meghatározott kérdésbankból kérdéseket tett fel a gépkocsivezetőnek.

4. A KÍSÉRLETBEN RÉSZTVEVŐK

A résztvevők létszámát behatárolta a feladatok végrehajtásának szintideje. A résztvevőket három csoportra osztva három időpontra kértük be, elkerülendő a hosszas várakozás kellemetlenségeit. Ez fontos momentum volt a szervezésben a jó hangulat megőrzéséért, hiszen tudatos és segítőkész tesztalanyokra volt szükségünk.

A teszt elemzésénél nagy hibalehetőséget jelenthetett volna a kis létszám, ezért figyelembe véve az egy személyre eső 15 perces végrehajtási időt, 21főt szerveztünk be. Így próbáltuk biztosítani a szükséges mennyiségű adatot a statisztikai elemzésekhez. Elképzeléseink szerint a kisebb létszám esetén nagyobb lett volna annak veszélye, hogy kiértékelhetetlen, félrevezető eredmények születhetnek.

A személyek kiválasztásánál elsődleges szempont volt, hogy érvényes vezetői engedéllyel rendelkezzenek, és vezetés közben – saját bevallásuk szerint – szoktak mobiltelefonálni. További szempont az egyenlő megoszlás a tapasztalt hivatásszerűen gépkocsit vezetők és az átlagosnak mondható gépkocsit vezetők között. Figyelemmel voltunk a szervezésnél arra is, hogy hölgyek is legyenek a beválogatott személyek között.

5. AZ EREDMÉNYEK RÖGZÍTÉSÉRE SZOLGÁLÓ KIÉRTÉKELŐ LAP

A pontozó lap (5. ábra) kialakításánál figyelemmel voltunk arra, hogy a pontozóbírók a kitöltésnél könnyen és gyorsan képesek legyenek a szükséges adatokat és az esetleges hibapontokat bejegyezni.

Egy lapon megjelenítettük a három különböző feladatsort, ahol az elemek ugyanazok, de más sorrendben. A pontozás alkalmával a bója érintése (É) és a bója durva (D) fellökése és elsodrása külön bejegyezhető volt. Az időjárási körülmények változása csak a teljesítés során bekövetkezőkre vonatkozott.

5. ábra:

Tesztelő neve:				MOBIL Teszt - 2013. június 8.						Sorszám: ..../....	
Pontozólap											
I. feladat		kezdete: .....óra ..... perc				időjárási körülmények: borús		esős napos			
másodperc:						összes bója:					
szlalom		kereszt		nyolcas		csapda		szlalom		Összesítés:	
bója	É	bója	É	bója	É	bója	É	bója	É		
bója	D	bója	D	bója	D	bója	D	bója	D		
		labda						labda			
II. feladat		kezdete: .....óra ..... perc				időjárási körülmények: borús		esős napos			
másodperc:						összes bója:					
szlalom		kereszt		csapda		nyolcas		szlalom		Összesítés:	
bója	É	bója	É	bója	É	bója	É	bója	É		
bója	D	bója	D	bója	D		D	bója	D		
		labda						labda			
III. feladat		kezdete: .....óra ..... perc				időjárási körülmények: borús		esős napos			
másodperc:						összes bója:					
szlalom		csapda		nyolcas		kereszt		szlalom		Összesítés:	
bója	É	bója	É	bója	É	bója	É	bója	É		
bója	D	bója	D	bója	D	bója	D	bója	D		
						labda		labda			

6. A FIGYELEM ELVONÁSÁHOZ HASZNÁLT KÉRDÉSBANK

A kérdésbank célja, hogy a telefonon történő kommunikáció során a gépkocsivezető figyelmét csak olyan mértékben kössük le, mintha döntésre volna kényszerítve, illetőleg valamilyen konfliktushelyzetet kellene megoldania. A kérdések feltevése során abban az esetben, amikor a gépkocsivezető ki akart a válaszadás alól kerülni, akkor pluszkéréssel, illetve ösztökélő kérésekkel tartottuk bent a folyamatos kommunikációban. A teszt manőverezési feladatának végrehajtásához szükséges idő határozta meg a kérdések számát. Fontos része volt a tervezésnek, hogy a kérdések száma legalább annyi legyen, hogy ha minden kérdésre gyors válasz születik, az a manőverezési feladatok végéig elég legyen a folyamatos kommunikáció fenntartásához.

A következő fontos tényezőket vettük figyelembe a kérdések megalkotásánál:
- könnyen érthető,
- szokatlan,

- a figyelem folyamatos elvonására alkalmas legyen,
- kevés olyan, amire könnyen és röviden lehet válaszolni,
- elegendő hozzá az általános műveltségi szint,
- vegyes a humán és a reál témakörök szempontjából.

A kérdéscsoportból néhány jellemző kérdést tartalmaz az 1. táblázat.

1. táblázat

Kommunikációs kérdéscsoport

.....Teszt Elek.....

részére

		Helyes válasz	A válasz:			
			pontos	pontatlan	gyors	lassú
1.	Hány betűből áll a neved?	9				
2.	Mennyi a legnagyobb kétjegyű és a legkisebb kétjegyű szám különbsége?	99-10=89				
3.	Sorolj fel 10 magyar megyének a nevét!	Számolni kell!				
4.	14 autónak és kilenc motorkerékpárnak hány kereke van összesen?	74				
5.	Melyik évben született, aki 49 éves?	1964				
6.	Mennyi 27-14+12-9	16				
7.	Ma nyolcadika van! 13-a milyen napra esik majd?	csütörtök				
8.	Mennyi az egyjegyű páratlan számok összege?	25				
9.	Ez a gépkocsi összesen hány km-t tett meg idáig?	4450				
10.	Betűzd a vezetékneved visszafelé!					

A kérdésekre kapott válaszok értékelése a tesztvezető feladata volt. A túlzottan elhúzódó válaszok a lassú, míg a hirtelen megválaszoltak a gyors minősítést kapták. Külön értékeltük a helyes és a helytelen válaszokat, pontos és pontatlan minősítéssel megjelölve.

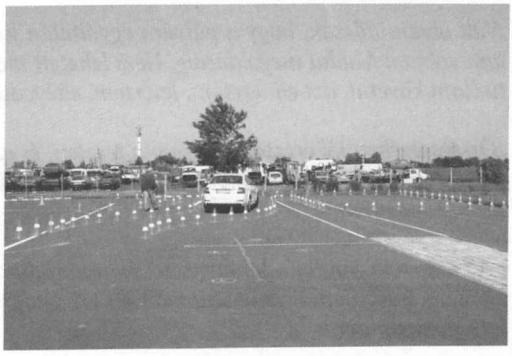
A kérdések feltevésekor azon esetekben, ahol számolási feladat volt a kérdés, akkor nem egyszerre ismertettük a műveletsort. Ez azt jelenti, hogy ha a feladat 27-14+12-9, ami egyenlő 16-tal, akkor a részfeladatok közlése úgy történt, hogy egy részfeladat közlését követően a részeredmény megválaszolása után közöltük a következő műveletet. A tapasztalatok szerint ez volt az egyik legnehezebb feladat.

7. A TESZT VÉGREHAJTÁSÁNAK TECHNIKAI LEÍRÁSA

A teszt előkészítésénél fontos szempont volt, hogy a tesztalanyok ne várakozzanak túl sokat, ezért a feladatok modellezésekor megállapított időszintek figyelembevételével kértük a kialakított három csoport, előre meghirdetett időpontra érkezését.

