



59. ÉVFOLYAM
6. SZÁM

KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉSI SZEMLE

2009. JÚNIUS

FELELŐS KIADÓ:
Kerékgyártó Attila főigazgató

FELELŐS SZERKESZTŐ:
Dr. Koren Csaba

SZERKESZTŐK:
Fischer Szabolcs
Dr. Gulyás András
Dr. Petőcz Mária
Rétháti András

CÍMLAPON
ÉS A BORÍTÓ 2. OLDALÁN:
Részletek Cegléd vasútállomás
átépítéséből

KÖZLEKEDÉSEPÍTÉSI SZEMLE
Alapította a Közlekedéstudományi
Egyesület.
A közlekedésepítési szakterület
mérnöki és tudományos havi lapja.

HUNGARIAN REVUE OF
TRANSPORT INFRASTRUCTURE
INDEX: 163/832/1/2008
HU ISSN 5060-6222

KIADJA:
Közlekedésfejlesztési
Koordinációs Központ
1024 Budapest, Lövház u. 39.

SZERKESZTŐSÉG:
Széchenyi István Egyetem,
UNIVERSITAS-Győr Nonprofit Kft.
9026 Győr, Egyetem tér 1.
Telefon: 96 503 452
Fax: 96 503 451
E-mail: koren@sze.hu, petocz@sze.hu

DESIGN, NYOMDAI MUNKA,
HIRDETÉSEK, ELŐFIZETÉS:

Press GT Kft.

1134 Budapest, Üteg u. 49.
Telefon: 349-6135
Fax: 452-0270;
E-mail: info@pressgt.hu
Internet: www.pressgt.hu
Lapigazgató: Hollauer Tibor
Hirdetési igazgató: Mező Gizi

A cikkekben szereplő megállapítások és adatok a szerzők véleményét és ismereteit fejezik ki és nem feltétlenül azonosak a szerkesztők véleményével és ismereteivel.

TARTALOM

MOCSÁRI TIBOR

A közúti biztonsági infrastruktúra-menedzsment EU-irányelv hazai bevezetése

1

FRÁNYÓ FERENC

Cegléd vasútállomás korszerűsítése

6

DR. KISS FERENC

A vasúti pálya lassújelei okozta vontatási többletenergiák és költségeik

10

SZARKA ISTVÁN – DR. HABIL. GÁSPÁR LÁSZLÓ

Az útburkolat profiljának gyorsulásmérési elven alapuló jellemzése

17

KINCSES LÁSZLÓ

Autópályák épülnek az ősi Borostyánkő-út nyomvonala mentén

24

DR. ULF ZANDER

Az aszfalt útpálya-szerkezet méretezésének alapjai

27

NÉMETH LÁSZLÓ

Balesetsűrűsödési helyek vizsgálata Zala megye országos közúthálózatán

32

A Bécsi BOKU Egyetem Közlekedési Tanszéke

40

A KÖZÚTI BIZTONSÁGI INFRASTRUKTÚRA-MENEDZSMENT EU-IRÁNYELV HAZAI BEVEZETÉSE

BIZTONSÁGOS KÖZUTAK TERVEZÉSE, ÉPÍTÉSE, ÜZEMELTETÉSE

MOCSÁRI TIBOR¹

Az Európai Unióban készült szakanyagok szerint a közúti infrastruktúra állapota és műszaki tulajdonsága átlagosan minden harmadik balesetnél mint befolyásoló tényező szerepet játszik. A halálos kimenetelű balesetek körülményeinek részletes hazai elemzése azt mutatta, hogy a közút és környezetének bizonyos paramétereire a halálos balesetek 25-30 %-ánál kimutatható hatással voltak. Különösen fontos megjegyezni, hogy a hazai közutak környezete nem „megbocsátó”, vagyis nem csökkenti, hanem inkább növeli a balesetek súlyosságát. Ezen a téren különösen nagy az elmaradás és ezzel kapcsolatban az infrastruktúrát kezelő szervezeteknek van fontos szerepük.

A hazai közlekedésbiztonsági helyzet gyökeres megváltoztatásának igénye ma már kormányzati szinten is elfogadott, amelyet az 1988. évi I. törvény [Kkt] 2007. évi módosítása is bizonyít. A módosítás kiemelt célja a közlekedésbiztonság javítása és a baleset-megelőzésre fordítható források megteremtése. Törekedni kell a rendelkezésre álló költségkeret minél hatékonyabb felhasználására, amelyhez szakértelmre és a korszerű szervezési eljárások alkalmazására van szükség.

Ennek érdekében a legfontosabb feladat az Európai Parlament által 2008 őszén elfogadott „Közúti Biztonsági Infrastruktúra Menedzsment” EU Irányelv hazai bevezetése az országos közúthálózaton. Az új irányelv alapján a hazai közúti infrastrukturális beruházások előkészítési, megvalósítási folyamatában a közlekedésbiztonsági szempontokat fokozottan kell érvényesíteni. A tervezetben szereplő négy tartópillér teljes mértékben lefedi a közúti infrastruktúra kezelésének minden területét a tervezéstől a kivitelezésen át az üzemeltetésig. Az irányelv szabályozási tárgya a közúti biztonsági hatásvizsgálatra, a közúti biztonsági auditra, a közúti biztonsági felülvizsgálatra és az úthálózat közlekedésbiztonsági besorolására és kezelésére terjed ki.

A közúti alágazatra vonatkozó hatályos jogszabályi környezet az alapvető közlekedésbiztonsági előírásokat tartalmazza, a szabályozás viszont nem átfogó és koránt sem teljes körű. A vonatkozó rendelkezések a különböző szintű jogszabályokban nem rendszeresen kerültek szabályozásra, gyakori az átfedés az egyes rendelkezések között és alapvető szabályozási kategóriák hiányoznak a jelenleg hatályos jogi környezetből. Az irányelv rendelkezésének hazai jogrendszerbe illesztése érdekében szükséges a jelenleg hatályos jogszabályok ezirányú felülvizsgálata, egyes rendelkezéseknek a jelenleg is hatályos jogszabályi előírások módosításával, kiegészítésével történő átültetése, de szükség van – különösen a Kkt. záró rendelkezéseiben meghatározott felhatalmazó rendelkezésre is tekintettel – új jogszabály megalkotására is.

A **közúti biztonsági hatásvizsgálat** (a költség-haszon elemzés részeként) és a **közúti biztonsági audit** belekerült a „Közutak terve-

zése” (ÚT 2-1.201) útgyi műszaki előírás 2008. évi módosításába. Mindkét módszer nagyon hatékony, mert még az építési beavatkozás előtt feltárja a tervek biztonsági hiányosságait és javaslatot ad javításukra. Azonban tekintettel arra, hogy az utakkal kapcsolatos tervdokumentációk műszaki, tartalmi követelményeire vonatkozóan nincs jogszabályi erővel bíró rendelkezés, célszerű lenne a hivatkozott előírás miniszteri rendelettel történő kihirdetése, vagy annak alapját, főbb előírásait képező tárcarendelet megalkotása. (Alternatív megoldás a közúti közlekedésről szóló 1988. évi I. törvény végrehajtásáról szóló 30/1988. (IV. 21.) MT rendelet módosítása a törvény 11. §-ában meghatározottak kiegészítésére.) E vizsgálatok tényleges elvégzésének ellenőrzéséhez biztosíték lehet az utak építésének, forgalomba helyezésének és megszüntetésének engedélyezéséről szóló 15/2000. (XI. 16.) KöViM rendeletben az engedélyező hatóság jogosultságának bővítése. A rendelet módosításával külön hatáskört célszerű biztosítani a közlekedési hatóságoknak a közúti tervek felülvizsgálata során a dokumentáció meglétének ellenőrzésére. Az irányelv előírja az auditorok részére az alapvető képzésen történő részvételt, mely képzést oklevél kiadásával lehet lezártnak tekinteni. Ezen előírásnak megfelelően a jövőre nézve gondoskodni kell a közúti biztonsági auditorok rendszeres tanfolyami képzéséről, továbbképzéséről, valamint a képzésre feljogosított intézmények jogszabályban történő kijelöléséről.

Az irányelvnek az **úthálózat közlekedésbiztonsági besorolására és kezelésére a közúti biztonsági felülvizsgálatra** vonatkozó rendelkezéseit az országos közutak kezelésnek szabályairól szóló 6/1998. (III. 11.) KHVM rendelet (OKKSZ) mellékletében közzétett Közútkezelői Szabályzatba célszerű új rendelkezéseként beilleszteni. Az országos közút kezelői közül a gyorsforgalmi utak kezelőinek, valamint az I. és II. rendű országos közutak kezelőinek kötelezettségévé kell tenni a szükséges vizsgálatok lefolytatását, meghatározva a vizsgálatok gyakoriságát, valamint a személyes baleseti adatok gyűjtését (a helyazonosítási hibák korrigálását) és a jelentési kötelezettséget a jelenleg hatályos OSAP adatgyűjtésen túlmenően a szaktárca felé is. Tekintettel arra, hogy az irányelv „felelős intézmény” általi jelentéskészítési kötelezettséget ír elő, szükséges biztosítani az OKKSZ-ben meghatározott adattartalommal a közút kezelői részéről történő kötelező jelentéstételi kötelezettséget az illetékes szaktárca és a KKK részére, mely mint felelős intézmény, összesíti a közútkezelők által készített részjelentéseket. E módszerek alkalmazása a már üzemelő hálózat balesetveszélyes szakaszainak, csomópontjainak kiszűrésére, a leghatékonyabb beavatkozási megoldások megtalálására.

A közlekedési balesetekben meghalt áldozatok – a sérültekkel még tovább nőne ez az összeg – becslések szerint mintegy 300 milliárd Ft veszteséget jelentenek a magyar társadalomnak. Az

¹ Főmérnök, Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ; e-mail: mocsari.tibor@kkk.gov.hu

elmúlt évben a balesetveszélyes helyszínek megszüntetésére fordított költségek ezen összeg 1%-át sem érték el. Az EU Irányelv jogszabályi háttérének megteremtése mellett a balesetmegelőző infrastrukturális beavatkozásokhoz szükséges források hozzárendelése is elengedhetetlen.

Az alábbiakban idézzük az irányelv lényegi fejezeit.

**AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS
2008/96/EK IRÁNYELVE
(2008. november 19.)**

a közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről

(...)

1. cikk

Tárgy és hatály

- (1) Ez az irányelv a közúti biztonsági hatásvizsgálatokra, a közúti biztonsági auditokra, a közúti hálózat közlekedésbiztonságának kezelésére és a közúti biztonsági felülvizsgálatokra vonatkozó eljárások tagállamok általi létrehozását és végrehajtását írja elő.
- (2) Az irányelv hatálya a transeurópai úthálózat részét képező, tervezési stádiumban, építés alatt vagy használatban levő utakra terjed ki.
- (3) A tagállamok ennek az irányelvnek a rendelkezéseit bevált gyakorlatként alkalmazhatják a transeurópai úthálózat részét nem képező azon nemzeti közúti közlekedési infrastruktúra tekintetében is, amely részben vagy egészben közösségi finanszírozással épült.
- (4) Az irányelv hatálya nem terjed ki a 2004/54/EK irányelvben meghatározott közúti alagutakra.

2. cikk

Fogalommeghatározások

Ezen irányelv alkalmazásában a következő fogalommeghatározásokat kell alkalmazni:

1. „transeurópai úthálózat”: az 1692/96/EK határozat I. mellékletének 2. szakaszában meghatározott úthálózat;
2. „illetékes szerv”: bármely nemzeti, regionális vagy helyi szinten létrehozott állami vagy magánszervezet, amely illetékessége folytán részt vesz ezen irányelv végrehajtásában, beleértve azokat az illetékes szervként kijelölt intézményeket is, amelyek már ezen irányelv hatálybalépése előtt léteztek, feltéve, hogy eleget tesznek ezen irányelv követelményeinek;
3. „közúti biztonsági hatásvizsgálat”: annak a stratégiai összehasonlító elemzése, hogy az új út vagy a meglévő hálózat jelentős mértékű módosítása milyen hatással van az úthálózat közlekedésbiztonságára;
4. „közúti biztonsági audit”: a közúti infrastrukturális projekt tervezési jellemzőinek független, részletes, módszeres és műszaki biztonsági ellenőrzése a tervezéstől az üzemeltetés korai szakaszáig;
5. „magas baleseti koncentrációjú útszakaszok besorolása”: a közúti hálózat azon szakaszainak azonosítására, elemzésére és besorolására vonatkozó módszer, amelyek több mint három éve használatban vannak, és amelyeken a forgalomáramlás arányában mérve magas a halálos kimenetelű forgalmi balesetek száma;
6. „az úthálózat közlekedésbiztonsági besorolása”: a meglévő úthálózat részei biztonsági fejlesztési lehetőségek és a balesetek költségeinek megtakarításai szerinti azonosítására, elemzésére és besorolására szolgáló módszer;
7. „közlekedésbiztonsági ellenőrzés”: a közlekedésbiztonsági okokból karbantartást igénylő jellemzők és hibák szokásos, rendszeres időközönként történő ellenőrzése;
8. „iránymutatások”: a tagállamok által elfogadott intézkedések, amelyek az ezen irányelvben meghatározott közlekedésbiztonsági eljárások alkalmazását illetően meghatározzák a követendő lépéseket és a figyelembe veendő elemeket;

9. „infrastrukturális projekt”: új közúti infrastruktúra építésére vagy a meglévő úthálózat jelentős módosítására irányuló projekt, amely hatással van a forgalomra.

3. cikk

Infrastrukturális projektek közúti biztonsági hatásvizsgálata

- (1) A tagállamok biztosítják, hogy valamennyi infrastrukturális projekthez közúti biztonsági hatásvizsgálat készüljön.
- (2) A közúti biztonsági hatásvizsgálatot a tervezési fázis elején, az infrastrukturális beruházás jóváhagyása előtt kell elvégezni. Ezzel összefüggésben a tagállamok törekednek az I. mellékletben felsorolt kritériumok betartására.
- (3) A közúti biztonsági hatásvizsgálat kifejti, hogy milyen útbiztonsági megfontolások járultak hozzá a javasolt megoldás kiválasztásához. Emellett jelentős információkkal szolgál a különböző vizsgált lehetőségek költség-haszon elemzéséhez.

4. cikk

Infrastrukturális projektek közúti biztonsági auditja

- (1) A tagállamok biztosítják, hogy minden infrastrukturális beruházásra vonatkozóan közúti biztonsági audit készüljön.
- (2) A közúti biztonsági auditok elvégzésekor a tagállamok törekednek a II. mellékletben felsorolt kritériumok betartására. A tagállamok biztosítják, hogy megbízott szakértő auditor vizsgálja felül az infrastrukturális beruházás tervezési jellemzőit. Az auditort a 9. cikk (4) bekezdésében foglalt rendelkezéseknek megfelelően nevezik ki, és az auditor a 9. cikkben előírt megfelelő képesítéssel és képzéssel rendelkezik. Ha az auditot szakértői csoport végzi, a csoport legalább egy tagja rendelkezik a 9. cikk (3) bekezdésében hivatkozott képesítési bizonyítvánnyal.
- (3) A közúti biztonsági auditok a projekt tervezési folyamatának szerves részét képezik az engedélyezési tervezés, a kiviteli tervezés szakaszában, a megnyitás előtti szakaszban és az üzemeltetés korai szakaszában.
- (4) A tagállamok biztosítják, hogy az auditor az infrastrukturális beruházás minden egyes szakaszában vizsgálati jelentésben állapítsa meg a közlekedésbiztonság szempontjából kritikus tervezési elemeket. Ha az audit során veszélyes jellemzőt állapítanak meg, a tervet azonban nem módosítják az adott szakasz végéig a II. melléklet szerint, az illetékes szervezet köteles erre magyarázatot adni a jelentés mellékletében.
- (5) A tagállamok biztosítják, hogy a (4) bekezdésben hivatkozott jelentés közlekedésbiztonsági szempontból megfelelő ajánlásokat eredményezzen.

5. cikk

A működő úthálózat közlekedésbiztonsági besorolása és kezelése

- (1) A tagállamok biztosítják, hogy a magas baleseti koncentrációjú útszakaszok besorolása és az úthálózat közlekedésbiztonsági besorolása felülvizsgálatok alapján történjen, amelyeket legalább háromévente végeznek el. Ezzel összefüggésben a tagállamok törekednek a III. mellékletben felsorolt kritériumok betartására.
- (2) A tagállamok biztosítják, hogy azon útszakaszokat, amelyek a magas baleseti koncentrációjú útszakaszok besorolásának és az úthálózat közlekedésbiztonsági besorolásának eredményei alapján kiemeltebb helyen állnak, a III. melléklet 3. pontjában hivatkozott elemeken alapuló helyszíni látogatások során szakértői csoportok értékeljék. A szakértői csoport legalább egy tagjának meg kell felelnie a 9. cikk (4) bekezdésének a) pontjában foglalt követelményeknek.

- (3) A tagállamok biztosítják, hogy a javító beavatkozás a (2) bekezdésben említett útszakaszokra irányuljon. A III. melléklet 3. pontjának e) alpontjában említett intézkedések elsőbbséget élveznek, különös figyelemmel azokra, amelyek a legmagasabb haszon-költség arányt mutatják.
- (4) A tagállamok biztosítják, hogy a beavatkozás előtt álló, és ezért az úthasználók biztonságát veszélyeztető közúti infrastruktúra-szakaszokról megfelelő jelzéseket helyezzen ki. E jelzéseknek a nappal és éjszaka egyaránt látható, biztonságos távolságra felállított jelzéseket is magukban kell foglalniuk, továbbá meg kell felelniük a közúti jelzésekről szóló 1968. évi bécsi egyezmény rendelkezéseinek.
- (5) A tagállamok megfelelő intézkedések útján biztosítják, hogy az úthasználók tájékoztatást kapjanak a magas baleseti koncentrációjú útszakaszokról. Ha a tagállam útjelző tábla használata mellett dönt, annak meg kell felelnie a közúti jelzésekről szóló 1968-as bécsi egyezmény rendelkezéseinek.

6. cikk

Közúti biztonsági felülvizsgálat

- (1) A tagállamok biztosítják, hogy az útbiztonsági jellemzők megállapítása és a baleset-megelőzés érdekében a használatban lévő közutakra vonatkozó közbiztonsági felülvizsgálatokat elvégezzék.
- (2) A közlekedésbiztonsági úti felülvizsgálatok kiterjednek a közúthálózat rendszeres időközönként elvégzett vizsgálatára, valamint az útépitési munkáknak a forgalomáramlás biztonságára gyakorolt lehetséges hatásának felmérésére.
- (3) A tagállamok biztosítják, hogy az illetékes szervezet rendszeres időközönként felülvizsgálatot végezzen. Az ilyen felülvizsgálatot megfelelő gyakorissággal kell elvégezni annak érdekében, hogy az adott közúti infrastruktúra kielégítő közlekedésbiztonsági szintje biztosítható legyen.
- (4) A 8. cikk szerint elfogadott iránymutatások sérelme nélkül a tagállamok iránymutatásokat fogadnak el az útépitési munkák ideiglenes közlekedésbiztonsági intézkedéseire vonatkozóan. Emellett megfelelő ellenőrzési rendszert vezetnek be annak biztosítására, hogy azokat az iránymutatásokat megfelelően alkalmazzák.

7. cikk

Adatkezelés

- (1) A tagállamok biztosítják, hogy az illetékes szervezet baleseti jelentést készítsen az 1. cikk (2) bekezdésében meghatározott útszakaszon bekövetkezett minden egyes halálos balesetről. A tagállamok törekednek arra, hogy a baleseti jelentés valamennyi, a IV. mellékletben felsorolt adatelemet tartalmazza.
- (2) A tagállamok kiszámítják a területükön előforduló halálos kimenetelű, illetve a súlyos sérüléssel járó baleset átlagos szociális költségét. A tagállamok további különbségeket is tehetnek a költségek között, amelyeket legalább öt évente frissítenek.

8. cikk

Az iránymutatások elfogadása és közlése

- (1) Ha még nem léteznek iránymutatások, a tagállamok biztosítják, hogy ...ig* iránymutatásokat fogadjanak el annak érdekében, hogy támogassák az illetékes szervezeteket ezen irányelv alkalmazásában.

- (2) A tagállamok ezeket az iránymutatásokat elfogadásukat vagy módosításukat követő három hónapon belül közlik a Bizottsággal.
A Bizottság az iránymutatásokat nyilvános honlapon elérhetővé teszi.

9. cikk

Az auditorok kinevezése és képzése

- (1) Ha ilyen tantervek még nem léteznek, a tagállamok biztosítják, hogy ...ig* képzési tanterveket fogadjanak el a közúti biztonsági auditorok számára.
- (2) A tagállamok biztosítják, hogy amennyiben a közúti biztonsági auditorok ezen irányelv keretében meghatározott feladatokat látnak el, képesítési bizonyítványt adó alapképzésen és rendszeres időközönként továbbképző tanfolyamokon vegyenek részt.
- (3) A tagállamok biztosítják, hogy az közúti biztonsági auditorok képesítési bizonyítvánnyal rendelkezzenek. Az irányelv hatálybalépése előtt megszerzett bizonyítványokat el kell ismerni.
- (4) A tagállamok biztosítják, hogy az auditorokat az alábbi követelményekkel összhangban nevezzék ki:
 - a) megfelelő tapasztalat vagy képzettség az úttervezés, a közúti biztonság tervezése és a balesetek elemzése terén;
 - b) a 8. cikk szerinti iránymutatások tagállamok általi elfogadásától számított két évet követően az közúti biztonsági felülvizsgálatokat kizárólag a (2) és (3) bekezdésben foglalt követelményeknek megfelelő auditorok vagy ilyen auditorokat magukban foglaló szakértői csoportok végezhetik;
 - c) az auditor az audit időpontjában nem vehet részt az érintett infrastrukturális beruházás tervezésében vagy üzemeltetésében.

10. cikk

A legjobb gyakorlatok cseréje

Az Európai Unió területén található, a transzeurópai hálózatba nem tartozó utak biztonságának javítása érdekében a Bizottság koherens rendszert hoz létre a legjobb gyakorlatok tagállamok közötti cseréje érdekében, amelybe beletartoznak többek között a meglévő közúti infrastruktúra-közlekedésbiztonsági projektek, valamint a bevált közúti biztonsági technológiák.

11. cikk

A közlekedésbiztonság-kezelési gyakorlatok folyamatos javítása

- (1) A Bizottság a megfelelő meglévő nemzetközi fórumokon szerzett tapasztalatára építve elősegíti és strukturálja a tudás és a bevált gyakorlatok tagállamok közötti cseréjét az Európai Unió közúti infrastruktúráját érintő biztonságkezelési gyakorlatok folyamatos javítása érdekében.
- (2) A Bizottságot a 13. cikkben említett bizottság segíti. Ha konkrét intézkedések elfogadására van szükség, azokat a 13. cikk (3) bekezdésében említett, ellenőrzéssel történő szabályozási bizottsági eljárással kell elfogadni.
- (3) A műszaki biztonsági vonatkozásokkal kapcsolatos kérdésekben adott esetben konzultálni lehet a közúti infrastruktúrák közlekedésbiztonsága és kezelése terén tevékenykedő nem kormányzati szervezetekkel.

* HL: Ezen irányelv hatálybalépését követő három év.

* HL: Ezen irányelv hatálybalépését követő három év.

12. cikk

A műszaki fejlődéshez való hozzáigazítás

Ezen irányelv mellékleteit a 13. cikk (3) bekezdésében említett, ellenőrzéssel történő szabályozási bizottsági eljárásnak megfelelően hozzáigazítják a műszaki fejlődéshez.

13. cikk

A bizottság eljárása

- (1) A Bizottság munkáját egy bizottság segíti.
- (2) Az e bekezdésre történő hivatkozáskor az 1999/468/EK határozat 5. és 7. cikkét kell alkalmazni, 8. cikkének rendelkezéseire is figyelemmel.
Az 1999/468/EK határozat 5. cikkének (6) bekezdésében meghatározott határidő három hónap.
- (3) Az e bekezdésre történő hivatkozáskor az 1999/468/EK határozat 5a. cikkének (1)–(4) bekezdését, valamint 7. cikkét kell alkalmazni, 8. cikkének rendelkezéseire is figyelemmel.

14. cikk

Átültetés

- (1) A tagállamok ...-ig* hatályba léptetik azokat a törvényi, rendeleti és közigazgatási rendelkezéseket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy ennek az irányelvnek megfeleljenek. E rendelkezések szövegét haladéktalanul továbbítják a Bizottsághoz.
- (2) A tagállamok közlik a Bizottsággal nemzeti joguk azon főbb rendelkezéseinek szövegét, amelyeket az ezen irányelv által érintett területen fogadnak el.

15. cikk

Hatálybalépés

Ez az irányelv az Európai Unió Hivatalos Lapjában való kihirdetését követő huszadik napon lép hatályba.

16. cikk

Címzettek

Ennek az irányelvnek a tagállamok a címzettjei.

Kelt Strasbourgban, 2008. november 19-én

az Európai Parlament részéről

az elnök

a Tanács részéről

az elnök

I. MELLÉKLET*Infrastrukturális projektek közötti biztonsági hatásvizsgálata*

1. A közúti biztonsági hatásvizsgálat elemei:
 - a) problémameghatározás;
 - b) a jelenlegi helyzet és a „semmit nem teszünk” forgatókönyv;
 - c) közlekedésbiztonsági célok;
 - d) a javasolt alternatívák közlekedésbiztonságra gyakorolt hatásának elemzése;
 - e) az alternatívák összehasonlítása, beleértve a költség-haszon elemzést is;
 - f) a lehetséges megoldások felsorolása.
2. Figyelembe veendő elemek:
 - a) halálos áldozatok és balesetek száma, csökkentési célkitűzések a „semmit nem teszünk” forgatókönyvhöz képest;
 - b) útkiválasztási és utazási módok;
 - c) a meglévő hálózatra kifejtett lehetséges hatás (pl. kijáratok, elágazások, vasúti átjárók);
 - d) úthasználók, ideértve a védtelen közlekedőket is (pl. gyalogosok, kerékpárosok és motorkerékpárosok);
 - e) forgalom (pl. forgalom nagyság, a forgalmi kategóriák szerinti

besorolása);

f) évszakhoz kapcsolódó és éghajlati feltételek;

g) elegendő számú, a közlekedés szempontjából biztonságos pihenőhely megléte;

h) szeizmikus tevékenységek.

II. MELLÉKLET*Infrastrukturális projektek közötti biztonsági auditja*

1. Kritériumok az engedélyezési tervezés szakaszában:
 - a) földrajzi hely (pl. földcsuszamlás-, árvíz- vagy lavinaveszély), évszakhoz kapcsolódó és éghajlati feltételek, valamint szeizmikus tevékenységek;
 - b) a csomópontok típusai és a közöttük lévő távolság;
 - c) a sávok száma és típusa;
 - d) az új útra felengedhető forgalom fajtái;
 - e) az út funkciója a hálózaton belül;
 - f) az időjárási viszonyok;
 - g) a tényleges sebességek;
 - h) keresztmetszetek (pl. az útpálya szélessége, kerékpárutak, gyalogutak);
 - i) vízszintes és függőleges nyomvonal;
 - j) látási viszonyok;
 - k) a csomópontok kialakítása;
 - l) tömegközlekedési eszközök és infrastruktúra;
 - m) közutak és vasutak szintbeli kereszteződései.
2. Kritériumok a kiviteli tervezés szakaszában:
 - a) kialakítás;
 - b) közúti jelzések és útburkolati jelek következetessége, egysége;
 - c) utak és út kereszteződések megvilágítása;
 - d) út menti berendezések;
 - e) út menti környezet a növényzetet is ideértve;
 - f) rögzített akadályok az út mentén;
 - g) a közlekedés szempontjából biztonságos pihenőhelyek kialakítása;
 - h) védtelen közlekedők (pl. gyalogosok, kerékpárosok, motorosok);
 - i) a közúti visszatartó rendszerek felhasználóbarát átalakítása (út-elválasztók és ütközési akadályok a veszélyeztetett úthasználók veszélyeztetésének megelőzésére).
3. Kritériumok a megnyitás előtti szakaszban:
 - a) az úthasználók biztonsága és a látási viszonyok különböző körülmények között, például sötétben és normális időjárási viszonyok között;
 - b) közúti jelzések és útburkolati jelek olvashatósága;
 - c) az útburkolatok állapota.
4. Kritériumok a működés korai szakaszában: a közúti biztonság értékelése a közlekedők tényleges magatartása alapján.
Az auditok bármely szakaszban eredményezhetik az előző szakaszokban készült auditok megállapításainak újragondolását.

III. MELLÉKLET*A magas baleseti koncentrációjú útszakaszok besorolása és az úthálózat közlekedésbiztonsági besorolása*

1. A magas baleseti koncentrációjú útszakaszok azonosítása
A magas baleseti koncentrációjú útszakaszok azonosításakor figyelembe veszik az előző években az egységnyi úthosszra jutó halálos balesetek forgalomhoz viszonyított arányát, illetve a csomópontok esetében az ilyen balesetek csomópontonkénti számát.
2. A szakaszok meghatározása: Az úthálózat közlekedésbiztonsági besorolásának elemzése céljából a szakaszok meghatározása so-

* HL: Ezen irányelv hatálybalépését követő két év.

rán figyelembe veszik a baleseti költségek lehetséges megtakarításait. Az útszakaszokat kategóriákba kell sorolni. Minden egyes útkategória esetében elemzik az útszakaszokat, és a közlekedésbiztonsággal kapcsolatos szempontok – mint pl. balesetek száma, forgalom mértéke és forgalom típusa – alapján sorrendbe rendezik azokat.

Az úthálózat közlekedésbiztonsági besorolása minden egyes útkategória esetében azon útszakaszok kerülnek a sorrend élére, ahol az infrastruktúra fejlesztése várhatóan nagy hatékonyságot eredményez.

3. Az értékeléséhez szükséges elemek a szakértői csoportok helyszíni látogatásakor:

- a) az útszakasz leírása;
- b) adott esetben hivatkozás az ugyanazon az útszakaszcsoportról szóló korábbi jelentésekre;
- c) az esetleges baleseti jelentések elemzése;
- d) a balesetben elhunyt és súlyosan megsérült személyek száma az előző három évben;
- e) különböző időhatárokon belül potenciálisan végrehajtható javító intézkedések, amelyek figyelembe veszik például a következőket:
 - a rögzített út menti akadályok eltávolítása vagy védelme;
 - sebességhatárok csökkentése és azok helyi érvényesítésének megerősítése;
 - látási viszonyok javítása a különböző időjárási és fényviszonyok mellett;
 - az út menti berendezések, például a közúti visszatartó rendszerek közlekedésbiztonsági állapotának javítása;
 - a közúti jelzések és útburkolati jelek következetességének, láthatóságának, olvashatóságának és elhelyezésének (pl. akusztikus burkolatjelek alkalmazása) javítása;
 - sziklaomlás, földcsuszamlás és lavina elleni védelem;
 - az útburkolatok csúszásmentességének/egyenetlenségének javítása;
 - a közúti visszatartó rendszerek áttervezése;
 - az elválasztósáv létrehozása és javítása;
 - az előzési sáv elrendezésének módosítása;
 - a csomópontok javítása, ideértve a közút és a vasút kereszteződéseit is;
 - a nyomvonal megváltoztatása;
 - az út szélességének megváltoztatása, burkolt leállósáv hozzáadása;
 - közlekedésirányítási és ellenőrzési rendszer telepítése;
 - a védetlen közlekedőkkel való konfrontáció lehetőségének csökkentése;
 - az út korszerűsítése a jelenlegi tervezési szabványok szerint;
 - az útburkolatok helyreállítása vagy cseréje;
 - intelligens közlekedési jelzőtáblák használata;

– az intelligens közlekedési rendszerek és telematikai szolgáltatások fejlesztése az interoperabilitás biztosítására, vészhelyzetek esetére és jelzési célokra.

IV. MELLÉKLET

A baleseti jelentésben szereplő baleseti információk

A baleseti jelentéseknek az alábbi elemeket kell tartalmazniuk:

1. a baleset lehető legpontosabb helyszíne;
2. a baleset helyének képei és/vagy ábrái;
3. a baleset napja és időpontja;
4. információ az útról, például a terület típusa, az út típusa, a csomópont típusa, ideértve a jelzéseket is, a sávok száma, az út felülete, időjárási és fényviszonyok, sebességkorlátozás, út menti akadályok;
5. a baleset súlyossága, ideértve a halálesetek és sérültek számát, lehetőleg a 13. cikk (3) bekezdésében említett, ellenőrzéssel történő szabályozási bizottsági eljárással összhangban megállapított közös kritériumoknak megfelelően kifejezve;
6. az érintett személyek jellemzői, mint pl. életkor, nem, nemzetiség, alkoholszint, a biztonsági eszközök használata vagy annak elmulasztása;
7. az érintett járművek adatai (típus, kor, ország, esetleges biztonsági berendezések, az alkalmazandó jogszabályok által előírt utolsó rendszeres műszaki vizsga időpontja);
8. a baleset adatai, mint pl. a baleset típusa, az ütközés típusa, a jármű és a vezető manőverei;
9. lehetőség szerint a baleset és a baleseti helyszínelés időpontja, illetve a baleseti mentőszolgálat megérkezése között eltelt idő.

SUMMARY

INTRODUCTION OF THE EC DIRECTIVE ON INFRASTRUCTURE SAFETY MANAGEMENT IN HUNGARY

Directive 2008/96/EC of 19 November 2008 introduces a comprehensive system of road infrastructure safety management. It addresses projects for the construction of new road infrastructure or substantial modifications to the existing network which affects the traffic flow within the trans-European road network.

The directive focuses on the following four procedures: 1. Road safety impact assessment, 2. Road safety audit, 3. Ranking of high accident concentration sections, 4. Safety inspections.

The paper addresses the questions related to the introduction of the directive.

KÉZIRATOK TARTALMI ÉS FORMAI KÖVETELMÉNYEI

Folyóiratunk általában eredeti cikkeket közöl, az ettől való eltérést külön jelöljük. Kérjük szerzőinket, a kézirat leadásakor nyilatkozzanak, hogy a cikket máshol nem jelentették meg és nem adták le közlésre.

A cikkek javasolt terjedelme 4-8 nyomtatott oldal. Egy csak szöveget tartalmazó oldalon mintegy 6000 karakter fér el (szóközzel). A cikk terjedelmét a Word Fáj / Adatlap / Statisztika helyén ellenőrizhetik.

Kérjük tisztelt szerzőinket, hogy a megjelentetni kívánt cikkek kéziratait a következő formában készítsék el:

- A kézirat szövege **önállóan**, esetleges lábjegyzetekkel, ábra-, táblázat- és képhivatkozásokkal, a szöveg végén külön ábrajegyzékkel, *.rtf vagy *.doc formátumban,
- táblázatok és grafikonok **külön-külön**, *.doc vagy *.xls formátumban,
- ábrák, fényképek stb. **külön-külön** file-ban, nem a szövegbe beágyazva, *.xls *.tif, *.eps vagy *.jpg (300 dpi felbontással!) formátumban.

Az azonosíthatóság és kezelhetőség érdekében valamennyi táblázat, grafikon, ábra, fénykép sorszámmal és címmel legyen ellátva.

Kérjük, hogy a cikkhez egy 40-80 szó terjedelmű **angol nyelvű kivonat**ot mellékelni szíveskedjenek.

Kérjük, hogy valamennyi szerző elérhetőségét (munkahely, postacím, telefon, fax, e-mail) tüntessék fel.

A kéziratokat e-mailen, vagy szükség esetén CD-n a felelős szerkesztő címére kérjük küldeni.

CEGLÉD VASÚTÁLLOMÁS KORSZERŰSÍTÉSE: MAGASABB SEBESSÉG, CSÖKKENŐ MENETIDŐ, NAGYOBB BIZTONSÁG

FRÁNYÓ FERENC¹

1. ELŐZMÉNYEK

Az Európai Unió előcsatlakozási, majd a csatlakozás utáni támogatásai új lendületet adnak a magyar vasút megújulásához. Első ütemben az ún. TEN-T folyosók fejlesztése kezdődhetett meg, a cél a IV. majd V. folyosók határtól határig történő korszerűsítése. Ebben a fejlesztési folyamatban kiemelt szerepet kapott azon állomások fejlesztése, amelyek nem felelnek meg az EU-normáknak (esélyegyenlőség) és megfelelő korszerűsítésükre, felújításukra sok esetben a hatvanas-hetvenes évek óta nem volt pénzügyi lehetőség.

Cegléd vasútállomás az Európai IV. vasúti korridor egyik jelentős csomópontja, része a Budapest–Cegléd–Szolnok–Debrecen–Záhony, a Budapest–Cegléd–Szolnok–Békéscsaba–Lőkösháza, és a Budapest–Szeged fővonalaknak (1. ábra).



A vasútállomás korszerűsítésére 2004. és 2008. között került sor, két kivitelezői tendereljárás alapján:

- Az állomás teljes pályarekonstrukcióját a *Cegléd Station Konzorcium* végezte, melynek tagjai az OHL ŽS Brno (cseh) és a Szentesi Vasútépítő Kft. voltak (a szerződés összege mintegy 34 millió EUR volt).
- Az állomási rekonstrukció szerves részét képezte a biztosítóberendezés korszerűsítése is, melynek keretében új elektronikus biztosítóberendezést telepített a *Siemens Cegléd Signalling Consortium* (a szerződés két ütemének összege mintegy 13,9 millió euró volt).

A pálya- és biztosítóberendezés egyidejű felújítása jelentős együttes munkaprogram-előkészítést és folyamatos koordinációt igényelt.

A biztosítóberendezés-tender kb. másfél évvel megelőzte a pályaépítési tendert. A pályaépítést megelőző biztosítóberendezés-tervezés és egyidejű pályakorszerűsítés és biztosítóberendezés-építés miatt – a nagy állomási korszerűsítéseknél először – nem volt szükség ideiglenes biztosítóberendezés kialakítására, mely jelentős költségmegtakarítással és csökkentett forgalomzavartással járt.

A pályaépítési tender többek között tartalmazta a pálya és a kapcsolódó létesítmények építését, a biztosítóberendezés kábelezését, felsővezeték-építést, műtárgyak, peronok kialakítását.