A pálya reggeli felépítését követően a teszt elvégzésére vállalkozók köszöntését és rövid eligazítását követően a pontozóbírókkal megbeszéltük az egységes kiértékelés feltételeit. A pontozólap ismertetése mellett a pályafeladatok hibalehetőségeit, és azok bejegyzésének módját egyeztettük. A pontozóbíróknál személyenként kiadott pontozólapon az ejtett hibákat, valamint a teljes feladat végrehajtási idejét rögzítettük. A következő személyeknél egyeztettük, hogy ki szállt be a gépkocsiba, és ha mindenki visszajelzett, csak akkor kezdődhetett a feladat végrehajtása. (6., 7. ábra)

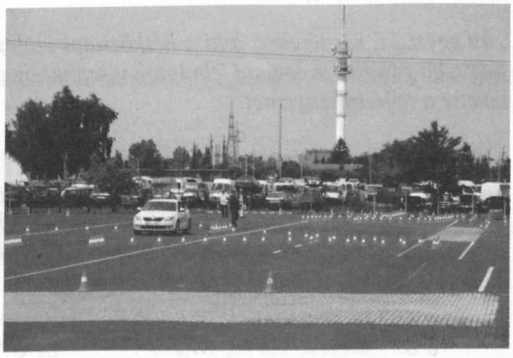
6-7. ábra



Az aktuális csoport megérkezésekor a teszt vezetője eligazította a tesztalanyokat az elvégzendő feladatok tekintetében, majd szabadvezetésben bemutatta a pályán lévő feladatok végrehajtásának módját. A bemutató vezetés után a sorrendet tisztázva felhívtuk minden résztvevő figyelmét, hogy ügyeljenek a biztonságos vezetésre amellett, hogy igyekezzenek a tudásuk legjavát adni.

A három feladatsorból egy feladatvariációt minden csoporttag teljesített, majd csak ezt követően váltottunk a következő variációra, azért, hogy a folyamatos és gyors egymás utáni végrehajtás a legkevésbé legyen hatással a teszt eredményeire. (8., 9. ábra)

8-9. ábra



A mobiltelefonos kommunikáció úgy történt, hogy a gépkocsiba beszállást és a kezelőszervekhez legjobb pozíció beállítását követően érkezett a hívás, majd a kapcsolat létrejötte után a kommuni-

káció megkezdése egybe esett a manőverezési feladatsor végrehajtásának kezdetével. A mobiltelefonok használata a teszt során nem került külön költségbe, mert ingyenes családi kedvezménnyel működtetett előfizetés segítette a munkánkat.

A feladatok végrehajtását követően az aktuális csoportot összehívtuk egy rövid interjúra, ahol közös beszélgetés közben a teszt vezetőjének irányítása mellett kifejthették az első benyomásokat és az esetleges kudarcokat is meg lehetett beszélni.

8. A KÍSÉRLETBEN RÉSZTVEVŐK BENYOMÁSAI, VÉLEMÉNYEI

A tesztet követően megkértük a résztvevőket, hogy írják le a véleményüket a programról és az ott tapasztaltakról. Nem adtunk előre szerkesztett kérdőíveket.

Példák:

„Volt olyan időszak, hogy a pályára egyáltalán nem is tudtam koncentrálni, legszívesebben megálltam volna a feladat megoldásáig. Nem lehetett megállni ezért néha a kijelölt pálya nyomvonalát sem tudtam követni, azt elhagytam, letértem, eltévedtem."

„Összességében jól éreztem magam a teszten, és az, amit eddig is tudtam, az most hatványozódott a tudatomban: a mobiltelefon használata rendkívüli mértékben növeli a reakció időt, a figyelmet óriási mértékben elveheti."

„Az alapvető gondot a kihangosító (kommunikáció) jelentette. Annyira lekötötte a figyelmet, annak ellenére, hogy nem igazán válaszoltam jól, nem tudtam a vezetésre sem koncentrálni. Többször kellett korrigálnom is."

„A figyelmem abban a pillanatban a kérdésre terelődött, és minden igyekezetem ellenére ott is maradt, nem kis megdöbbenésemre. Nem csupán a következő feladat megtalálása okozott gondot az engem lelkesen terelgető segítők útmutatása ellenére. A nagy nehezen betájolt irány után megérkezve az egyes feladatokhoz, annyira leterhelték az agyam kapacitását az egyébként nem túl bonyolult, ám VÁRATLAN kérdések, hogy még a teljesen nyilvánvaló és egyszerű technikai feladatok sem igazán mentek, nem hogy a keményebbek."

„Azoknak a kérdéseknek a megválaszolása, amiket „lengőből" tudtam, nem okozott problémát, viszont ami matematikai feladvány volt, azaz pluszban kellett forgatni az eszemet, hát ilyenkor el kellett „dobni a telefont", ha rendben teljesíteni akartam a parkolási feladatot."

„Az egyszerű kérdésekre, ami a hétköznapi szóhasználatban gyakrabban előfordul, az nem okozott nagyobb gondot. A logikai feladatok viszont, ahol számolni, újszerűen gondolkodni kell, az nagyban levette a teljesítményemet."

„Megindultam, a pálya már akkorra egyértelmű volt, viszont azok a kérdések! Próbáltam gondolkodni, válaszolni, terelni, de a tesztvezető egy pillanatig sem hagyott békén és így alattam is meg-megállt a Skoda. Annyira elvitte a figyelmem a kommunikáció, hogy egyszerű kérdésekre se ment könnyedén a válasz. Az autó is csak érzésből gurult, nem ritkán a szerencsére bízva a dolgot. Sokkolt a feladat. Kellett volna egy fotó mindenkiről, mikor kiszállt az autóból."

Aki végigolvasta ezeket a sorokat, annak úgy gondoljuk, nem kell külön kommentár a mobiltelefon vezetés közbeni használatával kapcsolatos problémakör megértéséhez.

9. A FELDOLGOZÁS MILYEN SZEMPONTOK ALAPJÁN VALÓSULT MEG?

Az egyes vezetési jellemzők egymásra gyakorolt hatását a matematikai statisztika módszereivel értékeltük.

9.1. Jellemzők:

vezetési forma:
- szabad (zavarás mentes) vezetés,
- kézben tartott telefonnal és
- kihangosítással;

életkor és korcsoportok,
- 40 év alattiak,
- 40 – 49 évesek és
- 50 éven felüliek;

elkövetett hibapont;
vezetési idő;
a kommunikációt illetően:
- a megválaszolt kérdések száma,
- a jó válaszok száma és a
- a válaszok gyorsasága;

9.2. A TESZT VÉGREHAJTÁSA KÉTFÉLE FELADATSORRENDDEL VALÓSULT MEG:

Az első feladatsorrend (**1 – 8 sorszámú vezetési teszt**):
szabad vezetés
kézben tartott telefonnal kommunikáció
kihangosított telefonnal kommunikáció

A második feladatsorrend (**9 – 21 sorszámú vezetési teszt**):
kihangosított telefonnal kommunikáció
szabad vezetés
kézben tartott telefonnal kommunikáció

A harmadik feladatsorrend kipróbálására a korlátozott vezetői létszám és idő hiányában nem került sor:
kézben tartott telefonnal kommunikáció
kihangosított telefonnal kommunikáció
szabad vezetés
tette volna teljessé a tesztet.
A jellemzők egymásra hatását a matematikai értelemben kisszámú minta (21 vezetés) miatt csak kétváltozós analízissel értékeltük.

10. A RÖGZÍTETT EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSI MÓDSZERE

A jellemzők komplex többváltozós analízissel történő kiértékelését, – amelyből korrelációszámítással a meghatározó jellemzők kiválaszthatók - kizárja az alacsony mintaszám.

A két jellemző közötti összefüggést kétváltozós analízissel, lineáris regresszió számításával határoztuk meg.
A mérési eredményeket – az n elemű x,y koordinátával jellemezhető pontokat - legjobban közelítő egyenes egyenletének számítása:

$F(x) = A * x + B$ egyenlet alapján

Illeszkedés akkor a legjobb, ha valamennyi pont tényleges y – koordinátája és a közelítő egyenes egyenletéből számított F(x) érték alapján számított eltérések négyzetösszege minimális, azaz:

$$\text{Delta} = \sum_{i=1}^{n} (y_i - F(x_i))^2 \rightarrow \text{minimum}$$

feltételből számítható a regressziós egyenes egyenlete.

amely kifejtve:

$$\text{Delta} = \sum_{i=1}^{n} (y_i^2 + A^2 * x_i^2 + B^2 - 2 * A * x_i * y_i - 2 * B * y_i + 2 * A * B * x_i)$$

Minimumhely feltételei: Két parciális derivált = 0-val

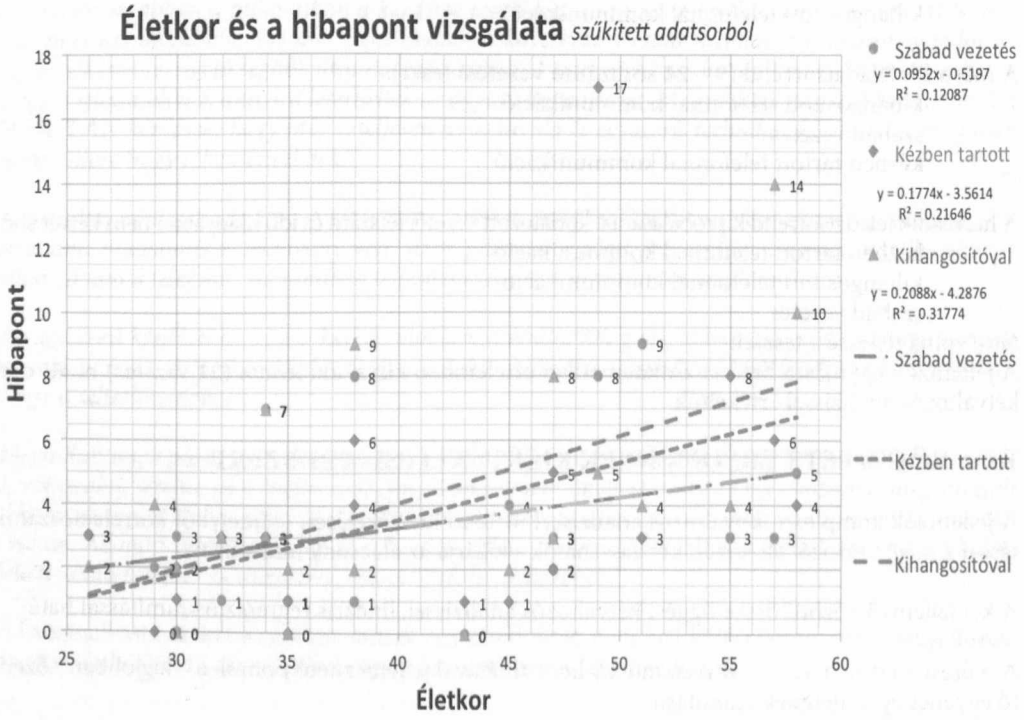
$$\delta \text{ Delta}(A,B) / \delta A = 2 * A * \Sigma x*x - 2 * \Sigma x*y + 2 * B \Sigma x = 0$$

$$\delta \text{ Delta}(A,B) / \delta A = 2 * B - 2 * \Sigma y + 2 * A * \Sigma x = 0$$

A kétismeretlenes lineáris egyenletrendszer könnyen megoldható, amit egyébként az EXCEL táblázat kezelő is automatikusan ki tud számolni.

Az illeszkedés pontossága az eltérések négyzetösszegéből számolt ($R2 = 1 - \text{Delta} / \Sigma y_i^2$) determinációs együtthatóval jól jellemezhető.