2. A CEGLÉD VASÚTÁLLOMÁS KORSZERŰSÍTÉSE TENDER, A MUNKÁK RÉSZLETES LEÍRÁSA

Vasúti pálya és kapcsolódó létesítmények építése:

- állomási vágányok alépítményének kialakítása, megerősítése, felépítmény korszerűsítése, valamint a csatlakozó vonalrészek átépítése
- peronok és burkolt rakterület, gyalogos-peronaluljáró építése
- állomási szivárgórendszer megépítése
- víz- és csatornahálózat kialakítása, a meglévő rendszerek védelme
- meglévő állomási műtárgyak átépítése
- új gyalogos-aluljáró műtárgy építése
- gyalogos-felüljáró szerkezetének átalakítása
- perontető építése
- állomási előtér lépcsőfedése
- állomási előtérkörnyezet rendezése
- felvonók létesítése
- zajvédő fal építése
- passzív zajvédelem kiépítése
- statikus elektronikus vasúti vágányhídmérleg telepítése

Biztosítóberendezés, távközlés, utastájékoztatás kiépítése:

- állomási kábelaknak kivitelezése
- a jelenlegi biztosítóberendezés bontása az építkezés fázisainak megfelelően, a biztosítóberendezés előterve szerint
- biztosítóberendezés kábelezési munkái
- fényvezetőszál optikai kábel felszerelése
- utastájékoztató táblák tartószerkezete
- kültéri távközlési munkák

¹ Menedzser, Szentesi Vasútépítő Kft., e-mail: ferenc.franyo@strabag.com

Felsővezetéki rendszer, energiaellátás, térvilágítás kiépítése:

- állomási és az állomáshoz csatlakozó vonalszakaszok villamos felsővezetéki hálózatának átalakítása
- felsővezetéki energia-távvezérlés
- felsővezetéki rendszer alállomási kitáplálásának megváltoztatása
- felsővezetéki oszloptranzformátorok telepítése
- 1500 V-os villamos előfűtő rendszer átépítése
- 0,4 kV-os energiaellátás, állomási térvilágítási berendezés
- gyalogos-aluljáró és felüljáró-világítási berendezés
- műtárgy villamos védőberendezéseinek megépítése

Az építés főbb műszaki adatai:

- 1450 m³ földmunka elvégzése, 18 900 m vágánybontás, 16 248 m vágány (60, 54 és 48 kg/m felépítményi rendszerű) építése új, illetve használt anyagból, 83 csoport kiterő bontása, 53 csoport kiterő építése, átépült négy csoport út-átjáró.
- Állomási víztelenítési, vízelvezetési, közmű-csatornázási munka.
- Egy 2,0/1,0 m és egy 2,0/1,5 m nyílású kerethíd építése és toldása, a gyalogos-felüljáró két fejszerkezetének átépítése, egy gyalogos-aluljáró építése három felvonóval.
- 11950 m² peron építése, perontető 280 m hosszban, 381 m² lépcsőfedés, 600 m² zajelnyelő fal építése.
- Felsővezetéki oszlopok kiváltása, fényvezetőszálas kábel át-helyezése, két oszloptranzformátor telepítése, alállomási ki-

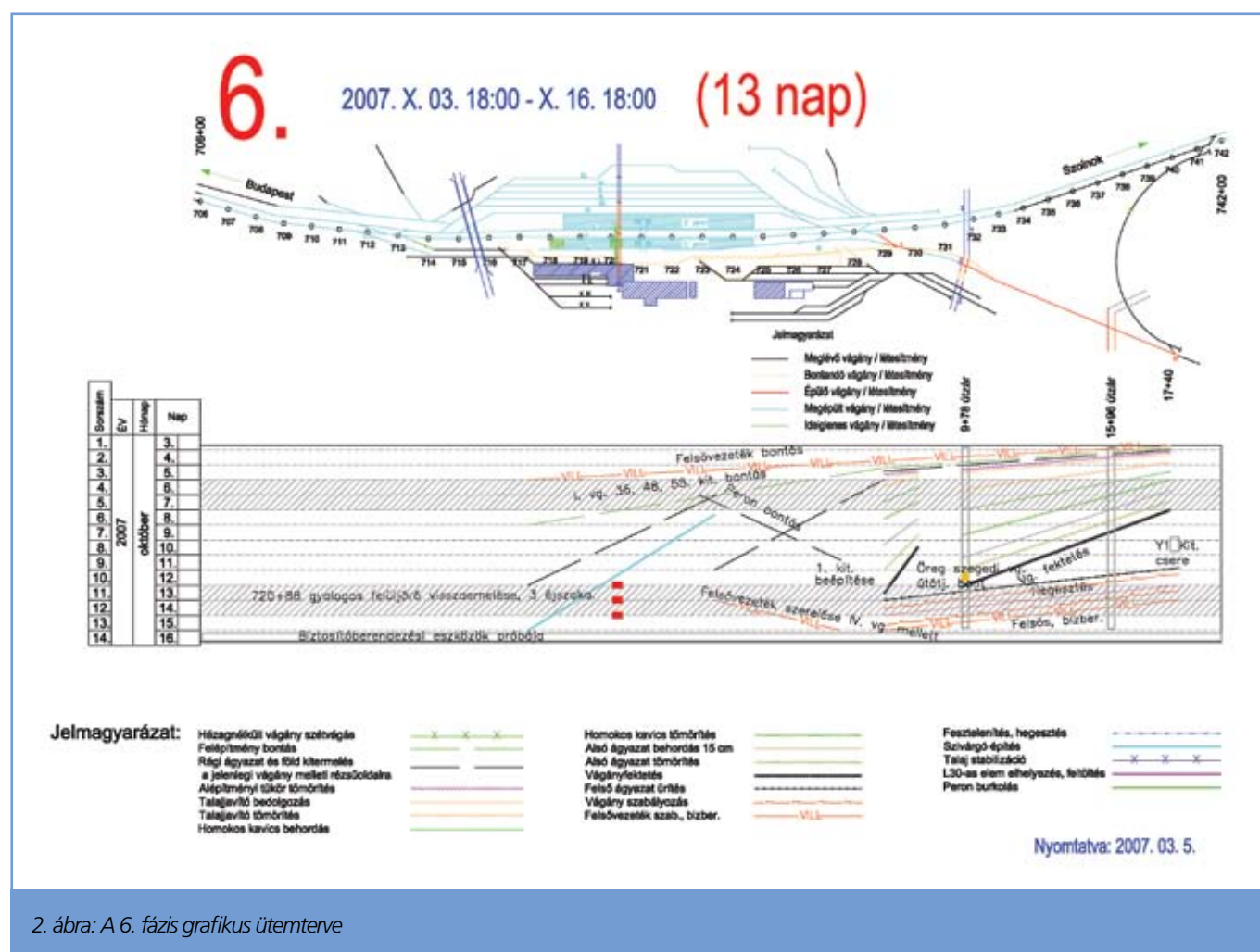
táplálási vezeték átépítése, alállomási kitáplálás átalakítása, felsővezetéki energia-távvezérlés építése.

- A jelenlegi D55 típusú berendezés átalakítása a pályaépítési fázisoknak megfelelően, a biztosítóberendezés kültéri kábelezési munkálatai.
- Állomási térvilágítás és 0,4 kV-os energiaellátás.
- 25 kV/1500 V-os villamos előfűtő berendezés építése.
- Statikus/dinamikus vágányhídmérleg telepítése.
- 2636 m kábelcsatorna építése, 7 kábelsekrény építése monolit vasbetonból, 1630 m betonfésűs kábelalépmény építése, 22 170 m védőcső beépítése, két szabadvezetéki hálózat kiváltása.

A VASÚTÁLLOMÁS KORSZERŰSÍTÉSÉNEK LÉPÉSEI

A kivitelezés 14 fázisban valósult meg. Az építési fázisokban szorosan kapcsolódtak az elektronikus biztosítóberendezés kivitelezései. A pályaépítési fázisok során a régi vágányhálózatot a meglévő D55 biztosítóberendezés, az új vágányhálózatot az újonnan épülő elektronikus berendezés biztosítja, a pályaépítési munkálatok során kapcsolatot kellett létesíteni a jelenleg üzemelő D55 típusú jelfogós és az új elektronikus biztosítóberendezés között. Ez nagyon nagy odafigyelést, előkészítést igényelt úgy a pályaépítő, mint a biztosítóberendezést kivitelező vállalkozások között. (2. ábra)

Cegléd állomás átépítésénél négy csoport B60-800 rendszerű nagysugarú kiterő került beépítésre, melyre korszerű, a MÁV-



2. ábra: A 6. fázis grafikus ütemterve



3. ábra: Kitérő Spherolock-zárszerkezettel és Hydrolink-közlőművel



4. ábra: Mészterítés bedolgozás előtt

nál először alkalmazott Spherolock-zárszerkezet és Hydrolink-közlőmű került (3. ábra).

ALÉPÍTMÉNY-MEGERŐSÍTÉSI FELADATOK

Az állomás korszerűsítése során problémát okozott a nem megfelelő alépítmény. Az alépítmény javítása, megerősítése az engedélyezett vágányzárprogram alapján komoly kihívást jelentett. Mivel jelentős időbeli korlátok voltak a vágányzári lehetőségekben, így olyan technológiát kellett alkalmazni, mely megfelelt a műszaki követelményeknek, és a vágányzári kötöttségeket is kielégítette.

A Kiskunfélegyháza–Kecskemét-vonal korszerűsítésénél már eredményesen alkalmazott *meszes stabilizációt alkalmaztuk Cegléd állomáson is az alépítmény megerősítése érdekében*. A talajok mésszel való keverésének (stabilizációjának) célja a talaj nyírószilárdságának növelése, teherbíró képességének fokozása, tömöríthetőségének javítása és annak időbeli állandósítása. A talajban a hozzákevert mészkötőereje folyamatosan növekvő teherbírást eredményez, mely egy azonnali átalakító hatás és egy hosszú távú hatás eredménye. Az égett mészkötő talajhoz keverésekor a mészkötő hidratálódik oly módon, hogy felveszi a talajból a vizet. A folyamat közben hő fejlődik, ami a víz egy részét elpárologtatja. A meszes kezelés hosszú távú eredménye a kezelt réteg folyamatos és jelentős mértékben növekvő teherbírása. A talaj alkáli- és a mészszeccs kalcium-ionjai közt lejátszódó ioncsere cementes kötést hoz létre.

A kedvezőtlen tulajdonságú talajok stabilizálása nemcsak helyettesíti a zúzottkő és kavicsrétegeket, hanem műszaki előnyöket is jelent, mint amilyen az utótömörödés hiánya, nagyobb teherbírási, időben kedvezőbb kivitelezés, különösen szoros vágányzárban. Ezekkel természetesen nemcsak gazdasági, hanem építésszervezési előnyhöz is juthat a kivitelező. A stabilizáció építése előtt a helyi altalaj felületét úgy kell kialakítani, hogy azon a stabilizáció, illetve a bekeverés elvégzése után magassági korrekcióra már ne legyen szükség. A tükör kialakításakor ügyelni kell arra, hogy a felület vízvezetése biztosított legyen. A terítést kötőanyag-szóró géppel kell végezni, ezzel biztosítható a pontos adagolás és elosztás. A vezérgép (talajmaró, tárcsa) a stabilizálandó talajt és a kötőanyagot a szükséges mélységben – jelen esetben 30 cm vastagságban – összekeveri. A folyamat fázisait a 4–8. ábrák illusztrálják.



5. ábra: Talajstabilizáció folyamata, talaj és a kötőanyag bekeverése



6. ábra: Stabilizált alépítmény

Az egymást követő szakaszokon a folyamatosság biztosítására hosszirányban legalább egyméteres átlagolásokkal, keresztirányban később legalább 0,25 m átlagolásokkal kell dolgozni. A talajkeveréket 15 tonnás gumihengerrel, két hengerjáratlalt előtömöríteni szükséges. Nehéz földmunkahengerrel, két hengerjáratlalt kell elvégezni a mélytömörítést (nagy amplitúdó, kis frekvencia).



7. ábra: Kész stabilizált alépitmény



8. ábra: Kész stabilizált alépitmény szivárgóval

Mélytömörítés után gréderrel kell kialakítani a felület végső profilját, nehéz földmunkahengerrel megadni a réteg végső tömörségét, két hengerjáratl (kis amplitúdó, nagy frekvencia). A keverést követő napon már jelentős szilárdulást tapasztalunk, a kezelt réteg teherbírása hirtelen megnő az első két napon, majd folyamatosan emelkedik.

A kivitelezés során az alábbi előkészítő és minősítő vizsgálatok készültek:

Előkészítő vizsgálatok

- Hidrometrálás
- Konzisztenciahatárok meghatározása
- Természetes víztartalom meghatározása
- Proctor-vizsgálat (optimális tömörítési víztartalom meghatározása)
- Szervesanyag-tartalom meghatározása
- Próbaszakasz készítése háromféle mészsadagolással

Minősítő vizsgálatok

- Proctor-vizsgálat
- Izotópos tömörségmérés
- Tárcsás teherbírásmérés

Néhány mérési adat Cegléd állomáson:

- stabilizáció előtt a 723+025 szelvényben $E_2 = 17 \text{ N/mm}^2$
- stabilizáció után tíz nappal a 723+025 szelvényben $E_2 = 42 \text{ N/mm}^2$
- stabilizáció előtt a 725+025 szelvényben $E_2 = 21 \text{ N/mm}^2$
- stabilizáció után tíz nappal a 725+025 szelvényben $E_2 = 51 \text{ N/mm}^2$

Ha a mérési eredményeket értékeljük, a teherbírás a stabilizáció előtti 2,47- ill. 2,43-szorosára nőtt, tehát az alkalmazott technológia megfelelt a műszaki előírásoknak, segítette az építési fázisok határidőre történő kivitelezését.

Az új pálya, az átmenő vágányok 140 km/h sebességre alkalmas állapotban, az elektronikus biztosítóberendezéssel együtt kerültek átadásra, csökkentve a menetidőt, növelve a közlekedés biztonságát.

SUMMARY

RECONSTRUCTION OF CEGLÉD RAILWAY STATION: HIGHER SPEED, IMPROVED TRAVELLING TIME, ENHANCED SAFETY

Cegléd Railway Station, which is situated on the Hungarian section of the European Railway Corridor No.4., has been reconstructed between 2004-2008. The project was an important element of the ISPA pre-accession programme. The article outlines the execution details of the assignment dealing with the reconstruction of railway track and connecting engineering works, cable-works of signalling system, construction of overhead contact line, engineering structures and platforms. The strengthening of the existing unsuitable substructure – which was based on lime stabilization – has really been a challenging task, due to the tight track-closure program. The straight main-line tracks have been upgraded to 140 km/h speed.

A VASÚTI PÁLYA LASSÚJELEI OKOZTA VONTATÁSI TÖBBLETENERGIÁK ÉS KÖLTSÉGEIK

DR. KISS FERENC¹

1. BEVEZETÉS

A lassújelekkel megjelölt vasúti pályaszakaszok különleges, nem kívánatos, a forgalom számára is zavaró hatással rendelkeznek. Ez a hatás mindenképpen energiapazarló, többlet vontatási energiát igényel, amelyet a vontató jármű, a mozdony fejt ki.

A lassújelek kihelyezése általában valamilyen pályahiba következménye, melynek hatására a szerelvényt le kell lassítani (mely már önmagában is energiavesztéssel jár), majd a felgyorsításhoz – mint később látni fogjuk – tetemes többletenergiát kell felhasználnunk, melynek költségeit meg kell fizetnünk.

Fenti folyamatok pontosabb megismerése, a pálya kijavításának, illetve a vontatási többletenergia költségeinek mérlegre helyezése indokolja e tématerületen a kutatást.

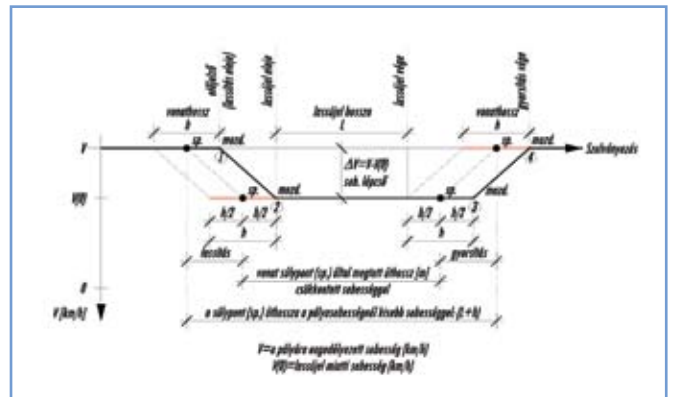
A kutatás első lépéseként meg kell határozni a vontatójármű által felhasznált többletenergia mennyiségét. Ennek ismeretében, valamint az egységnyi energia árát is ismerve, már viszonylag egyszerű módon kiszámítható egy adott időtartamra és vonalra vonatkozó többletenergia költsége.

Begyűjtöttünk minden olyan adatot, melyek számításainkhoz és mérésainkhoz szükségesek voltak. Lényegesnek tartjuk, hogy a számított és mért energiatöbblet-eredményeink között a korrelációt meghatározzuk. Ennek ismeretére van ugyanis szükségünk ahhoz, hogy a *csak számítással* meghatározható energiatöbbletből jó becsléssel következtetni tudjunk a ténylegesnek elfogadható, a most még mérésekkel is alátámasztott gyorsítási többlet-energiákra. Ehhez méréseink alkalmával nem csak a lassújelek utáni gyorsításokat, hanem minden, a vonat közlekedése során nyert gyorsítást és energiaigényt figyelembe vettünk.

A hálózat szintű energiatöbblet becslésénél törekedni kell arra, hogy a számításokhoz csak a legfontosabb paramétereket kelljen használni (adott vonalszakasz hossza, a lassújelek Δv sebesség-lépcsője, száma, az átgördült elegytonna mennyisége, a vontatójármű típusa stb.), de ezekből a becslés eredményeként lehetőleg a valóságos értékekhez legközelebb állót lehessen megkapni.