10. ábra

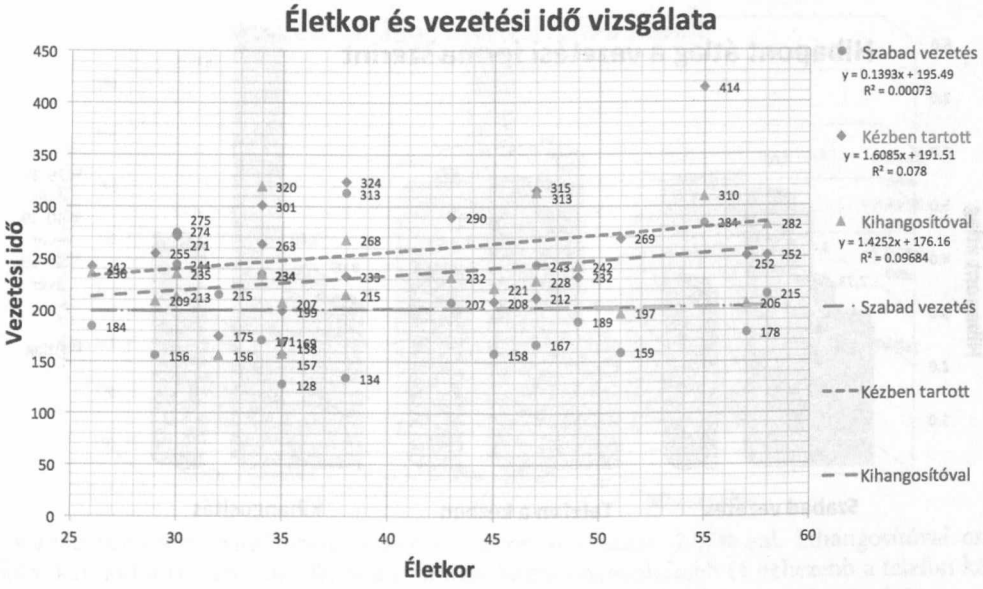


10.1. Az eredmények bemutatása (kiértékelő görbék, diagramok)

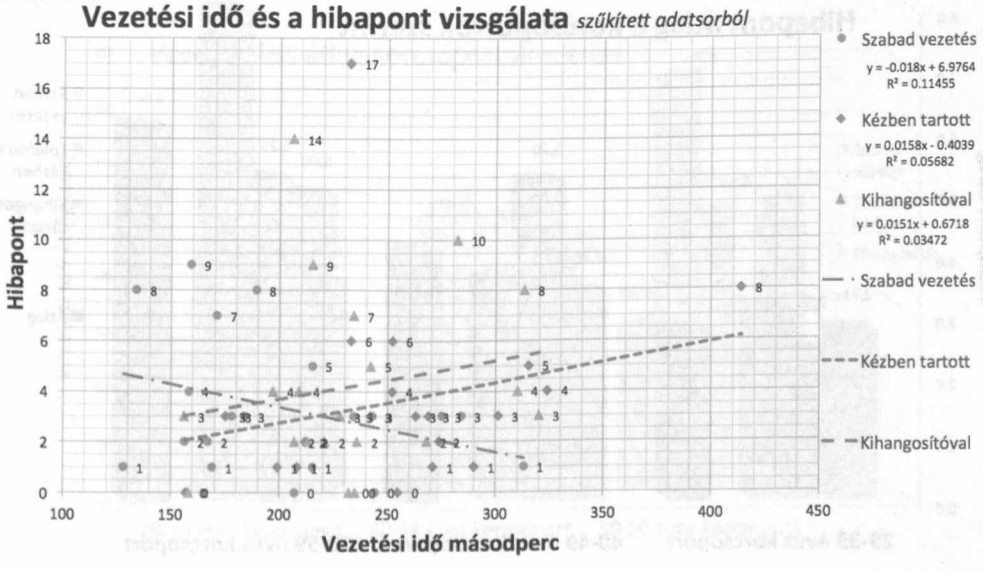
(A 02-es számú vezető mind a három vezetési formában és a vezetési időben is a legrosszabb eredményt érte el. A matematikailag alacsony vizsgálati eredményt egy minden szempontból szélsőséges adatsor jelentősen eltorzítaná, ezért az elemzésből kihagytuk.)

Az életkor növekedésével a hibapontok száma emelkedett. A kézben tartott telefonos és a kihangosítóval való vezetés között fordított eredmény született, mert a pálya betanulás a feladatsorrendből adódóan eltorzította ezt az eredményt (10. ábra).

11. ábra



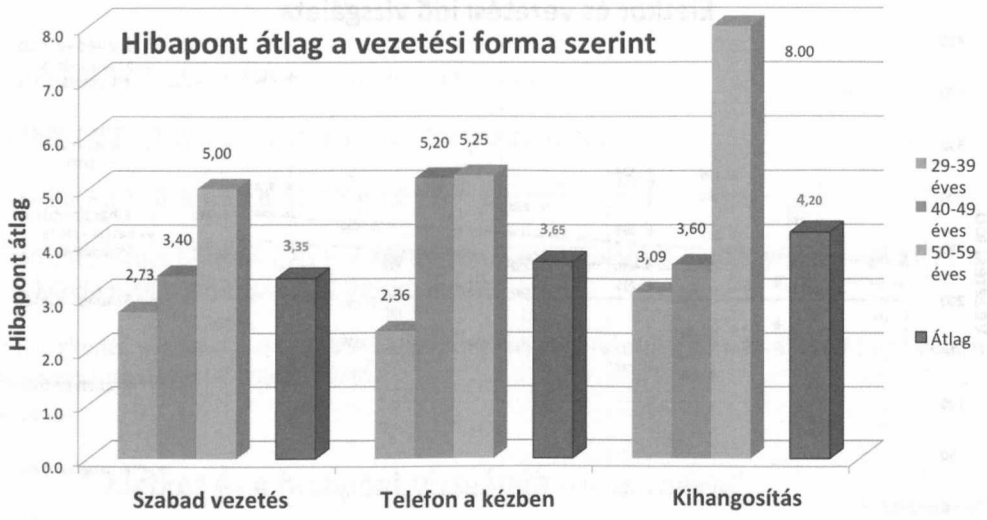
12. ábra



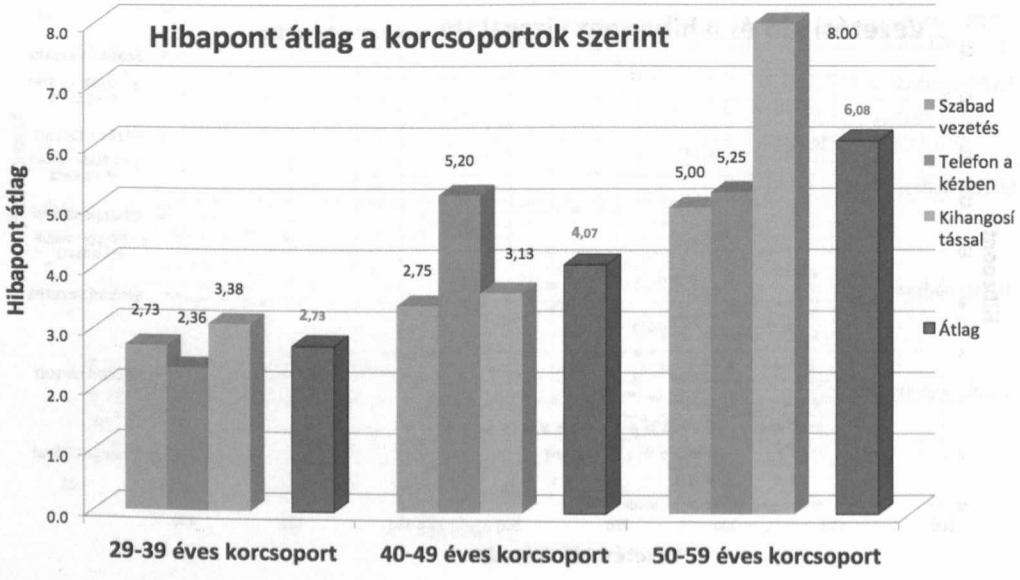
A vezetési idő szabad vezetésnél szinte független az életkortól. Kézben tartott telefonnal, valamivel nagyobb vezetési időt mértünk, azaz a járművezetők óvatosabban vezettek, mint a kihangosítós kommunikáció esetén. Ez az időtöbblet véleményünk szerint bizonyítja, hogy a kézben tartott telefon nagyobb mértékben nehezíti a gépjármű vezetését (11. ábra).

A szabad vezetésnél a vezetési idő növekedése a hibapontok csökkenését eredményezte. A kommunikációs feladat végrehajtása esetén nő a vezetési idő a kérdések megválaszolásának hatására, ezzel bizonyítottuk a már ismert reakciót, miszerint ha valaki telefonál vezetés közben, akkor önkéntelenül alacsonyabb sebességet választ. A hosszabb gondolkodási idők a vezetési hibák növekedését is eredményezte (12. ábra).

13. ábra



14. ábra

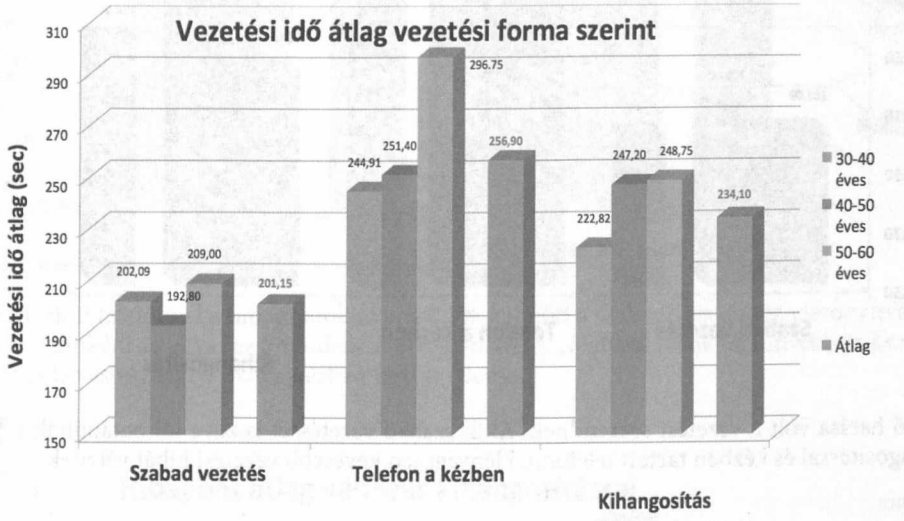


Jellemzők értékelése:

A hibapont átlagok vezetési formák között kis mértékben változtak, szembetűnő, hogy az idősebb korcsoport mennyivel érzékenyebb a kihangosító használatára. A szabad vezetéshez viszonyítva, kézben tartott telefonnal csak 8,9%-kal, kihangosítással pedig 25,4%-kal nőtt a hibák száma (13. ábra).

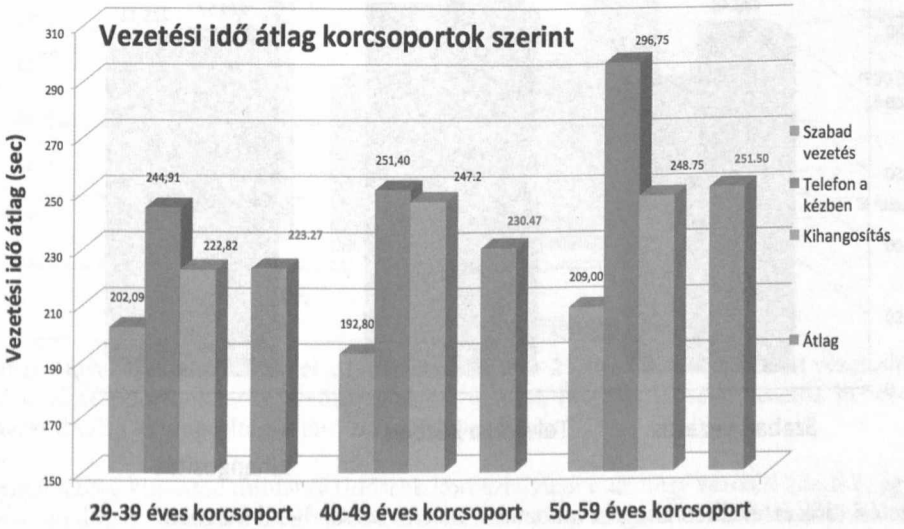
A korcsoportokat megvizsgálva elsősorban az idősebb korosztály vétett több hibát a telefonos és a kihangosítós vezetés közben. A „legfiatalabb" korcsoporthoz viszonyítva a középkorúak 49,1%-kal, az idősek: 122,7%-kal több hibát vétettek (14. ábra).

15. ábra



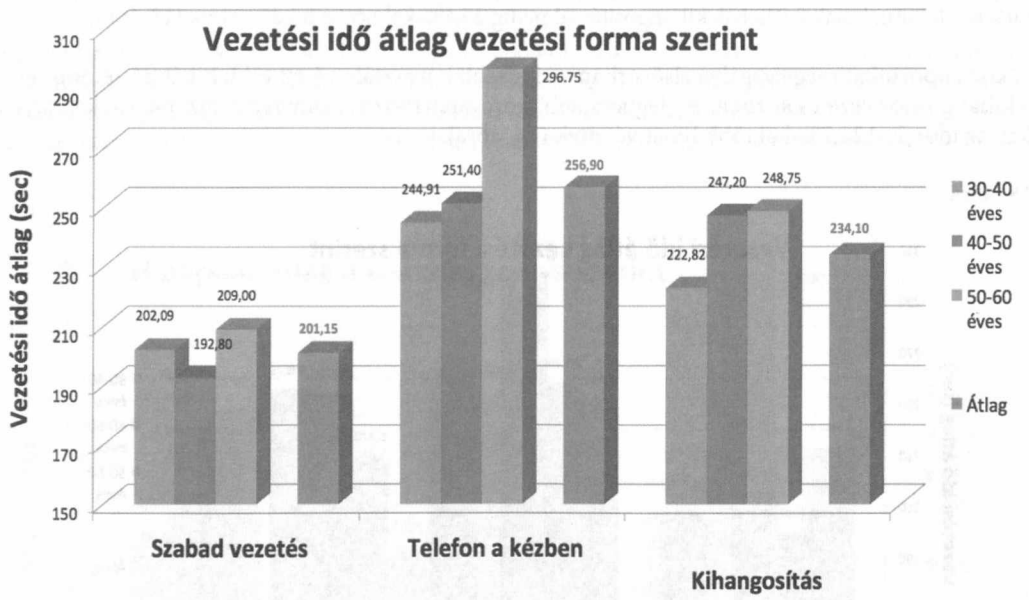
A szabad vezetéshez viszonyítva, a kézben tartott telefonnal: 27,7%-kal, kihangosítóval csak 16,4%-kal nőtt a vezetési idő. Tehát a technikai kezelés bonyolultabb és nehezebb a telefon kézbentartása esetén. A reakcióidő megnő és a manőverezés minősége és pontossága is sérül.

16. ábra



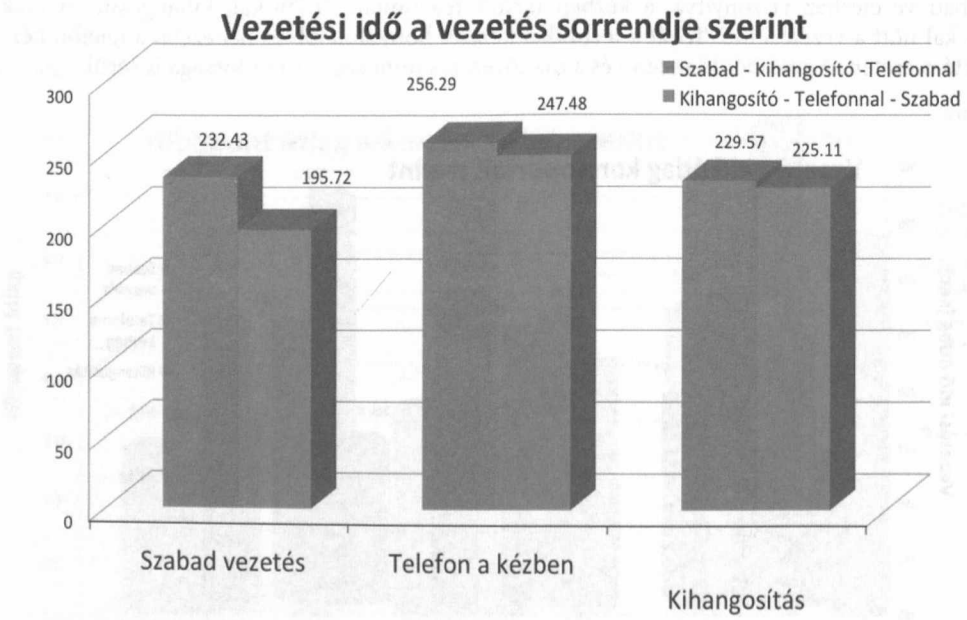
A vezetési idők átlaga a „fiatalabb" korcsoporthoz viszonyítva kis mértékben növekedett, „közép" korosztálynál 3,2%-kal és az „idősebb" korosztálynál 12,6%-kal nőtt.