2. A GYORSÍTÁSOK VONTATÁSI ENERGIÁ-IGÉNÉNEK MEGHATÁROZÁSA SZÁMÍTÁSSAL

A lassúmenet elejét és végét a pálya szelvényeivel tűzik ki. A szerelvény a lassúmenet elejére v sebességről v_0 sebességre csökken a sebességét, majd amikor a szerelvény vége eléri a lassújel végét, a vontatójármű ismét gyorsítani kezdi a vonatot egészen v sebességig. (1. ábra)



1. ábra: Szerelvény sebességi viszonyai lassújel környezetében

2.1. A GYORSÍTÁSHOZ SZÜKSÉGES VONTATÁSI ENERGIA SZÁMÍTÁSA A VONTATÓJÁRMŰ (MOZDONY) VONÓERŐGÖRBÉJÉBŐL KIINDULVA

Több vontatójármű sebességtől függő vonóerő görbéjét használtuk, most a *TAURUS* mozdony esetére mutatjuk be a számítás menetét gyorsvonat vontatásakor. A mozdony vonóerőgörbéjéből (V , kN) az alábbi, később felhasznált adatok számíthatóak:

– A fajlagos vonóerő v , N/kN:

$$v = \frac{V}{Q} = \frac{V}{M \cdot g}$$

ahol

V – a mozdony vonóereje (függvénye a sebességnek), N

Q – a szerelvény súlya, kN

M – a szerelvény tömege, tonna

g – nehézségi gyorsulás ($\sim 10 \text{ m/s}^2$), m/s^2

– Fajlagos gyorsítóerő, $(v - \mu_v) = gy$; N/kN:

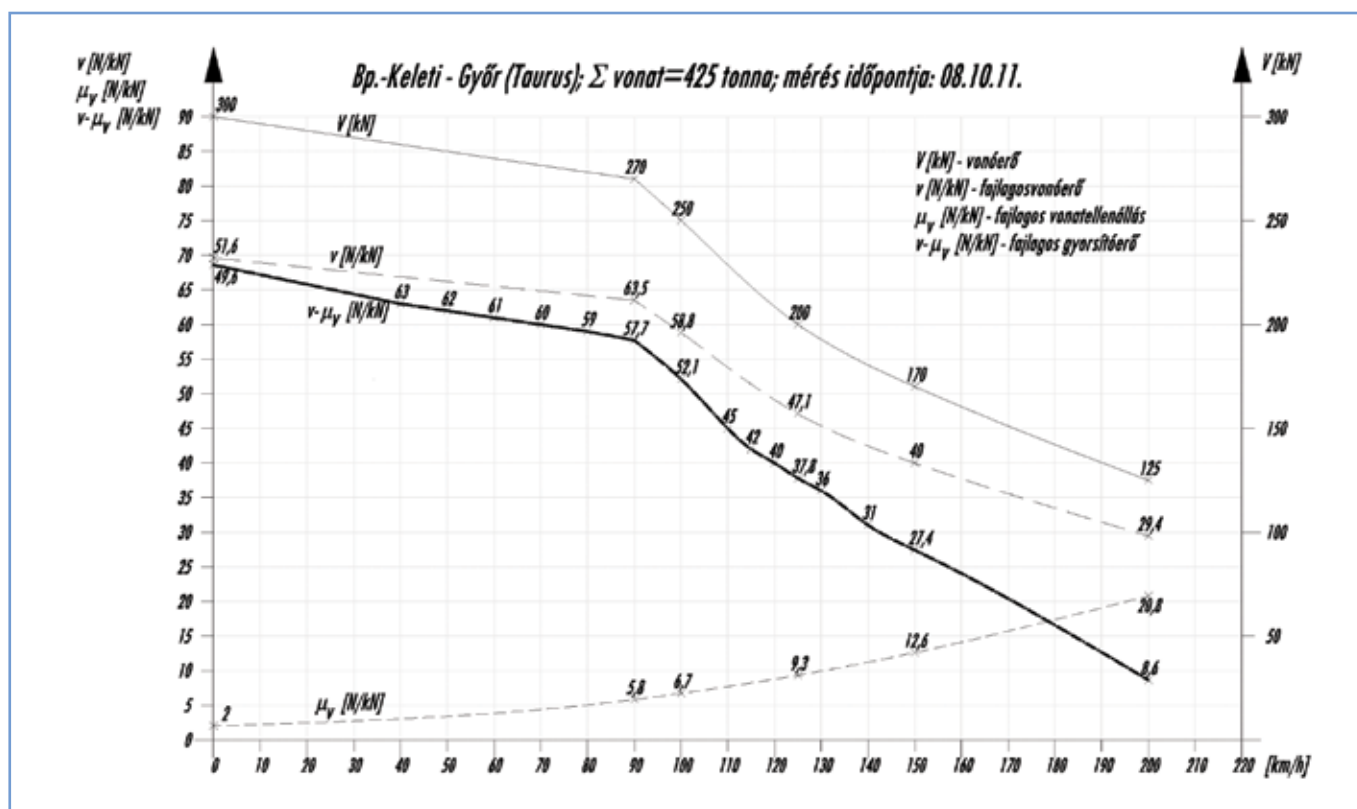
A μ_{mv} fajlagos menetellenállás sebességtől függő értékeit az „Országos közforgalmú vasutak pályatervezési szabályzatában” lévő gyorsvonatra vonatkozó

$$\mu_{mv} = 2 + 0,047 \frac{V^2}{100}$$

képlet segítségével határoztuk meg. A fajlagos gyorsítóerő számításait táblázatosan végeztük, ennek végeredményét a 2. ábrán szemléltettük.

A fajlagos gyorsítóerőkből a következő pontok szerint meghatároztuk a gyorsításhoz szükséges energiákat:

¹ Okleveles építőmérnök, főiskolai docens, Széchenyi István Egyetem, Győr, e-mail: kissf@sze.hu



2. ábra: Fajlagos gyorsítóerő

1. A lassújel eleje és vége pályaszelvénye. Ezt azért tekintjük csak tájékoztató jellegűnek, mert a mozdonyon történt leolvasása pontatlan: a hiányzó, nehezen látható szelvénykövek miatt. (A pontos gyorsítási úthosszakot egyébként számítottuk.)
2. Sebességlépcső (Δv , km/h). A lassúmenet sebessége és az azt követő pályára engedélyezett sebesség különbsége.
3. A sebességlépcsőhöz tartozó fajlagos gyorsítóerő. Miután a TAURUS mozdony vonóerő-görbéje a 90 km/h sebességnél törik, természetesen ez a törés a fajlagos vonóerő és a fajlagos gyorsító erő görbéjében is jelen van. Ezért azoknál a nagyobb sebességlépcsőknél (40–140, 60–140, ...), amelyeknél a 90 km/h sebesség belesik a lépcsőbe, a gyorsításhoz szükséges energia két részletben került meghatározásra: részben a 90 km/h sebesség lépcsőig terjedően, részben pedig a 90 km/h sebesség utáni tartományra. Megjegyezzük, hogy számításaink szerint nem jelent nagy eltérést, ha a 90 km/h sebesség előtti és utáni sebességtartományhoz tartozó fajlagos gyorsítóerők átlagából számítjuk a gyorsítási energiát. A fajlagos gyorsítóerő (gy , N/kN) tehát átlagérték, a sebesség lépcső(k) sebességeihez tartozó fajlagos gyorsítóerők átlaga:

$$gy = \frac{gy_1 + gy_2}{2}$$

4. Gyorsítóerő: F_{dz} , N

$$F_{dz} = M \cdot g \cdot gy$$

ahol

- $M \times g$ – a szerelvény súlya, kN
- gy – átlagos fajlagos gyorsító erő, N/kN

5. Gyorsulás: a , m/s^2

Mivel $a = \frac{dV}{dT} = \xi \cdot (v - \mu_v)$, ahol

ξ – egységnyi fajlagos gyorsító erőre eső gyorsulás, $\frac{m/s^2}{N/kN}$

$$\xi = \frac{127}{1,06} \approx 120, \text{ (1,06-os átlagos tömegtényező figyelembevételével)}$$

- Fajlagos gyorsítóerő, $(v - \mu_v)$ N/kN

Megjegyezzük, hogy ugyanezen gyorsulási értékeket (a , m/s^2) kapjuk akkor is, ha dr. Kerkápoly Endre Vasútépítéstan I. tan-könyvének

$$a = \frac{\mu_{gy}}{110} = \frac{(v - \mu_v)}{110}$$

képletét használjuk.

6. A gyorsítás alatt megtett úthossz:

Egyenletesen változó mozgást feltételezve a megtett út hossza

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

- v – a gyorsítás után elért sebesség, km/h
- v_0 – a lassúmenet sebessége, km/h
- a – az 5. pontban számított gyorsulás, m/s^2

7. A lassúmenet utáni gyorsításhoz szükséges energia (E , kWh)

Az energiát megkapjuk, ha a 4. pontban számított gyorsítóerőt (F_{dz}) szorozzuk a 6. pontban számított gyorsulás alatt megtett úthosszal (s , m).

$$E = F_{dz} \cdot s$$

A Joule-ban ($1 J = 1 N \times m$) kapott eredményt $3,6 \times 10^6$ váltó-számmal osztva kWh dimenzióban kapjuk a gyorsítási energiát.

A gyorsítási energia számításait szintén táblázatosan végeztük, konkrét értékeit a mért értékekkel közös táblázatban szerepeltetjük a 4. fejezetben.

2.2. A GYORSÍTÁSHOZ SZÜKSÉGES VONTATÁSI ENERGIA SZÁMÍTÁSA A $0,5 \times M (V^2 - V_0^2)$ KÉPLET SEGÍTSÉGÉVEL

A gyorsítási munka címben szereplő képlettel történt számítása során olyan értékeket nyerünk, amelyek mentesek minden – a vasúti közlekedést is jellemző – üzemi körülménytől, amelybe pedig első sorban a menetellenállás, de azon túl sok más tényező is (pályaállapot, járműállapot, vezetési stílus stb.) beletartozik.

Egyszerűségénél fogva azonban célszerű a számítása, mert ha ismerjük az így kapott eredmények összefüggéseit – korrelációját – más, például a vonóerőből kiinduló, vagy a mérés során kapott eredményekkel, akkor az összefüggéseket felhasználva viszonylag egyszerű módon számíthatjuk a gyorsítás energiaszükségletét.

1. táblázat: A sebességlépcsőkhöz számított gyorsítási munkák a 2008.10.11-i méréshez (Budapest–Győr) (425 t)

v_0 , ill. v	Sebességlépcső (Δv)	Gyorsítási munka
km/h		kWh
1.	2.	3.
40 – 140	100	82,0
40 – 120	80	58,3
60 – 140	80	72,9
60 – 100	40	29,1
80 – 140	60	60,1
80 – 120	40	36,4
100 – 140	40	43,7
100 – 120	20	20,0
120 – 140	20	23,7

A gyorsítási munka képlete tehát:

$$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2$$

ahol

m – a szerelvény össztömege, kg

v – a szerelvény gyorsítás utáni sebessége, m/s

v_0 – a szerelvény lassúmenet alatti sebessége, m/s

(Megjegyzés: a Joule-ban [J] kapott eredmények $3,6 \times 10^6$ -nal való osztás után [kWh] dimenziójúak.)

A sebességlépcsőkhöz számított gyorsítási munkákat az 1. táblázat tartalmazza.

3. A GYORSÍTÁSOK VONTATÁSI ENERGIAIGÉNYÉNEK MEGHATÁROZÁSA MOZDONYON MÉRT ADATOKBÓL

Ezek a mérések a vizsgált vonatszerelvényre vonatkozó fő adatok és a kiegészítő információk rögzítése után a gyakorlatban úgy történtek, hogy a gyorsítás megkezdésének, valamint befejezésének pillanatában pontosan regisztráltuk a

- a pálya szelvéyszámát,
- a pillanatnyi sebességet,
- az időpontot,
- az erre alkalmas vontatójármű kijelző képernyőjén leolvasható vontatásra felhasznált villamos energia pillanatnyi mennyiségét (kWh) és a villamos fék üzemeltetése során rekuperált villamos energia mennyiségét.

A vontatójármű ugyanis a lassújel vége után intenzív gyorsítást valósít meg, jelentős mennyiségű villamos energiát vesz fel, alaptól úgy „programozva”, hogy minél előbb elérje az állandósult, takarékos „komfortos” magas sebességet, ami az adott szakaszon az adott vonatra engedélyezett.

Az intenzív gyorsítási szakaszt (pontosabban a felvett energiát) jelentősen befolyásolják az időjárási viszonyok, az esetleges csúszások, perdülések a kerék kerületén tapasztalhatóan, a mozdonyvezető szubjektuma stb. (Ezen nem kívánatos jelenségek hatásainak csökkentésére beépített védelem, funkcionális szabályozó- és vezérlőberendezések lépnek működésbe a vontatójárművön.) A konkrétan mért értékeket a számított értékekkel közös táblázatban szerepeltetjük a 4. fejezetben.

2. táblázat: Az összehasonlítás alapja az ugyanazon szelvényű lassúmenet utáni gyorsítás számításos és mért vontatási energiamennyiségének összevetése a 2008.10.11-i mérésnél (Budapest–Győr) (425 t)

Lassúmenet szelvénye	Számított energiatöbblet	Lejtviszonyok $\pm e$, ezrelék	Mozdonyon mért energiatöbblet	Lejtviszony miatti energiaváltozás	Mért energia	Mért-számított energia	Eltérés
kWh							%
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
273 – 277	21,5	+2,2	30	–1	29,0	7,5	25
347 – 356	47,3	–7,5	50	+8,9	58,9	11,6	19
385 – 393	39,6	+7,0	50	–5,5	44,5	4,9	11
396 – 405	25,8	+7,0	46	–5,0	41,0	15,2	(37)
500 – 510	25,8	+8,0	45	–5,7	39,3	13,5	(34)
634 – 646	78,4	–7,0	81	+12	93,0	14,6	15
708 – 714	48,8	–2,0	57	+1,6	58,6	9,8	16
750 – 762	72,1	–4 (400 m)	92	+1,8	93,8	21,7	23
805 – 820	88,3	–6 (300 m)	97	+2,1	99,1	10,8	11
Átlagos eltérés %-a: 21% (17%)							

4. A SZÁMÍTOTT ÉS MÉRT GYORSÍTÁSI ENERGIAÉRTÉKEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Az összehasonlításokat azért tesszük, az összefüggések szorosságát azért vizsgáljuk, mert hálózat szinten a lassújelek utáni gyorsításból származó többletenergia meghatározását valószínűleg mérés nélkül, csak számításos módszerrel lehet végezni.

Ha elfogadjuk, hogy a valószínű többletenergia a vontatójármű tényleges felhasználásából adódik, és ismerjük a számított és mért (ténylegesen felhasznált) értékek kapcsolatrendszerét, akkor tetszőleges vonalat kiválasztva, viszonylag egyszerű számítással (és az alapján becsléssel) meghatározhatjuk a vontatási többletenergiaját.

A két mérési napon a Budapest–Győr, Győr–Budapest szakaszokon a kítűzött lassújeles pályarészek adtak lehetőséget a számításos és mért többletenergiaik összehasonlítására.

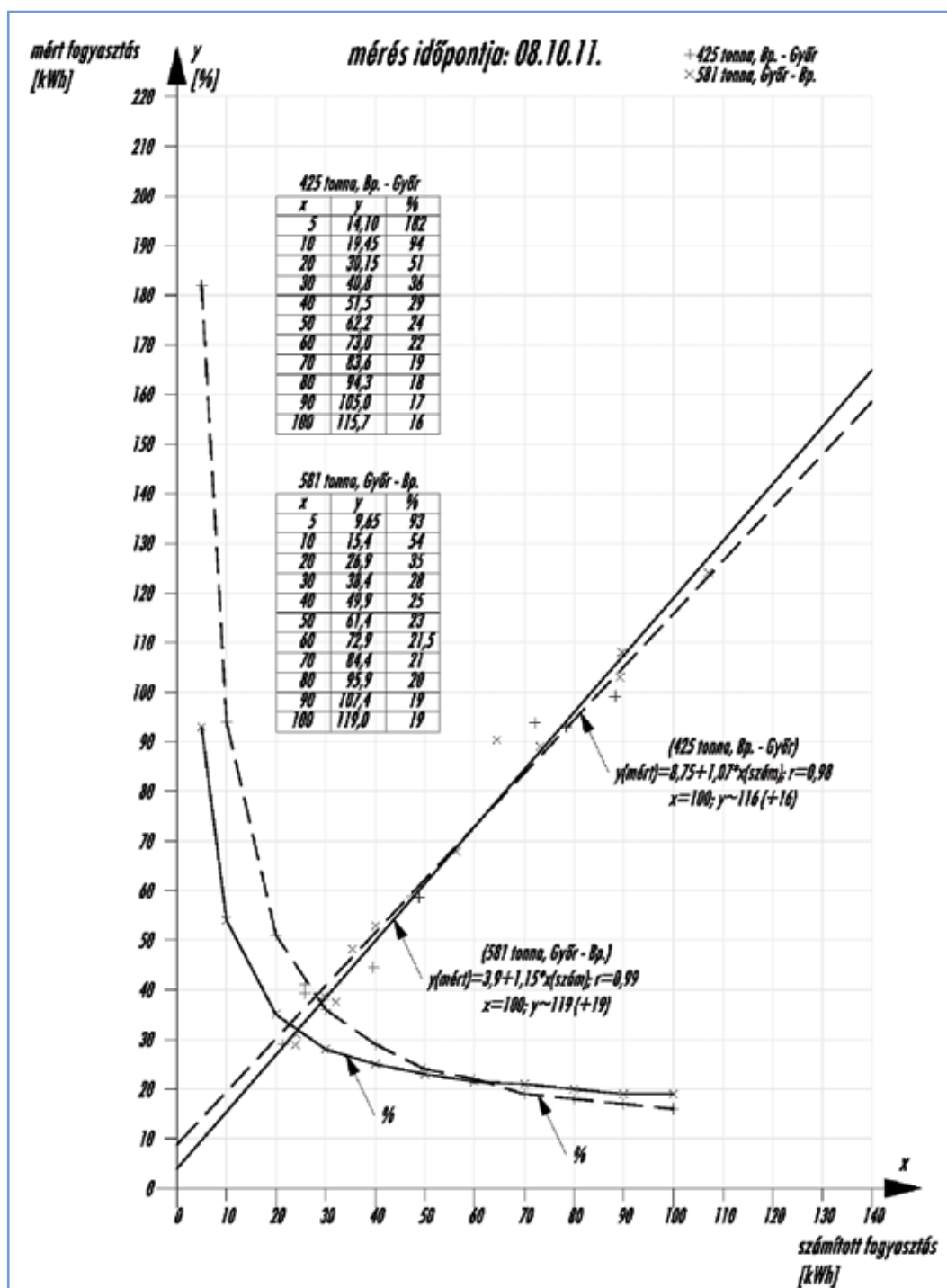
Az összehasonlítás alapja pedig az ugyanazon szelvényű lassúmenet utáni gyorsítás számításos és mért vontatási energiamennyiségének összevetése (2. táblázat).

A 3. ábrából levonható legfontosabb következtetések:

- a mért értékek rendre nagyobbak a számítottaknál
- a magas korrelációs együtthatók jelzik a számított és mért energia-többletek rendkívül szoros kapcsolatát
- a regressziós egyenes egyenletéből a számított energiafelhasználást ismerve becsülhetjük a mért (valóságos) energiafelhasználást.

5. A BUDAPEST-KELENFÖLD–GYŐR VONALSZAKASZ LASSÚJELEI UTÁN SZÜKSÉGES GYORSÍTÁSOK VONTATÁSI ENERGIAIGÉNYÉNEK ÉS KÖLTSÉGEINEK MEGHATÁROZÁSA

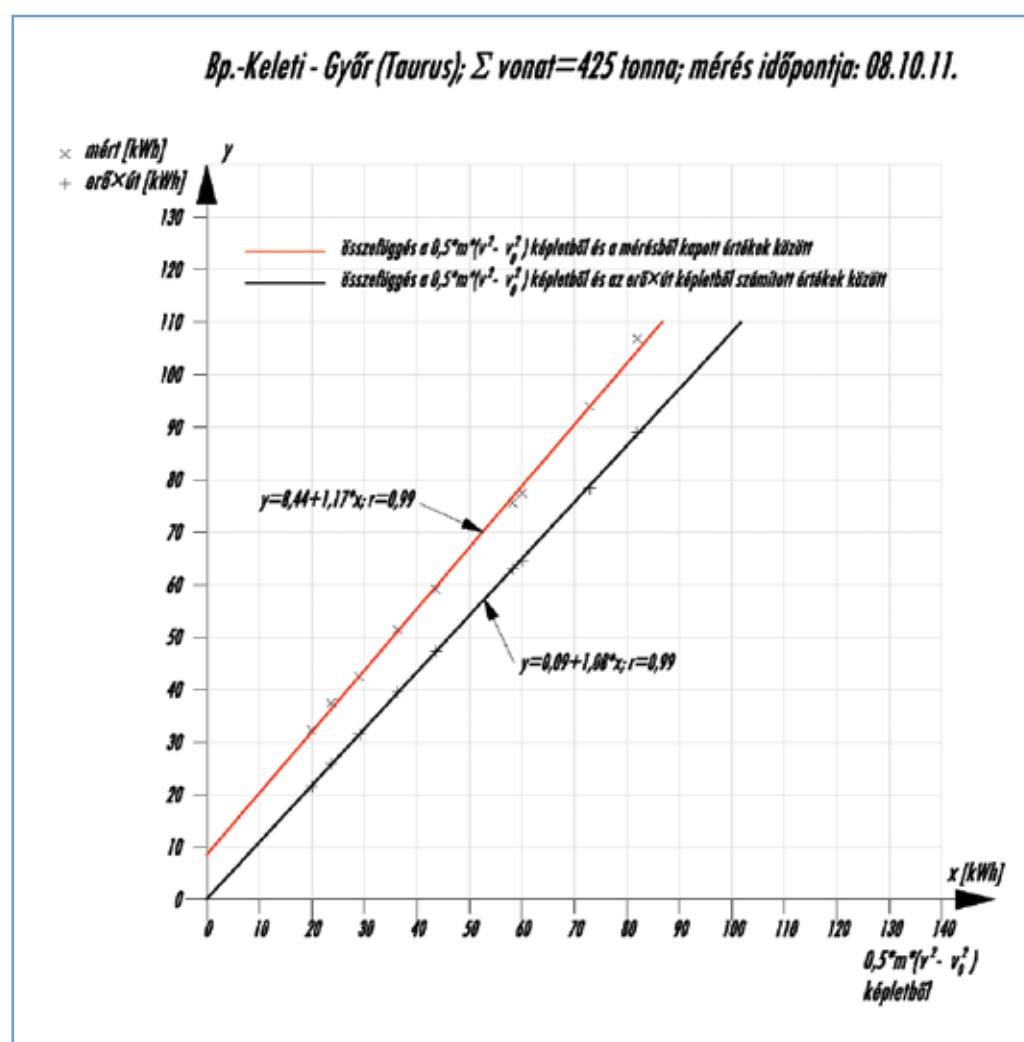
A gyorsításhoz szükséges energiák számítás és mérés útján törént meghatározása, majd kapcsolatrendszerük tisztázása után



3. ábra: Az ugyanazon lassúmenethez tartozó számított és mért gyorsítási energia kapcsolata

3. táblázat: A becsült veszített energiákat összegezett eredményei

Vágány	Vonattömeg tonna	Gyorsítási energia kWh
Bp.-Kelenföld-Győr, jobb	425	1553,6
Győr-Bp.-Kelenföld, bal	581	1816,2



4. ábra: Gyorsítási energiák összefüggései

most a Budapest-Kelenföld–Győr vonalszakaszon számoljuk ki, becsljük meg, majd hasonlítjuk össze a mért energiákat!