17. ábra



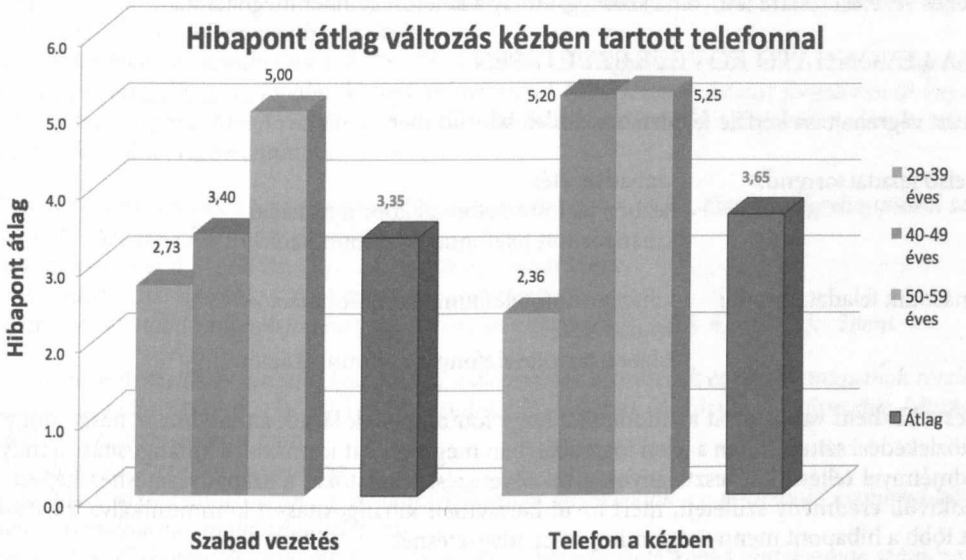
Döntő hatása volt a vezetési sorrendnek. Akik szabad vezetéssel kezdve jól betanulták a pályát, kihangosítással és kézben tartott telefonnal lényegesen kevesebb vezetési hibát vétettek.

18. ábra



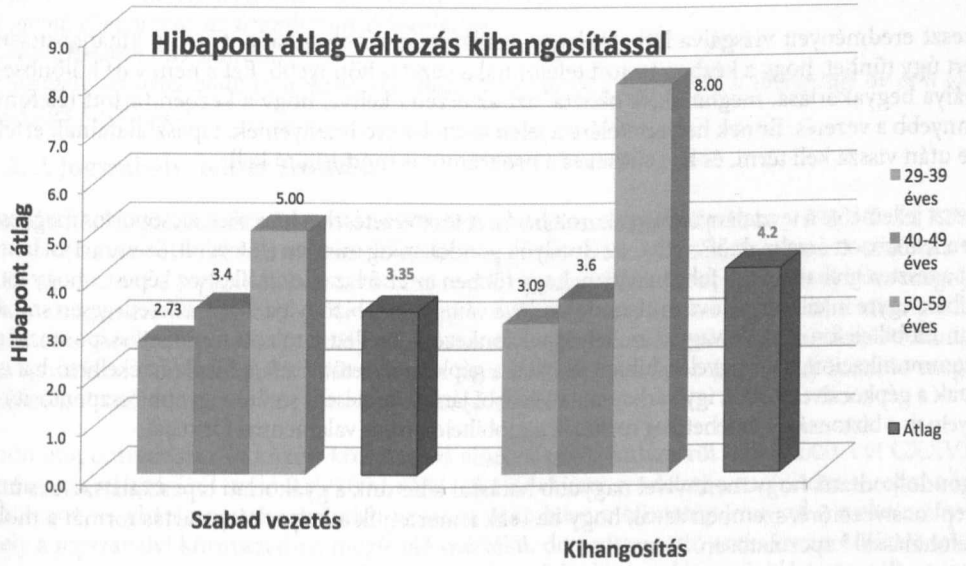
A vezetési idők értékelhetően nem változtak a vezetés sorrendjétől függően.

19. ábra



Kézben tartott telefonnal a hibapontok száma 8,9%-kal nőtt a szabad vezetéshez viszonyítva. Korcsoportonként is ugyanez a tendencia érzékelhető. A „legfiatalabbak" könnyebben kezelik a telefont és kevésbé zavarja őket a kézben tartott telefon.

20. ábra



A kihangosítóval történő vezetésnél a hibapontok száma 25,4%-kal nőtt a szabad vezetéshez viszonyítva. Korcsoportonkénti összehasonlításnál feltűnő, hogy az idősebb vezetők nehezebben alkalmazkodnak a kihangosítással járó zavaró tényezőkhöz.

A matematikailag kisszámú mintából (idősebb korosztályban csak négy vezetési adatból) egy-egy gyengébb eredmény eltorzítja a kiértékelést. Matematikailag megbízható kiértékeléshez korcso-

portonként, és mind a három vezetési sorrend szerint variált 30 - 30 főre, azaz összesen 270 önálló és teljes vezetési tesztre lett volna szükség, amely a lehetőségeinket meghaladta.

11. A LEVONHATÓ KÖVETKEZTETÉSEK

A teszt végrehajtása kétféle feladatsorrenddel valósult meg.

Az első feladatsorrend:	szabadvezetés kézben tartott telefonnal kommunikáció kihangosított telefonnal kommunikáció
A második feladatsorrend:	kihangosított telefonnal kommunikáció szabadvezetés kézben tartott telefonnal kommunikáció

A teszt közbeni változtatást az indokolta, hogy fontosabbnak láttuk annak bizonyítását, hogy az új közlekedési szituációban a jelen jogszabályban megengedett formával, a kihangosítással milyen eredménnyel teljesítik a tesztalanyok a manőverezési feladatokat a szabadvezetéshez képest. Itt rendkívüli eredmény született, mert az új helyzetben kihangosítással kommunikálva 25,4%-kal volt több a hibapont mennyisége mint a szabadvezetésnél.

A változtatás eredményeként a feladatok begyakorlásának lehetősége adott volt, hiszen a második feladatsort szabadvezetéssel teljesítették a tesztelők és csak ezek után jött a kézben tartott telefonnal a vezetés. A teszt eredményeit megfigyelve jól látható, hogy kétszeri végrehajtás esetét követően (a pálya feladatai ugyanazok, csak más sorrendben) a kézben tartott telefonnal a feladat végrehajtása jelentős hibapontmennyiség emelkedést, 8.9%-ot eredményezett a szabadvezetéshez képest.

A teszt eredményeit vizsgálva látható, hogy rendszeresen több hibapont volt a kihangosításnál, ezért úgy tűnhet, hogy a kézben tartott telefonnal a vezetés könnyebb. Ezt a nem várt különbséget a pálya begyakorlása, megtanulása okozta, azt az érzetet keltve, hogy a kézben tartott telefonnal könnyebb a vezetés. Ennek helyretételére a jelen tesztelés eredményeinek, tapasztalatainak értékelése után vissza kell térni, és ha szükséges a programot is módosítani kell.