Ehhez felhasználtuk az aktuális állandó és ideiglenes lassúmenetek sebesség- és szelvényadatait. A becslt vesztt energiákat összegezve a 3. táblázat szerinti eredmények adódtak.

Ha összegezzük a két vágányra vonatkozóan „csupán egy fordulóra” a lassújelek okozta gyorsítási energiavesztéseket, ($\Sigma 3369,8$ kWh) és ezt megszorozzuk 1 kWh vonattási energia költségével (**25,867 Ft októberben**), akkor megkapjuk az első „forintosított” gyorsítási energiavesztést: **87 167 Ft-ot**.

A következőkben kigyűjtöttük 2008. januártól októberig terjedően az 1047 sorozatszámú TAURUS mozdony továbbította személyforgalom 100 Etkm adatait, melyekből arányosítva számítani tudtuk a gyorsítási többletenergiaikat (4. táblázat), illetve azok költségeit.

4. táblázat: Gyorsítási energiák az átgördült elegytonnák alapján

Hónap	Személy 100 Etkm	Elegytonna $\times 100/127,5$	Elegytonna jobb vágányon, bal vágányon	Gyorsítási energia	
				jobb	bal
				vágányban	
				kWh	
1.	2.	3.	4.	5.	6.
I.	518 192	406 425	203 212	742 847	635 239
II.	420 744	329 995	164 998	603 155	515 782
III.	511 003	400 787	200 393	732 543	626 427
IV.	466 474	365 862	182 931	668 710	571 841
V.	519 192	407 209	203 605	744 284	636 467
VI.	524 903	411 689	205 844	752 469	643 466
VII.	533 187	418 186	209 093	764 346	653 623
VIII.	497 132	389 907	194 954	712 660	609 424
IX.	426 644	334 623	167 311	611 610	523 012
Összesen:				6 332 624	5 415 281

Ha összeadjuk a jobb és bal vágány többletenergiait a januártól októberig terjedő időszakra, akkor:

- a jobb vágányra **6 332 624 kWh**,
- a bal vágányra pedig **5 415 281 kWh**

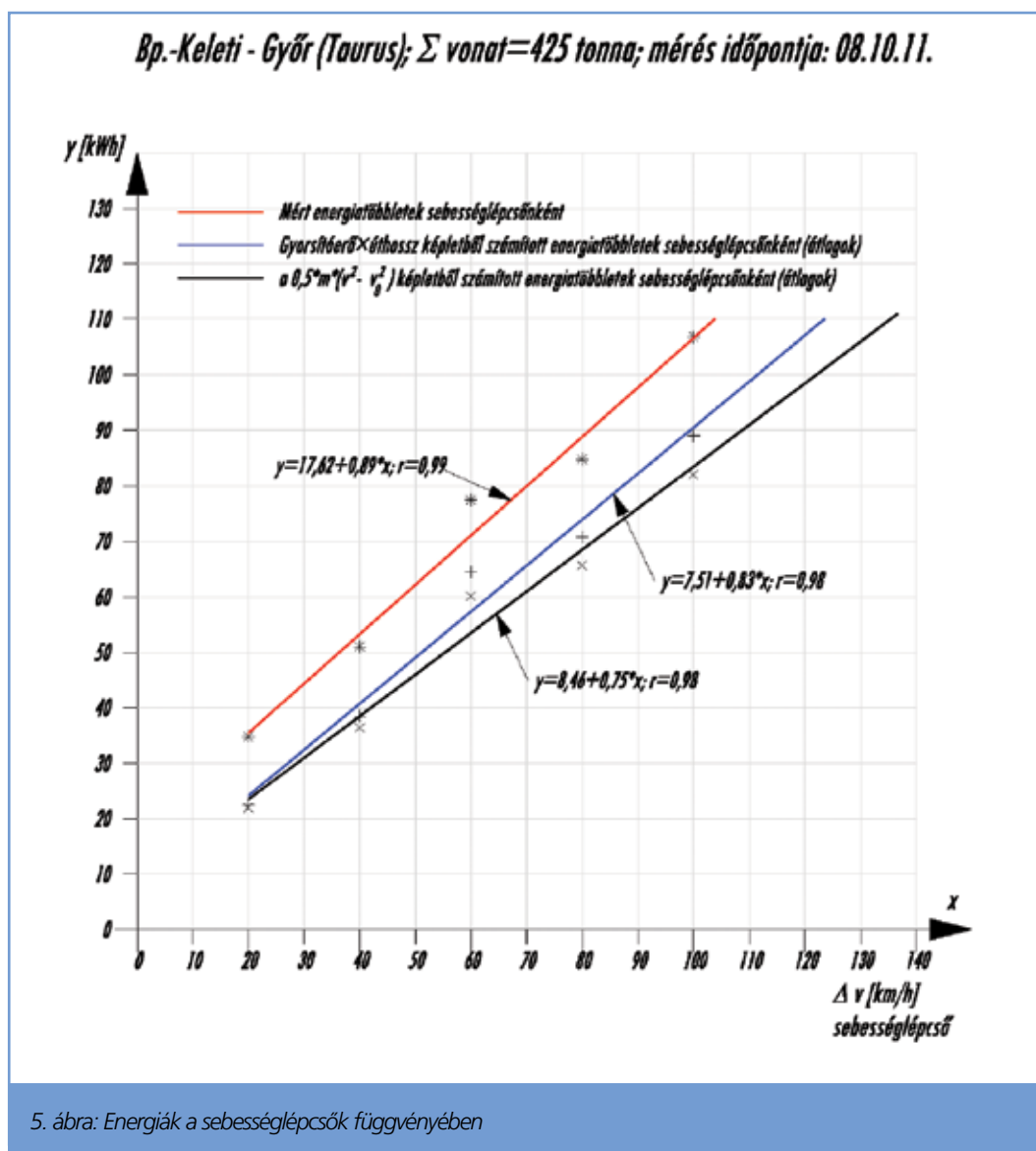
eredményt kapunk. Ez a többletköltséget tekintve:

- a jobb vágányra **163 806 000 Ft**-ot,
- a bal vágányra **140 077 000 Ft**-ot,
- összesítve pedig **303 883 000 Ft**-ot je-

lent. Ha egy évre becsüljük ezt a költséget, akkor **405 177 000 Ft**-ot kapunk!

5.1. A KÉT MÓDSZERREL KISZÁMÍTOTT ÉS A MÉRT TÖBBLETENERGIÁK ÖSSZEHA-SO-NLÍ-TÁSA

Az 5–6. táblázatokban a Budapest–Győr szakasz jobb és bal vágányokban előforduló gyorsítási sebességlépcsőkhöz a további összefüggések kimutatására megadtuk a mindhárom módon meghatározott gyorsítási energiát. A két táblázat értékeit a 4. és 5. ábrában is feldolgoztuk. Hasonlóan számíthatók a Győr–Budapest (581 ton-nás vonat) energiaértékei is.



5. táblázat: A Budapest–Győr vasútvonal jobb és bal vágányában előforduló gyorsítási sebességlépcsőkhöz tartozó mindhárom módon meghatározott gyorsítási energia

v	Δv	mv ² /2	Erő × út	Mért
km/h		kWh		
1.	2.	3.	4.	5.
40 – 140	100	82,0	89,0	106,8
40 – 120	80	58,3	63,0	75,6
60 – 140	80	72,9	78,3	94,0
60 – 100	40	29,1	31,5	42,5
80 – 140	60	60,1	64,5	77,4
80 – 120	40	36,4	39,5	51,4
100 – 140	40	43,7	47,3	59,1
100 – 120	20	20,0	21,5	32,3
120 – 140	20	23,7	25,8	37,4

Ha az ábrákból kapott összefüggéseket felhasználjuk (regressziós egyenletek, korrelációs együtthatók, számítható %-os becslések...) és „nagy átlagok” képzésével ismét számítjuk a két vonat-tömeghez tartozó, teljes lassújel állomány figyelembevételével a Budapest–Győr jobb, illetve bal vágány gyorsítási energiaszükségleteit, az 7. táblázat szerinti eredményeket kapjuk.

6. táblázat: Energiák az átlagolt sebességlépcsőkhöz

Δv	mv ² /2	Erő × út	Mért
km/h	kWh		
1.	2.	3.	4.
20	22,0	22,6	34,8
40	36,4	38,4	51,0
60	60,1	64,5	77,4
80	65,6	70,7	84,8
100	82,0	89,0	106,8

7. táblázat: A Budapest–Győr vasútvonal jobb és bal vágányában előforduló gyorsítási sebességlépcsőkhöz tartozó mindhárom módon meghatározott gyorsítási energia, átlagolva a sebességlépcsőket

Vágány	Vonat-tömeg m	átlag-sebességek	Δv sebes-ség-lépcső	energia átlaga	Lassújel darab-száma	Összes energia	%-os növelés	Becsült energia	Tényleges fel-használt energia	Eltérés (tényleges/ becsült)
	tonna	km/h		kWh	db	kWh		kWh		%
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Budapest–Győr, jobb	425	90–130	40	40,08	28	1122	+38	1548	1554	+0,5
Győr–Budapest, bal	581	80–130	50	65,38	21	1373	+32	1812,4	1816,2	+0,2

IRODALOM

[1.] Dr. Kiss Ferenc – Fischer Szabolcs – Simányi Miklós – Vitéz Attila: A vasúti pályán a lassújelek után szükséges gyorsítási energiaigényének vizsgálata. Kutatási részjelentés, 2008. Győr

The speed-limit signs in the railway tracks which there are usually because of the cancelled maintenance works cause a lot of additional costs. The excess cost is caused by the after the speed-limit sign accelerating train. The train has to reaccelerate to the permitted speed of the track. This speed-step is commensurate with the additional energy. There are different methods to determine this energy: calculation (two methods) and measuring on locomotives. The exact correlation between the measured and the calculated data should have been determined, and then the de facto used up additional accelerating energy can be evaluated. Knowing the cost of electric energy, the cost of the additional energy can be calculated either for railway lines or for the whole railway network.

SUMMARY

THE ADDITIONAL TRACTION ENERGIES AND THEIR COSTS CAUSED BY SPEED-LIMITS OF RAILWAY LINES

AZ AUTOMATIZÁLT AUTÓPÁLYA ÁLMA

THE DREAM OF AN AUTOMATED HIGHWAY

ROBERT A. FERLIS

PUBLIC ROADS VOL. 71. 2007. 1. [HTTP://WWW.TFHR.GOV/PUBRDS/07JULY/07.HTM](http://www.tfhr.gov/pubrds/07july/07.htm)

Az automatizált autópálya évtizedek óta foglalkoztatja a szakembereket. 1997-ben egy demonstrációs programban húsz jármű négy napon át haladt két lezárt sávon automatikus vezérlésű zárt konvojban átlagos sebességgel. Azóta azonban a gyakorlati megvalósítás nem haladt sokat előre, mert számos problémával találkoztak. A kijelölt sávok biztosítása mellett nem megoldott az automatizált szakaszról letérő forgalom továbbvezetése. Az emberi tényező is nehézséget okozhat, mert a vezetők nehezen állnak át az automatikus üzemmódra. A teljes rendszer üze-mé a mainál magasabb szintű megbízhatóságot igényel. A járműgyártók és az autópálya-üzemeltetők felelősségét is tisztázni kellene az új helyzetben. A tehergépkocsi-forgalom kezelése újabb nehézséget jelent. A megvalósítás rendkívül forrásigényes. A környezeti hatás sem elhanyagolható, mert az automatizált autópálya várhatóan nagyobb forgalmi igényt és több szennyezést eredményez. A megoldást a szakértők a jármű és infrastruktúra integrációjában

látják. A fejlett kommunikációs lehetőségek felhasználásával a közúti forgalom több részeleme automatizálható. Az integrált jármű és út rendszere biztosítja az aktuális forgalmi helyzet mindenkor ismertetését, és növeli a forgalombiztonságot. A jármű figyelmezteti a vezetőt a tilos jelzésre. Az ütközésgátló felismeri a veszélyes helyzet közelségét, és automatikusan fékez. A követési távolság megtartása szintén automatikusan oldható meg. Az érzékelők jelzik egy gyalogos vagy egy állat jelenlétét az úttesten. Ha egy baleset mégis bekövetkezik, az automatikus segélyhívás gyors ellátást tesz lehetővé. A korszerű navigációs rendszerek nem csak az útvonalat, hanem az utazás ajánlott időpontját is megtervezik, és kezelik a menet közben előforduló változásokat. Mindezek alapján a távolabbi jövőben biztonságosabb, gyorsabb és kényelmesebb közúti közlekedés várható.

G. A.

AZ ÚTBURKOLAT PROFILJÁNAK GYORSULÁSMÉRÉSI ELVEN ALAPULÓ JELLEMZÉSE

SZARKA ISTVÁN¹ – DR. HABIL. GÁSPÁR LÁSZLÓ²

BEVEZETÉS

A hazai gyakorlatban az útpálya-egyenetlenség mérésével – azon belül is jellegzetes teljesítményi mérőszámának, az IRI-nek a meghatározásával, illetve alkalmazásával összefüggésben – gyakran merülnek fel értelmezési kérdések, esetenként félreértések is. A következőkben az útburkolat-felület mérésével és az IRI egyenetlenségi index meghatározásával kapcsolatos alapfogalmakat és eljárásokat foglaljuk össze, az említett index kifejlesztőinek, Sayersnek és Karamihasnak, a University of Michigan oktatóinak egyik kiadványára [1] támaszkodva.

Az IRI azon, hüvelyk/mérföld mértékegységű egyenetlenségi paraméter közvetlen utóda, amely szinte a gépjárművekkel egyidős. Bár a hüvelyk/mérföld dimenziójú, frekvenciagörbére alapozott rendszereken nyugvó mérések a múlt század negyvenes éveitől kezdve nagyon népszerűek lettek, komoly hátrányukként említhető, hogy a különféle járművek nem szolgáltattak ugyanolyan értéket, sőt, bizonyos idő eltelte után, még ugyanaz a jármű sem. Az 1970-es évek végén az egyes egyenetlenségi rendszereket az USA államaira kiterjedő kutatási projekt vizsgálta [2].

AZ ÚTBURKOLATPROFIL MEGHATÁROZÁSA

Az útburkolatprofil az útpálya képzeletbeli vonal menti, két-dimenziós szelete. Egy ilyen profil tetszőleges számú, a felületen húzott vonal mentén mérhető; és általában különböző, bár gyakran egymástól nem független eredményt szolgáltat. Ebből következően valamely útszakasz ismételt egyenetlenségi mérése *ugyanannak a képzeletbeli vonalnak* többszöri jellemzését jelenti.

Egy útburkolatról – különböző vonalak mentén – akárhány profil felvehető. Alapvető elvárás azonban, hogy az a vonal, amelynek mentén mérünk, a középvonaltól vagy valamely más viszonyítási helytől állandó távolságban helyezkedjen el, és ezáltal kövesse az út geometriai alakját. Az útburkolat profilját ezért gyakran forgalmi sávonként, két vonal mentén, rendszerint a két keréknyomban mérik. Részletesebb információgyűjtéshez azonban akárhány mérési vonalat ki lehet jelölni.

Folyamatos mérés esetében a vonal szélességére vonatkozóan nincsen általánosan elterjedt előírás, a szélességet rendszerint az érzékelők típusa határozza meg. A lézer alkalmazásával végzett mérések, például, az útpálya csupán néhány milliméteres szélességű sávját veszik igénybe, míg az ultrahangos mérési módszer alkalmazásakor szélesebb, akár több centiméteres sávra is szükség van.

A hosszirányú profil jellemzésére olyan műszerek és vizsgálati

módszerek szolgálnak, amelyek alkalmasak a burkolatfelületen levő képzeletbeli vonal mentén elhelyezkedő „valós útprofil”-hoz tartozó számsor létrehozására. A valós profil és a profilmérő készülékek által leolvasott számok közötti kapcsolat a következő három összetevő kombinációját jelenti: a referencia magassági pont, a referenciaként használt magassági ponthoz viszonyított relatív magasság és a hosszirányú távolság. Előbbiek mérésére alapvetően három eljárás terjedt el: a teodolitos, a lépegető „nívópálcás” és a tehetetlenségi vagy gyorsulásmérési elven alapuló profil mérés. Ez az utóbbi – egyébként leginkább elterjedtebb és leghatékonyabb – módszer képezi jelen cikk témáját.

Az útburkolatprofil mérő berendezés akkor szolgáltat – a későbbiekben ismertetett – feldolgozáshoz megfelelő adatot, ha az a tényleges profil geometriai adatain alapul (ezáltal két vagy több mérőberendezésből származó statisztikai adat közvetlenül egybevethető egymással), és ha az adatok időben állandóak és reprodukálhatóak. Ez utóbbi követelmény meghatározza a *min-tavélteli gyakoriságot* is, azaz az út hosszában pontszerűen mért magassági értékek közötti maximális távolság hosszát és megengedett értékét.

ADATSZŰRÉS FOGALMA, A SZÁMSOROK MEGSZŰRÉSE

A hosszirányú útburkolatprofil geometriai adatai előzetes manipuláció nélkül gyakorlatilag alkalmatlanok a közvetlen felhasználásra, első lépésként a profilt leíró számsorok matematikai szűrését kell végrehajtani. Fontos a szűrés lényegének és jelentőségének megértése, mivel a szűrés a profil mérési adatok értelmezésének lényeges részét képezi.

A tehetetlenségi elven alapuló profilmérőkben legalább egy beépített filter található. A szűrés arra szolgál, hogy a gyorsulásmérőből és a magasságérzékelőből származó adatokat ugyanarra a mértékegységre alakítsa át. További szűrés szükséges annak megakadályozására is, hogy az elektronikus zaj a számított profilban nagymértékű eltolódást ne okozzon. Egyes készülékekben több szűrést is alkalmaznak, ilyenkor az egyik szűrő kimenete a következő bemenetét képezi. Elméletileg ez olyan, mintha több elektronikus (áramköri) szűrőt raknánk egymásra. A szűrő csupán az elnevezése a számsort átalakító, matematikai transzformációnak. Korlátlan számú ilyen szűrő képzelhető el, és programozható. Léteznek szabványos filterek is, ezek közül a három legelterjedtebbet mutatjuk be.