A teszt jellemzője a tesztalanyokra gyakorolt hatás. A tesztvezetéseket követően a csoportos megbeszélésen felfokozott érzelmektől kezdve, az elmélyült gondolatokig minden előfordult. Szemmel jól látható volt a teszt végrehajtásának folyamatában, hogy többen az első laza hozzáálláshoz képest, ahogy jöttek a hibák, egyre inkább figyelővé és elgondolkodóvá váltak. Ez is bizonyítja, hogy az esetlegesen szabálytalan mobiltelefon-kezelés vagy a szabályos telefonkezelés mellett a túlzott figyelemösszpontosítással a kommunikációra való figyelés, hibára készteti a gépkocsivezetőt. Ezek a hibák érzékelhető hatással voltak a gépkocsivezetőkre, így várhatóan a későbbi járművezetéseik során nagyobb összpontosítással figyelnek a biztonságra és lehetőleg mellőzik a mobiltelefonálás valamennyi formáját.

Elgondolkodtató, hogy mennyivel nagyobb hatással lehetünk a gyakorlati tapasztalatszerzés útján a gépkocsivezetőre, szemben azzal, hogy ha csak ismertetjük a helyes magatartás formát a mobiltelefonálással kapcsolatosan.

12. JAVASLATTÉTEL A KÖZLEKEDÉS BIZTONSÁGÁNAK JAVÍTÁSÁRA

12.1. A jogszabályi háttér:

A közúti közlekedés szabályairól 1/1975. (II. 5.) KPM–BM együttes rendelet, a közlekedésben résztvevőkre vonatkozó általános rendelkezések 3. § (2) bekezdés; a gépkocsi vezetője menet közben kéz-

ben tartott mobil rádiótelefont nem használhat. A kétkerekű, továbbá gépkocsinak nem minősülő háromkerekű jármű vezetője menet közben – ideértve a forgalmi okból történő megállást is – kézben tartott mobil rádiótelefont nem használhat.
A közúti közlekedés szabályairól 1/1975. (II. 5.) KPM–BM együttes rendelet, 1. számú függelék a rendeletben használt egyes fogalmak meghatározásánál III. fejezet: A közúti forgalommal kapcsolatos fogalmak i)pont; Mobil rádiótelefon: a közcélú mobil rádiótelefon szolgáltatás igénybevételére alkalmas készülék (végberendezés).

A közúti közlekedési előéleti pontrendszerről szóló 2000. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról szóló 236/2000. (XII. 23.) Kormány rendelet
1. számú melléklet a 236/2000. (XII. 23.) Kormány rendelethez
A pontrendszer hatálya alá tartozó egyes szabálysértések
Kézben tartott mobil rádiótelefon használata menet közben [KRESZ 3. § (2) bek.]; 3pont

A közúti járművezetők és a közúti közlekedési szakemberek képzésének és vizsgáztatásának részletes szabályairól szóló 24/2005. (IV. 21.) GKM rendelet 3. melléklet (A közúti járművezetők képzésére vonatkozó részletes eljárási rend)
3.5.4. Mobil rádiótelefon használata
Az oktatás és vizsgáztatás során az oktatójárművekben tartózkodók – a rendkívüli eseményt kivéve – nem használhatnak mobil rádiótelefont.
A Nemzeti Közlekedési Hatóság által a „B" kategóriás járművezető-képző tanfolyamok számára kiadott Tantervi és Vizsgakövetelményekben „CA." pontnál a „Közlekedési alapismeretek" témakörnél a következőképen jelenik meg:

A közlekedés feltételei, elindulás előtti teendők
– a járművezetés személyi feltételei, a gyalogos fogalmának kifejtése,
– a járművek közlekedésben való részvételének a feltételei,
– a jármű ellenőrzése, az üzembentartó felelőssége,
*– **a mobiltelefon használata,***
– a személy- és teherszállítás, a járművek utasaira vonatkozó szabályok, a biztonsági öv és a gyermekülés használata.

12.2. A jogszabályi háttér erősítése

A közúti közlekedésben alapvetően a mobiltelefon használatának tilalmát a 1/1975. (II. 5.) KPM–BM együttes rendeletből származtatjuk. A tiltás egyértelműen csak a kézben tartott telefonra vonatkozik. Az, aki a jogszabályban olvasottak után kihangosítással vezeti gépkocsiját az megnyugodhat, hogy nem büntetik meg. Kérdés, hogy a vezető mennyire van tudatában a kihangosított telefonálás veszélyeinek. A jogszabályban is lehetne utalás a veszélyes körülményekre. Például: „a kihangosítással való telefonálás szabályos, de nem ajánlott" gondolat ilyen, vagy hasonló megfogalmazással utalhatna arra, hogy mi a követendő viselkedés.

A büntetőpontrendszer (a közúti közlekedési előéleti pontrendszerről szóló 2000. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról szóló 236/2000. (XII. 23.) Kormány rendelet) a mobiltelefon nem a jogszabályban meghatározottak szerinti használata után három büntetőpontot ad a cselekményért, amely a jogszabályi környezetben megfelelő mértékű, de a visszatartó ereje kevés, különös tekintettel arra, hogy a tettenérés sem kellően megoldott. Jelenleg a jobb megoldást szolgálja a fixen telepített és mobil kamerák kiterjedt alkalmazása, ami remélhetően eléri célját és visszaszorítja a kézben tartott mobiltelefonnal való közlekedést.

A járművezető-képzésben a 24/2005. (IV. 21.) GKM rendelet szerinti előírás, úm. teljes tilalom a mobiltelefon használatával kapcsolatban nehezen tartható be. A gyakorlati képzést tekintve elég

egy forgalmas rutinpálya mellett megállni, vagy oktatói járművek által frekventáltan látogatott területet megfigyelni, és láthatjuk, hogy a gyakorlati oktatók rendszeresen kézben tartott mobiltelefonnal hívást fogadnak, vagy éppen hívást kezdeményeznek, miközben az oktató(!) a jármű vezetője. Az oktatókkal folytatott beszélgetések során kirajzolódik egy általános indoklás, amely részben érthető, mivel a vélemény az, hogy a járművezető-képzés egy vállalkozói, üzleti tevékenység, amelynek során az oktató munkaidejének közel 80-90%-át vezetéssel tölti. Az üzleti tevékenységnek pedig elengedhetetlen része a telefonon való elérhetőség fenntartása.
Az viszont elfogadhatatlan, amikor a tanuló mellett kézben tartott mobiltelefonnal beszélgetést bonyolítva végzi a munkáját az oktató, ez semmiképpen sem lehet elég hatékony és biztonságos.

A javasolható megoldás, hogy a gyakorlati oktatókat az oktatás során kötelezzék a kihangosítás vagy a headset használatára. Abban az esetben, ha néhány mondatnál hosszabb beszélgetést kívánnak folytatni, akkor megállás vagy várakozás céljából álljanak meg, és így jó példát mutatva teljesítsék az előírt feltételen túlmenően a biztonságos közlekedésre nevelést.

A képzési rendeletben helyesbítésre kerülhetne a mobiltelefon használat oly módon, hogy az a szakoktatók részéről végrehajtható legyen, valamint az egyszerű ellenőrizhetőség is megvalósuljon. Az oktatás során az előbbiekben leírtak szerint kellene eljárni, a vizsgáztatásnál viszont meg kell tartani a jelenleg is érvényben lévő legszigorúbb szabályozást a vizsga tiszta megítélhetősége érdekében.