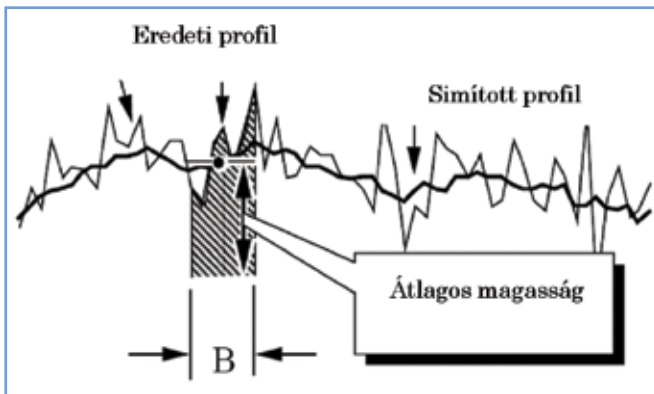
1. A mozgóátlag-szűrő a profil minden pontját a körötte elhelyezkedő pontok átlagértékével helyettesíti be. A hatás lényege, hogy kisímtja, elegyengeti a profilt azért, hogy az egyes mérési pontok közötti ingadozásokat enyhíti, átlagolja:

¹ Okleveles építőmérnök, osztályvezető, Magyar Közút Nonprofit Zrt., e-mail: szarka@kozut.hu

² Okl. mérnök, okl. gazdasági mérnök, az MTA doktora, kutató professzor, KTI Közlekedéstudományi Intézet, Nonprofit Kft., Budapest, egyetemi tanár, Széchenyi István Egyetem, Győr, e-mail: gaspar.laszlo@kti.hu

$$p_{\text{L}}(i) = \frac{1}{N} \sum_{j=i-\frac{B}{2\Delta X}}^{i+\frac{B}{2\Delta X}} p(j)$$

ahol a p_{L} a kisimított profil (amit az angol "low pass" kifejezésből alsó átmenetre szűrt profilnak is neveznek), a B a mozgó átlag alapértelmezett hossza, míg az N az összegzésben részt vevő minták száma (1. ábra).



1. ábra: A mozgó átlag számítása

A nagymértékben kiegyenlített (simított) profilgörbék éppen azokat az információkat „szűrik” ki, amelyek az út egyenetlenségét leginkább meghatározzák. A simított profil ugyanis csupán annyit mond el, hogy az út felfelé halad-e, lefelé tart-e vagy éppen szinten marad-e.

2. A másik gyakorta használt szűrési mód az előzőből származtatható oly módon, hogy a kisimított profilt egyszerűen kivonjuk az eredetiből. Az eredmény megadja az eredeti profil eltérését a kisimított vonaltól, azaz:

$$p_{\text{H}}(i) = p(i) - \frac{1}{N} \sum_{j=i-\frac{B}{2\Delta X}}^{i+\frac{B}{2\Delta X}} p(j)$$

Ebben az esetben a szűrt profil alsó indexében található nagy H betű azt jelzi, hogy "high pass", azaz felső átmenetre szűrt profilról van szó. A szűrőnek mind a kiegyenlítő (alsó átmenetre szűrt), mind pedig az ellenkező hatású (felső átmenetre szűrt, a simító hatást kiküszöbölő) változata igen hasznos. Mindkét változatot lehet alkalmazni ugyanazon a profilon is.

3. Létezik még egy, az előbbieknél egyszerűbb, gyorsabb eljárás a mozgó átlag számítására. Ez a profil kisimítására alkalmas, számítás-technikai szempontból is hatékony módszer az első átlagérték pontjának kiszámítása után, az azt követő értékeket már az alábbi összefüggés alapján egyszerűen számítja ki:

$$p_{\text{L}}(i) = p_{\text{L}}(i-1) + \frac{1}{N} \left[p\left(i + \frac{B}{2\Delta X}\right) - p\left(i - \frac{B}{2\Delta X} - 1\right) \right]$$

így attól függetlenül, hogy az átlagértéket hány pontból számítják, csak a következő két profilérték hatásával számol: az egyik, amely az átlagos mintavételi távolságra belép, és a másik, amely elhagyja azt.

A FREKVENCIAKARAKTERISZTIKA

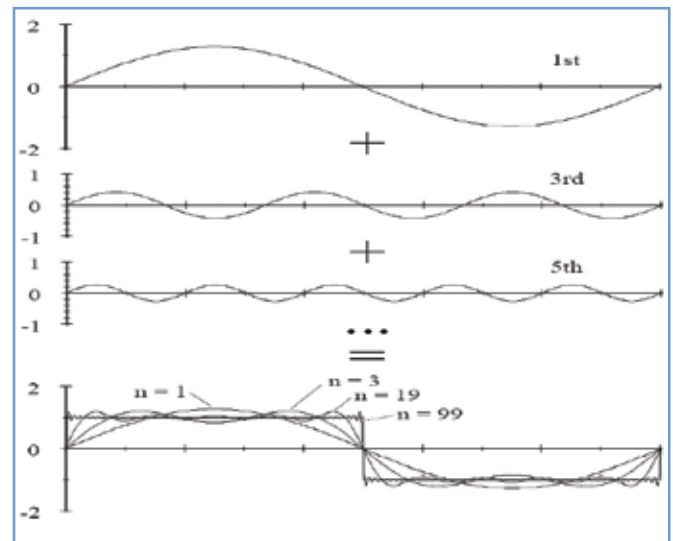
A szűrők és a mérőeszközök úgy is tekinthetők, mint fogalmi „fekete dobozok”, amelyeknek van egy bemenetük és egy ki-

menetük. Kialakításukból adódóan ezekben a rendszerekben a kimenet nagyfokú arányosságot mutat a bemenettel. Az ilyen adathalmazok viselkedését lineáris *frekvencia jelleggörbék* segítségével szemléletes módon lehet leírni. Ha a bemeneti számokat adott mértékben megnöveljük, a kimeneti számok is ilyen mértékben fognak nőni. Hasonlóan az előbbiekhöz, ha egy lineáris rendszerbe szinuszgörbe jellegű bemenetet alkalmazunk, a kimenet is azonos hullámhosszal rendelkező szinuszgörbe lesz. A kilengés és a fázis, a bemenet és a kimenet esetében rendszerint nem egyezik meg, de a *hullámhossz minden lineáris rendszerben azonos*.

A frekvencia jelleggörbe a szinuszgörbe esetében azt szemlélteti, hogyan aránylik egymáshoz a bemenet és a kimenet. Ha ismert, hogy a lineáris rendszer kimenetének ugyanolyan hullámhosszú szinuszgörbének kell lennie, akkor a kimenet, a fázis és az amplitúdó megadásával, teljes mértékben meghatározható. Az amplitúdó frekvencia jelleggörbe alakja azt jellemzi, hogyan aránylik a kimeneti amplitúdó a bemeneti jel amplitúdójához. Az amplitúdók arányát *nyereségnek* (erősítésnek) nevezzük.

A PROFILOK SZINUSZGÖRBÉKRE TÖRTÉNŐ SZÉTSZEDÉSE

A tetszőleges alakú, kanyargó vonal matematikailag különböző kilengésű, hullámhosszú és fázisú szinuszgörbék sorozatából is felépíthető. A 2. ábra – példaként – azt mutatja meg, hogyan lehet egy lépcsős ugrást különféle szinuszgörbék halmazaival megközelítőleg ábrázolni.



2. ábra: Ugrásszerű változás leírása szinuszgörbékkel

Alkalmazzunk először egyetlen szinuszgörbét, amelynek hullámhossza a grafikonon ábrázolt távolsággal megegyezik. Az amplitúdót, valamint a fázist úgy állítsuk be, hogy csak az $N=1$ számára elérhető durva megközelítést jelezze. Látható, hogy a bemutatott ugrás esetében azoknak a szinuszgörbéknek az amplitúdója közül egyik sem fogja a lépcsős ugrás jobb megközelítését eredményezni, amelyeknél a hullámhossz az alapértelmezett távolság páros számú osztója (tehát 1/2, 1/4, 1/6 stb.). Itt az amplitúdónak nullának kell lennie. Ugyanakkor olyan hullámhosszak esetében, ahol a hullámhossz páratlan osztója a távolságnak (tehát 1, 1/3, 1/5 stb.), minden egyes további szinuszgörbe segít a megközelítésben. A 2. ábrán látható, hogy nagyszámú (például $N=99$) szinuszgörbe segítségével meglehetősen jó közelítés érhető el.

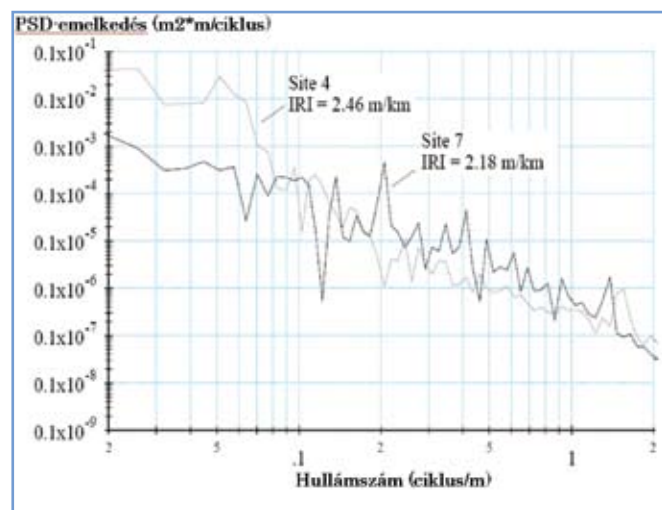
Az ugrásszerű változás szinuszgörbék segítségével történő felépítésének általános módszere jól alkalmazható tetszőleges alakú profil esetében is. Ha egy profilt 2N számú egyenletesen elhelyezett magassági pont határozza meg, akkor N számú szinuszgörbével számuk matematikailag megduplázható. Létezik olyan matematikai transzformáció, amely kiszámítja azoknak a szinuszgörbéknek az amplitúdóját, amelyek egymással összeadva a modellezni kívánt, tetszőleges alakú profilt kiadják. Ilyen számítást tesz lehetővé a Fourier- transzformáció, amellyel megmutatható, hogyan „oszlik meg” a vizsgált profil magassága a szinuszgörbék halmazán. Ezt a feldolgozást, transzformációt *energia spektrum sűrűség* (*Power Spectrum Density, PSD*) függvénynek nevezzük.

AZ ENERGIASPEKTRUM-SŰRŰSÉG

Valamely útburkolatprofil energiaspektrum-sűrűsége olyan statisztikai ábrázolás, amely az út jellegzetes szinuszos hullámhossz-spektrumában a különféle hullámszámok hangsúlyosságát mutatja meg.

A PSD-függvényt eredetileg feszültségek jellemzésére alakították ki, de ugyanezeket a matematikai számításokat az útpályák profiljára is lehet alkalmazni. A profilok PSD-je és a feszültségen mért függvény között két különbség van: (1) a varianciát az út esetében a magasságok gyökének mértékegységében fejezik ki, valamint, hogy (2) az eloszlást hullámszámokon (ciklus/méter), nem pedig frekvencián (ciklus/másodperc) jellemzik. Az útburkolatprofil esetében a PSD-nek nincsen energiataralma.

A 3. ábrán két, hosszú hullámokra szűrt útburkolatprofil PSD-függvénye látható, az eredményül kapott profilok első ránézésre hasonló képet mutatnak.



3. ábra: Példa két útszakasz PSD-függvényére /

Ezzel szemben a szüretlen profilok ábrái között akár több méteres eltérések is adódhatnak. Ugyanakkor a szűrés után, a lejtésre és a nagy távolságú hullámzásra vonatkozó adatokat eltávolítva, a változások mértéke akár néhány centiméterre is lecsökkenhet, azaz a nagy hullámhosszakhoz a magasságkülönbségek nagy amplitúdója társul.

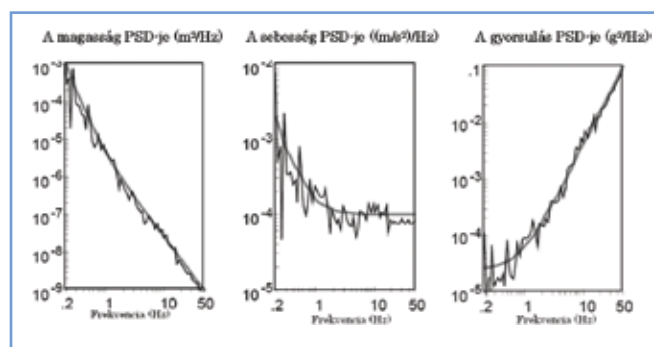
Az utazáskényelem egyik fontos jellemzője a jármű karosszériájában tapasztalható gyorsulás. Az ülésre ható gyorsulás, illetve a vibráció mérésével a felfüggesztés minőségét, valamint az elülső és a hátsó felfüggesztés rugalmassága és csillapítása közötti el-

térést meg lehet ítélni. Vizsgálatok azt mutatták, hogy az emberi testnek a függőleges irányú vibrációval szembeni maximális toleranciája, a hasüreg rezonálása miatt, 5 Hz körüli érték. A gépjárművek tervezésénél ezért külön figyelmet fordítanak arra, hogy az útról származó rezgéseket ebben a tartományban a lehető legkisebbre csökkentsék azáltal, hogy a karosszéria rázkódásának és ugrásainak frekvenciáját 1 és 2 Hz közé állítják be. Ehhez kapcsolódóan másik mérhető kockázat a kerekek okozta rázkódás, ami nagyobb sebesség esetén jön létre, és nagysága 10 és 15 Hz között változik.

A függőleges irányú gyorsulás az utazáskényelmet jelentős mértékben befolyásolja, ezért fontos a profil magassági értékei és a járműgyorsulás közötti összefüggés ismerete.

AZ ÚTBURKOLAT PSD-FÜGGVÉNYÉNEK GYORSULÁSSAL TÖRTÉNŐ KIFEJEZÉSE

A 4. ábra jellegzetes útszakaszon tapasztalható frekvenciák (hullámszámok) széles tartományát mutatja be. Az utat a magassági PSD-függvény bemenetének tekinti (lásd a bal oldali grafikont), ahol az utazási sebesség 80 km/óra. Egyszeri differenciálás a sebesség okozta gerjesztést eredményezi, míg a második differenciálás során megkapjuk a gyorsulás PSD-jét. Figyeljük meg, hogy a gyorsulási bemenet a magas frekvenciákon a legnagyobb, ami az úton rövid hullámhosszaknak felel meg!

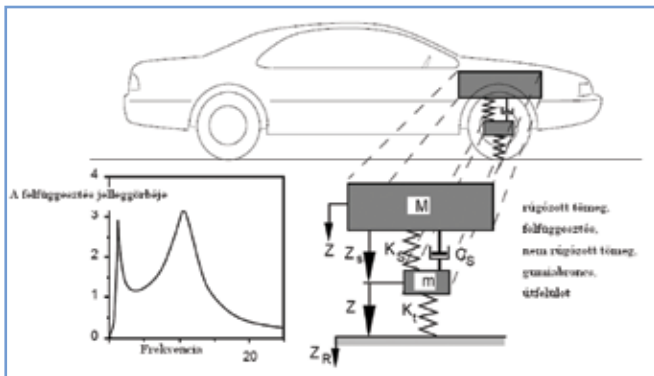


4. ábra: Az útpálya PSD-függvényének kapcsolata a gyorsulás PSD-függvényével

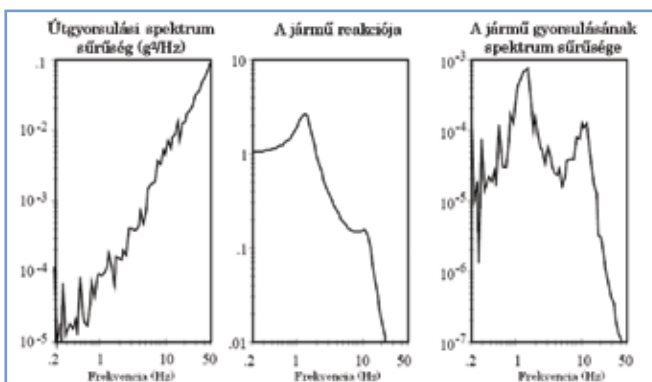
A feltételezett utazósebesség kihat a PSD-függvény méretezésére. Ennek ellenére az útpálya PSD-függvényének alakja nem változik, ugyanolyan, mint amikor a hullámszám függvényként számoljuk ki. A magassági PSD a hossz²/Hz tartományban gyakorlatilag ugyanolyan alakot vesz fel, mint a korábban hullámszám alapján meghatározott, magassági PSD-függvény. Csak a mértékegységek változnak, hogy az idő és ne pedig a távolság legyen a viszonyítás alapja. A sebesség-PSD ugyanolyan, mint a lejtés PSD-je, a gyorsulás-PSD pedig a térbeli gyorsulás PSD-függvényének felel meg.

A jármű felfüggesztése megóvjá a benne ülőket az útpálya okozta gyorsulás kedvezőtlen hatásaitól. A gépjárművek a legalapvetőbb szinten dinamikailag hasonlítanak a negyed-autó modellhez (quarter-car model). A gépkocsi testét alátámasztó felfüggesztés (rugózott tömeg) és a gumiabroncs rugalmassága azt eredményezi, hogy a karosszéria védve van az útpálya okozta nagy frekvenciájú behatásoktól. Az 5. ábrán láthatóak a dinamikai jellemzők.

A felfüggesztés „izolációs” teljesítményét a 6. ábra illusztrálja. Az ábra bal oldalán látható, az útpálya egyenetlenségei által létrehozott gyorsulási spektrum az autóbába épített felfüggesztés szűrőjén



5. ábra: A gépjárművek a jármű dinamikájának segítségével szűrik meg a profilt



6. ábra: A jármű mechanikai szűrőként működik, amelynek frekvencia-jelleggörbe függvénye van

halad keresztül. A szűrő hatására jön létre a gépkocsiszekrény gyorsulási spektruma, ami az ábra jobb oldalán szerepel. A középső grafikon, a jármű frekvencia karakterisztikája megegyezik a PSD-elemzés számára megfelelő mértékegységekben kifejezett nyereséggel.

Bár a gyorsulás hatása az 1 Hz-es frekvencia környezetében a folyamatban felerősödik, az e frekvencia feletti hatások azonban nagy mértékben gyengülnek. A második gyorsulási csúcs, 10 Hz körül a kerekek ugrálásából származik. Megfigyelhető továbbá, hogy a felfüggesztés szigetelőhatása hogyan csökkenti a rezgések szintjét az 5 Hz-es szint környékén, azon a frekvencián, ahol az emberi test a függőleges gyorsulás okozta rezgésekre a legérzékenyebben reagál.

AZ ÚTPÁLYA EGYENETLENSÉGE

Az egyenetlenség fogalmára több meghatározás is létezik, például az American Society of Testing and Materials (ASTM szabvány: E867) definíciója a következő: „Az útburkolat felszínének a teljesen sima felülettől olyan formában jelentkező eltérései mint a hossz- és a keresztirányú profil vagy az oldalesés; ezek az eltérések a jármű dinamikájára, az útpálya járhatóságára, a dinamikus terhelésekre és a vízvezetésre egyaránt hatást gyakorolnak.”

Ezek az itt említett tényezők járulnak hozzá az útpálya egyenetlenségeihez. A fenti definíció azonban nem tartalmazza az egyenetlenség mennyiségi, számszerűsíthető meghatározását vagy mértékének szabványos besorolását a fogalmat meglehetősen tágan értelmezi. Olyan paraméterekről is említést tesz, mint a

vízvezetés vagy a járhatóság, amelyek egymással rendszerint nincsenek összefüggésben.

Egyetlen pont egyenetlensége önmagában nem értelmezhető. Ezért az egyenetlenséget két pont közötti távolságon előforduló eltérések, hibák összegzésekként kell értelmezni. Az utat használók többféle egyenetlenséget, pályahibát is el tudnak különböztetni egymástól, mint a jármű nemkívánatos rezgésének különféle formáit; ezért felhasználói szempontból is indokolt a tényleges profilból többféle egyenetlenségi mutatót számolni. Ezek a felfüggesztés mozgásával összefüggő hullámzástól kezdve a kocsiszekrény akusztikáját érintő, hallható zajokig szolgálhatnak információval.

Az egyenetlenséget mérő berendezések felső átfordulási szűrők, azaz olyan mechanikus szűrőként funkcionálnak, amelyek eltávolítják a hosszabb hullámhosszakokat, és kiemelik azokat, amelyeket az út járhatóságát befolyásoló hibák eredményeznek. Ennek a folyamatnak a végeredménye a profilindex mint az út állapotára jellemző mennyiség.

A profilindex olyan összegzett mérőszám, amelyet a profilt alkotó sok-sok számból származtatnak. A számítás részletei határozzák meg, hogy mi a jelentősége és a jelentése a kiszámított mutatónak. A szám kapcsolódhat matematikai járműmodell mozgásához, az igénybevételi követelmények összegzéséhez, valamely korábban használt indexhez vagy akár az egyenetlenség valamilyen elvont meghatározásához.

AZ IRI FOGALMA ÉS JELENTŐSÉGE

A legtöbb automatikus hosszirányú útburkolatprofil-mérő rendszer tartalmaz olyan programot, amellyel ki lehet számítani a nemzetközi egyenetlenségi mutatónak nevezett statisztikai mérőszámot, az IRI-t (*International Roughness Index*).

Miután a frekvencia-jelleggörbe típusú, útburkolategyenetlenség-mérő rendszerek általánosan elterjedtek voltak, az IRI profilindexet is úgy alakították ki, hogy kellőképpen illeszkedjen ezeknek a rendszereknek a kimenő jeleihez. A szűrő a negyed-autó modellnek nevezett matematikai modellen alapszik (4. ábra).

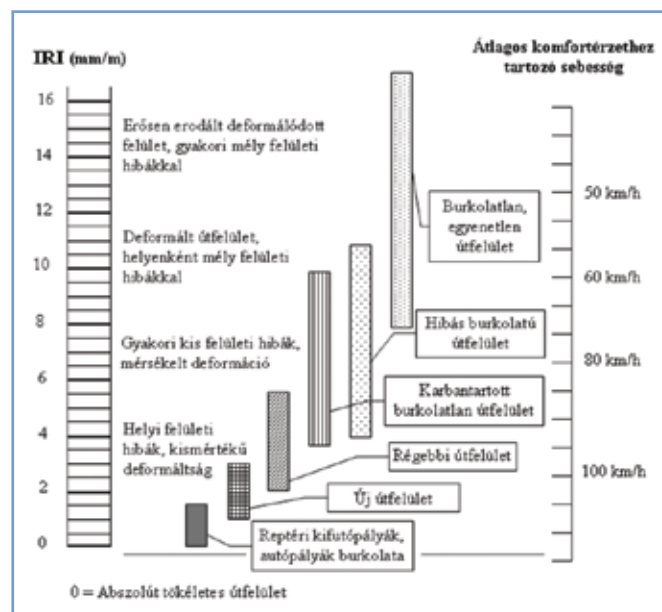
A negyed-autó szűrő a felfüggesztésnek olyan szimulált mechanikai rendszer okozta kitéréseit számítja ki, amelynek viselkedése hasonlít egy személyautó karakterisztikájára. A szimulált felfüggesztés mozgását összegyűjtve és elosztva a megtett távolsággal, megkapható a lejtéssel jellemezhető index, mm/m vagy m/km mértékegységben. Az adatcsökkentéssel a tökéletes útmérő megbízhatóan modellezhető.

Amerikai kutatók a negyed-kocsi számítógépes frekvenciakarakterisztika rendszeréhez speciális paraméterhalmazt határoztak meg, ami a „Golden-car” nevet kapta annak érzékeltetésére, hogy itt a kalibrálás referenciául szolgáló számítógépes leképezésről van szó.

Az IRI lényegében nem más, mint egy számítógépes alapú „virtuális frekvencia-jelleggörbe típusú útpályaegyenetlenség-mérő rendszer”, amely az egyenetlenségmérési indexekkel szerzett ötvenéves tapasztalaton alapszik. Az IRI-t a Világbank fejlesztette ki és tesztelte.

A Világbank 1982-ben olyan korrelációs kísérletet indított el Braziliában, amelynek célja az egyenetlenségmérésben az összehasonlíthatóság elérése és kalibrációs viszonyítási szint megteremtése volt. Számos módszer kipróbálása után az egységes lépték

megteremtésére a legalkalmasabbnak az NCHRP 228-as számú jelentésében [1] megfogalmazott, m/km alapú kalibrálási referenciát találták. Ezt követően még több év telt el különféle profil-felvételi módszerre és léptékre vonatkozó számítási módszerek vizsgálatával, ám végül kialakult egy egységes eljárás és mértékegység, amely a nemzetközi egyenetlenségi mutató (IRI) nevet kapta. A Világbank által kiadott útmutató pedig megmagyarázta, hogyan kell az IRI-t különböző feltételek között értelmezni [3]. Az IRI megfelel a profilindexekkel szemben támasztott alapvető követelményeknek, ugyanis ismételhető, átvihető és időben állandó (7. ábra).



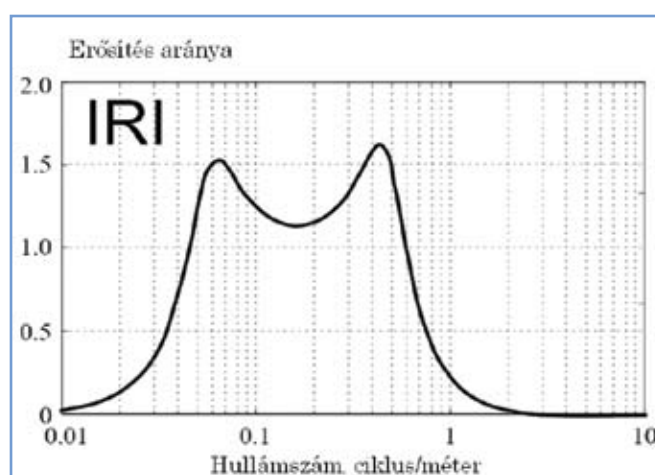
7. ábra: Az IRI értéke és az útburkolat állapotának kapcsolata

Az IRI volt az első olyan széles körben használatos profilindex, amelynél az elemzési módszert úgy alakították ki, hogy az többféle profilmérő típussal is kompatibilis legyen. Az IRI – meghatározásából következően – a valós pályaprofilon alapul, ezért bármely megfelelő pontossággal rendelkező útprofilmérővel meghatározható. Az elemzéshez szükséges egyenetleket úgy alakították ki, hogy a mérőrendszerekkel végzett mérések bizonyos paramétereinek, például a mintavételi gyakoriságnak (mérési távolságnak) a hatását a lehető legkisebbre lehessen csökkenteni.

A „Golden-car” paraméterei a negyed-kocsi modellből olyan reakciókat váltanak ki, ami a legtöbb közúti járműre jellemző, egyetlen kivétellel, miszerint a csillapítása erősebb, mint a legtöbb valódi kocsié. Ezáltal az IRI bizonyos hullámhosszakra nem érzékeny, de a profilnak a jármű vibrációját előidéző egyenetlenségeit hangsúlyosan írja le. Az IRI-t befolyásoló hullámhossztartomány 1,2 és a 30 méter közé esik.

Az IRI negyed-kocsi szűrőjének hullámszám-karakterisztikája látható a 8. ábrán. A kimeneti görbe amplitúdója megegyezik a bemeneti görbe amplitúdójával, csak éppen a 8. ábrán látható erősítéssel (nyereséggel) megszorozva jelentkezik. Az erősítés dimenzió nélküli és tetszőleges esetben is igaz, hogy ha a bemenet egy szinuszcörbe amplitúdója, akkor a kimenet értéke a grafikonból látható érték és a bemeneti amplitúdó szorzata.

Az IRI-szűrő leginkább a 0,065 ciklus/méter körüli (mintegy 15 méteres hullámhosszal rendelkező), valamint a 0,42 ciklus/méter körüli (mintegy 2,4 méteres hullámhosszal rendelkező) dif-



8. ábra: Az IRI negyed-kocsi szűrőjének hullámszám-karakterisztikája

ferenciálhányados szinuszcörbékre érzékeny; léptéke az útpálya egyenetlenségének mértékével egyenes arányban áll. Ha a mért profilban az összes magasságeltérési mérési pontot adott mértékben megnövelik, akkor az IRI értéke is pontosan ugyanilyen mértékben fog megnőni. A 0,0 értékű IRI azt jelenti, hogy a profil teljesen sima. Tekintettel arra, hogy a számítás alapja a tényleges útprofil, az egyenetlenségi mérőszám, ugyanarra a hosszirányú útburkolatprofilra időben állandónak tekinthető, azaz tulajdonképpen a valós útprofil meghatározott matematikai transzformációja.

AZ IRI MEGHATÁROZÁSA

Az IRI rendelkezik egy, a valós útprofil megfelelő matematikai transzformációjából levezethető, következőkben leírt meghatározással is. Az IRI egyetlen profilra jellemző index, ezért ha az egyenetlenségmérő műszer egyszerre több profilt is felvesz, mindegyikre meg lehet egy-egy külön indexértéket határozni. A szabványban nincs előírás arra vonatkozóan, hogyan kell az úton a profilt meghatározó vonalat felvenni, melyből következően az útpályán található összes lehetséges vonalhoz tartozik egy IRI-statisztika. A szabvány nem írja elő azt sem, hogyan kell értelmezni az egyes IRI-értékeket az ugyanarra az útra felvett különféle profilok esetében. Átlagolni lehet ugyan őket, de az eredmény nem IRI lesz, csupán több IRI-nek az átlaga.

Az IRI számításának első lépéseként a profilt a mozgó átlaggal 250 milliméteres alapértelmezett hosszúságra kell szűrni. Ez a mozgó átlag olyan alsó áthajlású szűrő, amely a mért profilt alakítja. A profilt ezt követően – a negyed-kocsi szimulációját felhasználva – még egyszer megsűrjük. A negyed-kocsi paraméterei az IRI-statisztika részét képezik, a szimulált utazósebességet pedig 80 km/óra állították be. A „Golden-car” paraméterek az alábbiak:

$$k_s/m_s=64,3; k_t/m_s=653; c/m_s=6; m_u/m_s=0,15,$$

ahol

- k_s – a rugóállandó,
- m_s – a rugózott tömeg,
- k_t – a gumi rugóállandója,
- c – a csillapítási állandó,
- m_u – a nem rugózott tömeg.

A szűrő kimenete a szimulált negyed-kocsi felfüggesztésének mozgását jelképezi. A szűrt profil összesítése az abszolút értékek

összegzésével történik, majd az így kapott összeget kell elosztani a számításba bevont útszakasz hosszával. Az eredményül kapott IRI-index mértékegysége irántangens (differenciálhányados); ezt a meredekséget többféle mértékegységben is ki lehet fejezhetni. A leggyakoribb választás a mm/m vagy a m/km dimenzió [4].

Összefoglalva: az elemzést egy profilon kell végrehajtani, a profil kétszer kell szűrni, a szűrt eredményeket összegezni és végül elosztani a profil hosszával. Az IRI egyenesen arányos a profilban található eltérésekkel, azaz, ha a profil összes magassági értékét megduplázzuk, akkor az IRI értéke is a kétszeresére nő.

AZ ÚTPÁLYA HOSSZIRÁNYÚ EGYENETLENSÉGI MÉRÉSÉNEK NÉHÁNY HAZAI TAPASZTALATA

A hosszirányú útpálya-egyenetlenség jellemzése manapság elterjedtebb elnevezéssel az „IRI-mérés”, a magyar országos közúthálózaton már több mint harmincéves múltra tekint vissza. A 70-es évek közepén az utas szakma két egyenetlenségmérő műszerrel is rendelkezett: egy angol és egy német gyártmányú BUMP integrátorral, amivel Európa élvonalába tartoztunk. Ám árnyalta a képet, hogy ezeket akkor nem sikerült megbízhatóan „összemérni”.

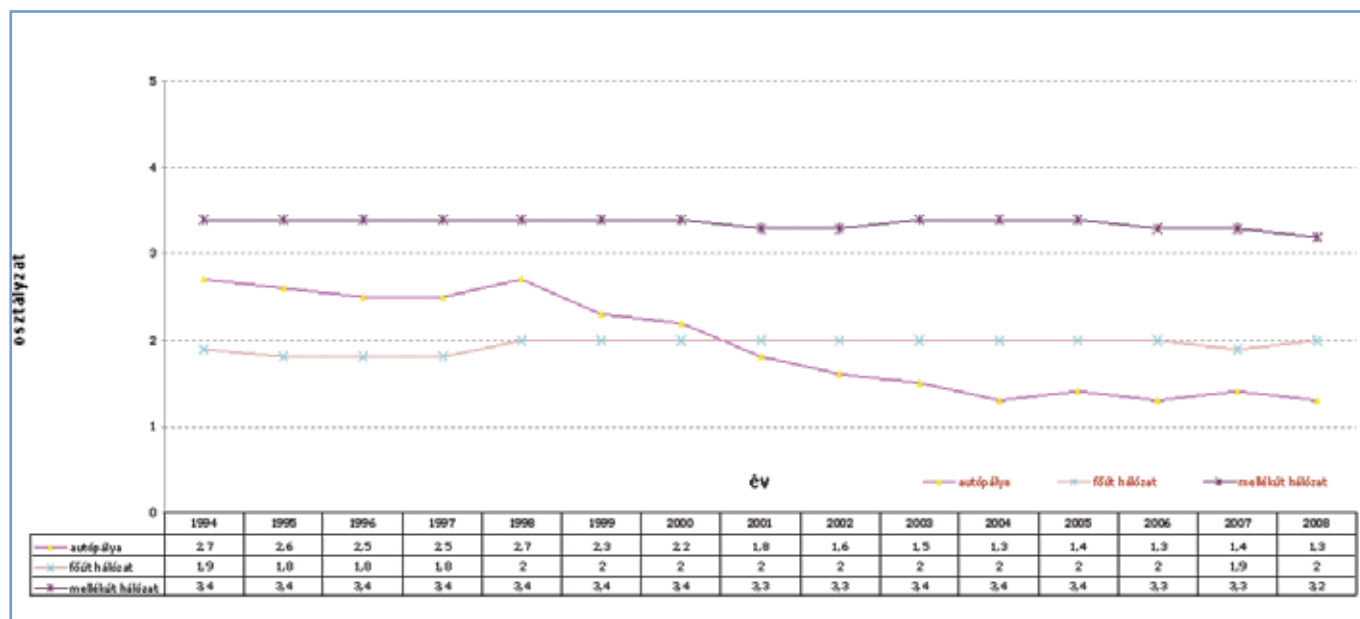
Igazi áttörés a hazai egyenetlenségmérésben 1991-ben következett be, amikor az utügyi adminisztráció a magyar országos közúthálózat burkolatfelületének állapotminősítésére, hosszas előkészítést követően, – első alkalommal még világbanki hiteltől – az akkor elérhető legkorszerűbb technológiát alkalmazó, svéd RST-céggel hároméves szerződést írt alá. A mérési program három éve alatt a teljes, 30 ezer kilométernyi teljes hosszúságú, országos közúthálózatot lemérték. A mérés számos outputja közül a két legfontosabb a nyomvályúméllység és az IRI-egyenetlenség értéke. Az első ciklust követően is folytatódott, és máig is rendszeresen folyik a hálózat újramérése. Az adatfelvétel hálózati szerep szerint változó gyakorisággal történik: autópályákon évente, a főúthálózaton 1-2 és a mellékúthálózaton 2-4 évente hajtják végre. Az éves mérési volumen 11 és 15 ezer kilométer között változik.

Az útpálya IRI-egyenetlenség értékei, hasonlóan más állapotjellemzőkéhez, bekerülnek az Országos Közúti Adatbankba (OKA). Az értékeken kívül, a megfelelés könnyebb áttekinthetősége és összehasonlíthatósága céljából az OKA olyan osztályzatot is rendel az érték mellé, amelyet a forgalom és a hálózati szerep figyelembevételével határoznak meg. A 9. ábrán a közúthálózat egyenetlenségének állapota, illetve az útkategóriák szerinti átlagos osztályzata látható 1994-től, éves bontásban. Az ábrából kitűnik, hogy az elmúlt tizenöt évet vizsgálva csak az autópályák vonatkozásában tapasztalható számottevő javulás, a közúthálózat többi részének átlagos egyenetlenségi szintje gyakorlatilag stagnál.

Az IRI-érték a hazai útgazdálkodás egyik legfontosabb paramétere, köszönhetően jó ismételhetőségének, összehasonlíthatóságának és az évek alatt felhalmozott hazai és nemzetközi tapasztalatoknak.

Az elmúlt néhány évben, a koncessziós autópálya-társaságokkal kötött állami szerződésekben és a közúthálózat-felújítási programjainál új elemként megjelent az IRI-érték alkalmazása mint szerződésben kikötött teljesítési kritérium. A kezdeti tapasztalatok nagyon jók, az alkalmazást követő második évtől, azaz miután ismertté váltak az új minőség-ellenőrzési forma követelményei, az új burkolatok egyenetlenségében érzékelhetően javulás volt tapasztalható. Várhatóan, a kedvező gyakorlat folytatásaként, egyre gyakrabban fog megjelenni az IRI a közúthálózaton végzett építési és felújítási munkák szerződéseiben mint átadásvételi és garanciális kritérium. Tekintettel arra, hogy a felújítás után elvárható egyenetlenségi index értéke az út beavatkozás előtti állapotától és a választott felújítási technológiától egyaránt függ, a szerződésben kikötött, illetve vállalt IRI-határértékek meghatározásánál körültekintően kell eljárni. Ez utóbbira vonatkozó nemzetközi tapasztalatok is hasznosíthatók, valamint az új aszfalt előírás is tartalmaz a szerződési és a minőség-ellenőrzési eljárásokra vonatkozó ajánlásokat [5].

Az IRI kiszámításához ingyenes számítógépes program áll rendelkezésre. Az interneten elérhető a fejlesztők által használható Fortran forráskód. Az elemzés pedig megtalálható a RoadRuf el-



9. ábra: Az egyenetlenségosztályzat átlagának alakulása a közúthálózaton (1994–2008)

nevezésű ingyenes Windows-alapú profilelemző csomagban. A RoadRuf program és a forráskódra vonatkozó példa elérhető a következő címen: <http://www.umtri.umich.edu/lerd/roughness/rr.html>

Összefoglaló megjegyzések

Az útpálya egyenetlensége mint profiljának jellemző mérőszáma, a használatnak az úton folyó közlekedés minőségéről alkotott véleményében döntő szerepet játszik [6]. Erre az utazáskényelmet is nagy mértékben befolyásoló útburkolat-állapotparaméterre vonatkozó, világszerte leginkább elterjedt gyorsulásmérési alapelvű jellemzési módszernek elméletéről és az ezzel kapcsolatos hazai IRI-mérési tapasztalatokról szól a cikk. A szerzők másik publikációjukban a hosszirányú felületi egyenetlenség mérőszámával kapcsolatos európai gyakorlathoz nyújtanak összefoglalást [7].