A járművezető-képzés módszertanában jelenleg a képzés során elméleti az oktatásnál az alap jogszabályra hivatkozva jelenik meg a tananyagban a vezetés közbeni mobiltelefon használat problémaköre. A közlekedési ismeretek oktatásánál és az ehhez kapcsolódó elméleti tesztkérdéseknél határozzák meg a tilalmat. A vezetéselméleti oktatásban csak akkor van szó a telefonhasználatról és annak veszélyeiről, ha az oktató önszorgalomból beszél erről.

A gyakorlati képzés során sokszor a szakoktató a tanulót (szinte észrevétlenül) rossz példával szoktatja hozzá a gépkocsivezetés közbeni telefonálásra, hiszen amikor a tanuló és az oktató közötti bizalmon alapuló tanítás folyik, akkor a rossz példa rendkívül ragadós.

A járművek vezetéselméleti oktatásának aktualizálása fontos feladat. A tantervekben részletesebb tartalmi megfogalmazással kell biztosítani minden olyan eszköz (rádiótelefon, GPS, rádióval való forgalmazás, stb.) használatával kapcsolatos vezetéselméleti ismereteket, amelyek a gépkocsivezetés alkalmával előfordulhatnak. Megfelelő szakértelemmel rendelkező szakoktató segítségével jó módszer lehet a balesetek elemzése, amelynek végén konklúzióként maga a tanuló látja be, hogy milyen veszéllyel jár az olyan eszközök használata vezetés közben, amelyek elvonják és megosztják a figyelmet, és a jármű hibátlan technikai kezelését is veszélyeztetik.

A gyakorlati felkészítés végső fázisában, természetesen megfelelően koordinálva, zárt pályán mobiltelefonnal való kommunikáció közbeni vezetéssel bebizonyítható lenne a tanuló részére – hibáin keresztül – a jelentős teljesítménycsökkenés, így tudatosítva és erősítve a biztonságos közlekedési igényt és törekvést.
Megfelelő támogatással létre kellene hozni egy olyan balesetelemzést (film), amit az elméleti oktatás anyagaként felhasználva, elérhető a megfelelő hatás. Megjegyezni kívánjuk, hogy ma a Net-en forgalomban lévő kifejezetten a megdöbbentés szándékával készült anyagok nem alkalmasak a képzés eszközeként. Ezekkel ugyanis nem félelmet kell kelteni, hanem felelősségérzetet, amit csak szakember közreműködésével, erre a célra kifejlesztett anyag felhasználásával érhetünk el.

A mobiltelefon járművezetés közbeni használata alapvetően egyéni és szélesebb körben társadalmi problémákra vezethető vissza. A járművezető-képzés és közlekedési szakemberképzésben

elvárható a megfelelő lépések megtétele a ma már valós társadalmi problémának tekinthető, a közlekedésbiztonságot alapvetően befolyásoló témakör kezelésére.

12.3. TOVÁBBI JAVASLATOK

A teszt vezetéstechnikai feladatainak végrehajtása lehetőséget nyújt a gépkocsivezetőnek, hogy saját gyakorlati tapasztalata útján jusson el a végkövetkeztetéshez, ami szabályos és biztonságos közlekedést jelent. Kialakításra kerülhetne egy olyan kompakt verziója a tesztnek, amit a megfelelő hellyel rendelkező rendezvényeken rövid idő és eszközbefektetéssel fel lehet építeni. Azt a hatást kellene mindenképpen elérni, hogy az érdeklődő gépkocsivezető két pályát teljesítve – a feladatok végrehajtása összesen nem venne igénybe több mint 10 percet – eljutna arra a végkövetkeztetésre, hogy mekkora felelőtlenséget követ el az, aki úgy gondolja, hogy minden hiba nélkül képes mobiltelefonálás közben gépkocsit vezetve a forgalomban részt venni.

A gépkocsivezetők figyelmét fel kell hívni arra is, hogy nem csak a telefonok kezelése rejt veszélyeket, hanem az egyéb híradástechnikai eszközök járművezetés közben való használata is. A telefonnal kapcsolatos egyéb problémaköröket a tesztünk alatt nem vizsgáltuk. Ilyenek a telefoni híváskezdeményezés és fogadás, illetve az internettel kapcsolatos kommunikáció vagy éppen az SMS írás.

A legfontosabb előrelépéseket a közlekedők nevelésében látjuk. Ezért olyan programokat kell létrehozni, amelyek alkalmasak akár gyakorlati tapasztalás útján eljuttatni a gépkocsivezetőket arra a szintre, hogy ne csak tudomást vegyenek a veszélyhelyzetről, hanem belső késztetésük legyen a veszélyhelyzetek megelőzésére is.

13. ÖSSZEFOGLALÁS

A teszt, a tervezésétől a végrehajtáson keresztül, a létrejött eredmények feldolgozásáig számunkra kiváló példája volt annak, hogy a közlekedésbiztonságot érintő téma támogatása valamennyi közlekedésben résztvevő részére egyaránt fontos attól függetlenül, hogy szakemberekről van szó vagy „csak" közlekedő állampolgárokról.

Bizonyítani tudtuk, hogy a szabad vezetésnél is alkalmanként hibára késztethető a gépkocsivezető, de ha kihangosítással kommunikálva egy ismeretlen területre, vagy új szituációban kerül, akkor akár 25%-kal több hibát véthet a gépkocsivezetése során.

A gyakorlati program végrehajtásával azt gondoljuk, hogy ha a gépkocsivezető részére kézzel fogható, személyesen átélt visszacsatolásokat adunk a mobiltelefonálás és egyéb figyelemelvonására alkalmas eszközök vezetés közbeni veszélyeiről, akkor a leghatékonyabb módszerek egyikét alkalmazzuk. Erre jó példa a tesztalanyok által elmondott élmények és a leírt, mélyen megélt gondolatok és tapasztalatok sora.

Véleményünk szerint a legfőbb előrelépés az lehet, ha a járművezető figyelemelvonására alkalmas eszközök használatával kapcsolatban, ha a veszélyek kialakulásának, és a balesetek megelőzésének lehetőségeire felhívjuk a figyelmet. Tanulság, hogy a közlekedésre nevelés megfelelő eszközeit tovább kell kutatni, megtalálni és alkalmazni a mainál hatékonyabb megoldásokat.
A teszt lebonyolítása sok tapasztalatot hozott számunkra. A későbbiek során, ha hasonló teszt kerül előkészítésre, akkor abban szívesen részt veszünk, illetőleg ha erre felkérést kapunk, akkor azt megszervezzük és le is bonyolítjuk.

Tapasztalataink közé tartozik, hogy a tesztre való felkéréseknél könnyen csatlakoztak a segítők és a végrehajtás után szinte kivétel nélkül biztosítottak bennünket a további közreműködésükről.

Zárógondolatként az egyik tesztalanyunk részéről leírtakkal bizonyítva, hogy a programunk a létrehozott adatokon és a statisztikák által alátámasztott megállapításokon túl fontos gondolatok ébredtek azokban, akik végrehajtották a tesztet:

„Mindenképp hálás vagyok, és örülök, hogy részt vehettem ezen a kísérleten, mert ez a kis „teszt" megint segített egy újabb megvilágításból látni a vezetést, és a közlekedést, és nem utolsó sorban egy önismereti tréningként is hasznos volt, ami azt gondolom nem is olyan nagy baj, hogy egy kicsit helyrerakta az idők során elkényelmesedett, magabiztos „rutinos vezető" énemet."

A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE KIADÁSÁT TÁMOGATJA

Nemzeti Fejlesztési Minisztérium