IRODALOM

- [1] Gillespie, T.D., Sayers, M.W., Segel, L.: *Calibration of Response-type Road Roughness Measuring Systems*, NCHRP Report, Issue No. 228. 1978.
[2] Sayers, M. W., Karamihas, S. M.: *The Little Book of Profiling*, Basic Information about Measuring and Interpreting Road Profiles, 1998.

[3] *World Bank Technical Paper* – No. 46. 1986.

[4] Sayers, M. W.: *On the calculation of international roughness index from longitudinal road profile*, Transportation Research Record 1501, 1995, pp. 1–12.

[5] ÚT 2-3.302: *Út-pályaszerkezeti aszfaltrétegek*, útügyi műszaki előírás, 2008.

[6] Carey, W.N., Irick, P.E.: *The Pavement Serviceability-Performance Concept*. Highway Research Bulletin 250. 1960.

[7] Gáspár L., Szarka I.: A hosszirányú felületi egyenetlenség teljesítményi mérőszáma (európai áttekintés). Közlekedésepítési Szemle (megjelenés alatt).

SUMMARY

CHARACTERIZATION OF THE PAVEMENT PROFILES BY ACCELERATION METHODS

The article presents the basic principles and data processing methodology of a major road management input, the road surface profile data based on acceleration measurement. A special attention is given to the International Roughness Index (IRI) used all over the world. The Hungarian experience on the long-term IRI monitoring is also discussed

A TEHERFORGALOM BIZTONSÁGI ÉRTÉKELÉSE

SAFETY ASSESSMENT OF GOODS VEHICLE TRAFFIC

Y. IMANISHI, E. TANIGUCHI

ROUTES / ROADS NO. 334. 2007. 3. P. 34–47. Á:8, T:1, H:10.

Az Útügyi Világszövetség teherforgalommal foglalkozó műszaki bizottsága nemzetközi adatelemzéssel vizsgálta, hogy a teherforgalom milyen arányban vesz részt a közúti balesetekben, és milyen módon lehetne ezeknek a baleseteknek a számát csökkenteni. A tehergépkocsik a vizsgált országok többségében fajlagosan kevesebb balesetben vesznek részt, mint a személygépkocsik, azonban ezen balesetek kimenetele jellemzően súlyosabb. A tehergépkocsik részvételével bekövetkező balesetek csökkentésére több javaslatot tesz a cikk. Az egyik lehetőség a teherforgalom gyorsforgalmi utakra és lakott területeket elkerülő szakaszokra terelése, teherforgalmi útvonalak kijelölése. Ezzel mérsékelhető az átkelési szakaszokon és a vegyes forgalmú utakon a balesetek száma. Biztonsági szempontból kedvező lehet a terhelés növelése, mert ez által kevesebb tehergépkocsi jelenik meg az utakon, ami kisebb baleseti kockázatot jelent. A terhelés növelése azonban feltételezi a megfelelő teherbírású úthálózatot, és a teherfogalomnak az ilyen utakra történő terelését. A városokban az

útszéli rakodás helyett rakodóöblök létesítése nyújthat kedvező javulást a baleseti helyzetben. Mintapéldák alapján számításokat végeztek arra nézve, hogy az egyes javasolt intézkedések mennyire csökkenthetik a várható balesetek fajlagos mutatószámát (baleset/millió járműkm). A teherforgalom gyorsforgalmi úthálózatra terelése 14%-os mérséklődést, míg egy városi elkerülőútra terelés 16%-os mérséklődést eredményezhet. A városi tehergépkocsi-forgalom és a rakodás szabályozása 8-10%-os javulást hozhat. Az intermodális megoldások fejlesztése újabb 5%-kal redukálhatja a teherfogalommal összefüggő közúti balesetek számát. A teherfuvarozást főként magáncégek végzik, ezért bármilyen megoldás esetén fontos az állami és a magán szektor együttműködése (Public-Private Partnership). Egy teherforgalmi baleseti nemzetközi adatbázis kialakítása és működtetése hatékonyan segítené a biztonságosabb közlekedést.

G. A.

AUTÓPÁLYÁK ÉPÜLNEK AZ ŐSI BOROSTYÁNKŐ-ÚT NYOMVONALA MENTÉN

KINCSES LÁSZLÓ¹

A Borostyánkő-út az ókor óta kereskedelmi útvonal – amelyet a borostyánkő és más áruk szállítására használtak – ösztönös megoldás volt a korszak kihívásaira. Évszázadokon át a csere- és lánckereskedők közvetítésével jutottak el az áruk a kontinens távoli területeire. A jelenkor áruszállítási és utazási igényeinek növekedését a jó minőségű és nagy kapacitású autópálya-hálózat segíti. Napjainkban Közép-Európa észak-déli közötti közlekedési tengelye a Borostyánkő-út közelében is országoként eltérő ütemben és szakaszokban épül. A transzeurópai érdekeket a hálózat tervezői az E-utak hálózatával próbálták összehangolni. A "from global to local" elvet az országok nem azonos mértékben alkalmazzák. Minden érintett országban elsődlegesen a belföldi hálózati hiányok megszüntetését tervezik. Az ősi útra a lokális érdekképviselők előszeretettel hivatkoznak, de az országos hálózatok tervezői a gazdaságossági számítások ismeretében dolgozhatják ki a megépíthető nyomvonalakat.

A BOROSTYÁNKŐ-ÚT NYOMVONALÁNAK SZIGORÚ KÖVETÉSE, VAGY A RUGALMAS ELTÉRÉS AD JOBB VÁLASZT A JELENKOR ÉS A JÖVŐ KIHÍVÁSAIRA?

Az évszázadok-évezredek alatt többféle útvonal alakult ki. A legrövidebb út a Balti-tenger partjától (Palanga) Lengyelországon haladt keresztül, a mai Gdansk, Elblag, Malbork, Biskupin,

Poznan, Wroclaw, Kłodzko városok érintésével. Ma ez az E75–E261–E67 útvonal. A lengyel koncepcióban az A1 Gdansk–Łódź–Gliwice–Gorzycski autópálya az ősi útvonaltól 20–60 km-re halad az északi szakaszon, de a Łódź és sziléziai vajdaság területén már 150–180 km-rel délkeletre tér el. Ezt a nyomvonalat az indokolja, hogy Lengyelországban itt a legmagasabb a népsűrűség és a GDP-potenciál. A Balti-tengeri kikötők és a sziléziai ipari üzemek az ország középpontján átvetető útvonalon a legrövidebben és leggazdaságosabban köthetők össze.

Nagyvárosi agglomerációk az A1–D1–R52–A5 autópályák közelében:

- Gdansk: 1,1 millió fő
- Łódź: 1,4 millió fő
- Warszawa: 3,3 millió fő
- Upper Silesian Metropolitan Union: 4,7 millió fő
- Ostrava: 1,3 millió fő
- Brno: 0,7 millió fő
- Wien: 2,3 millió fő

Az E67–S8 balti- és az E30–A2–M1 belorusz–orosz útvonal déli irányú forgalmát is összegyűjti-átvezeti az E75–A1 Morvaországon keresztül a D1–R52–A5 útvonalra Ausztria, Olaszország felé. A Balti-tengertől Szilézián és Morvaországon át Ausztria felé vezető új útvonalat az 1. ábrán látjuk. A régi időkben a magas hegyek miatt a Borostyánkő-út nem vezetett keresztül a mai Szlovákia területén, hanem az Odera–Morava folyók vízválasztóját elhagyva, Olomouc–Brno közelében a folyók mentén – a mai Ausztria sík vidékén – haladt a Római Birodalom határa felé. Az épülő lengyel A1 és a cseh D1 autópálya is nyugat felé kerüli el a Beszkidek és a Fehér-Kárpátok hegyeit. Bohumín határátkelőtől összeköti az Ostrava–Brno autópályával és az új útvonal Hranicénél – a Morva Kapun át – hűségesen visszatér az ősi Borostyánkő-úthoz. Sziléziában az E75 főútvonal tranzitforgalma a jóval kisebb domborzati akadályt (A1 Gliwice–D1 Bohumín: 200–300 m, Katowice–S69–Zwardon: 600–700 m) jelentő párhuzamos autópályára terelődik Morvaország (Ostrava–Brno) felé, ezért csökkenhet a szlovák D1 forgalma. A lengyelek és szlovákok nem vállalkoznak költséges alagútúrásokra, lassabban épülnek meg a hiányzó 2x2 sávos szakaszok, ezért a szlovák D3–lengyel S69 hátrányosabb tranzitútvonal lesz. Az S69–D3–D1 nyomvonal mentén 1,9 millió ember él, a cseh D1–R52–A5 útvonalon 3,9 millió. A személygépjármű-állomány 0,7 millió, míg a CZ–A útvonal körzetében 1,7 millió darab. Csehországban a Brno–Mikulov R52 gyorsforgalmi út csatlakozik az A5 autópályához, amit az osztrákok Bécs felől már építenek. 30 km cseh és 50 km osztrák szakaszt kell megépíteni. A csehek Hulín–Breclav között újabb rövidítő és tehermentesítő – R55 – útszakaszt is építenek.



1. ábra: A Balti-tengertől Szilézián és Morvaországon át Ausztria felé vezető új útvonal

¹ M4-est Biharnak! Elmaradt Kistérségek Civil Szervezet elnöke, e-mail: pmx@fibermail.hu

1. táblázat: Szlovákia fő útvonalainak forgalmi adatai

Útvonal	2003		2005		2005/2003	2003	2005
	összes	ebből tkg.	összes	ebből tkg.		tehergk. arány	
D2 SK/CZ határ Kutý	6290	1913	8351	3983	208%	30%	48%
D2 Malacky–Lozorno	12268	2842	13299	4687	165%	23%	35%
D1 56,0 Trnava–Holovec	15990	2861	18472	4330	151%	18%	23%
D1 153,0 Dubnica–Ladce	13230	2948	14302	3741	127%	22%	26%

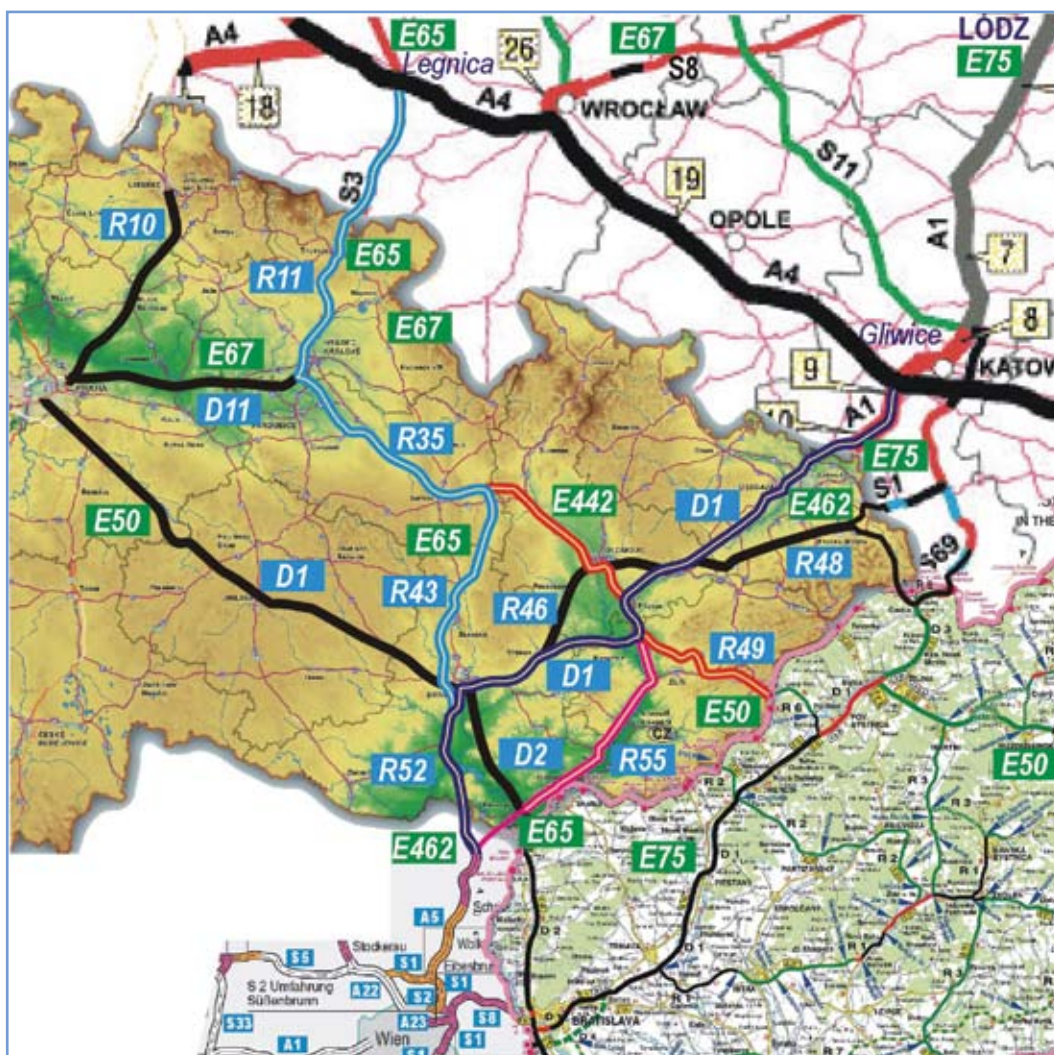
A balti, a lengyel és cseh turisták számára gyorsabb és rövidebb, ezért fontosabb útvonal lesz az E59 Ausztrián keresztül, a mediterrán térség felé végig jó minőségű autópályán. A Gdansk–A1–Lódz–Ostrava–D1–Brno R52–Wien A5 autópálya-hálózat megváltoztatja Közép-Európa közlekedési súlypontját.

E65 – A KÖZÉP-EURÓPAI TRANZIT KORRIDOR (CETC)

Az útvonalak terheltségét az EU₂₅₋₂₇ forgalomnövekedése és Csehország–Szlovákia területén az észak-déli átjárók kapacitásiánya okozza. (ÁNF 2005: E75 – 8 ezer, E462 – 8 ezer, E67 – 20 ezer, E65 – 4 ezer, E55 – 8 ezer) Szlovákia fő útvonalainak forgalmi adatait mutatja az 1. táblázat.

A D2 adatai jelzik, hogy az EU-csatlakozás Csehország felé csak a teherforgalmat növelte: 2005-ben 2000 tkg-val több, mint 2003-ban! A D1-en Lengyelország irányába 800 teherjárművel több közlekedett. A személyforgalom egyik irányban sem növekedett jelentősen. Az E65 északi lengyel szakaszán alacsony a tranzitforgalom. 2005-ben Csehország határán Harrachov-nál csak 2-4 ezer, de Náchodnál 20 ezer jármű haladt a Prága–E67–Wrocław úton. A megtervezett új E65–E67 (S3–R11) közös nyomvonalon Lubawka–Kralovec átkelőkhöz épül. 2005-ben Brno már 52-60 ezres dugóban volt, amit tovább súlyosbít a D1 átadása Ostrava felé. Az R52–A5 és az R55 Hulin–Breclav építése mentesíti Brnot az északi tranzit forgalomtól. 2005-ben Mikulov–Drasenhofen-nél 8000, Breclav-nál 6000 átlépő jármű volt Ausztria felé 2x1 sávon, míg a D2 autópályán 8351 Szlovákia felé. Amikor az osztrák A5 eléri a cseh határt, rövidebb úton, gyorsabban lehet utazni Lengyelország és a mediterrán térség között. Elkerülhetőek lesznek

a Tátra, vagy a Beszkidek hegyi útjai, a kaotikus Zilina–Cadca szakasz. Az E65–E75 tengelyen az A–CZ–PL VI. folyosó áll a figyelem középpontjában, ezért a két fontos észak-déli irányú Európa-útvonal: a Gliwice–Ostrava–Brno–Wien és a Legnica–Hradec Králové–Brno szakaszainak forgalomnövekedése befolyásolja az egész térség fejlődési irányait. Cseh- és Lengyelország úgy döntött: átalakítják az E50–65–75 úthálózat nyomvonalait, mert a Szilézián és Morvaországon átvezető útvonalak forgalomnövekedése gyors beavatkozást követel. Csehszlovákia kettéválása után prioritást kapott a sziléziai útkapcsolatok kiépítése, – a D47 autópályát ekkor nevezték át D1-re, – ezzel is kihangsúlyozva, hogy Morvaország egész területének bekapcsolásával az úthálózat hiányának legnagyobb „fehér foltját” szüntetik meg.



2. ábra: Morvaországban épülő német autópálya-sűrűségű új gyorsforgalmiút-hálózat

A Morvaországban épülő, német autópálya-sűrűségű új gyorsforgalmi úthálózatot a 2. ábrán láthatjuk. Az E50 útvonal eddigi Brno–Trencin iránya helyett Morvaország felé építik a gyorsforgalmi utakat: E462–R48 Tesín–Trinec, az R49 az E442 és az E50 között Belusa R6 felé épül és a D1 Ostrava–Bohumín–Gorzyczi–A1–Gliwice irányban, ezért az E50 tranzitforgalma eloszlik a Trutnov–R35–Podlízana–Bytca–Zilina és az R49 Strelná–R6 Belusa gyorsforgalmi utakon. Lengyelország megkezdte az E65–S3 gyorsforgalmi út kapacitásbővítését Szczecintől dél felé. A csehek Prága–Brno zsűfolt körzetéből áthelyezik a Legnica–Kralovec–R11–Pardubice közös E65–E67 vonalra, onnan R35–Moravsky Trebová–R43 Brno irányban 120 km-rel lesz rövidebb az út. Ez a D1 autópályát tehermentesítő párhuzamos 320 km-es gyorsforgalmi út Liberec–Strelná vonalon Németország és Szlovákia között az E40 és E50 utak alternatívája lesz. Az E65 Balti–Adria-útvonal Prága elkerülése után Brno térségében összefonódik a Gdansk–E75–Ostrava–E462–Brno–E461–Wien–E59–Maribor–E57–Ljubljana–E70 útvonallal. A lengyel és morva sziléziai építések hamarabb megvalósulnak, mint a párhuzamos szlovák (Cadca–Skalité) és magyar szakaszok (Szombathely–Zalaegerszeg–Nagykanizsa). A legnagyobb térségi gazdasági potenciál, a lengyel–cseh–osztrák érdekviszony átalakítja mindkét közép-európai tranzitfolyosó forgalmi arányait.

A FEJLESZTÉSEK AZ „E” ÚTSZÁMOZÁS FELÜLVIZSGÁLATÁT IS IGÉNYLIK

Ausztriában és Csehországban a Borostyánkő-út ősi nyomvonalától nyugat felé kitérő – eddig hiányzó – autópálya-hálózati elem megvalósítása befolyásolja a Szlovákián átmenő forgalmat. Tovább építik a D1 autópályát Zsolna–Poprad–Kassa között, a D3 később épül az S69 felé. Az autópályadíjak mértékének eltérése átgondolásra készíti a közlekedőket és a döntéshozókat is. A díjakat a 2. táblázat tartalmazza.

2010. január 1-jétől bevezetik az elektronikus útdíjat a 3,5 t feletti teherjárművekre és a buszokra. Mértéke 0,06–0,21 €/km között lesz. Csehországban km-útdíj jelenleg csak 12 t feletti járművekre. A döntés a cseh D1 irányába tereli az eddig kényszerből erre haladó S1–S69 tranzitforgalmat és csökkenti a szlovák autópályák, illetve a városi főútszakaszok terhelését. Útdíj „verseny” alakulhat ki a személyforgalomban! Ausztria útdíja a turistáknak versenyképes, mert fajlagosan a tíznapos matricával az osztrák szakasz olcsóbb, mint az szlovák–magyar útvonal. Ausztrián keresztül jobb minőségű és magasabb átlagsebességű útvonalon, 2-3 órával kevesebb idő alatt lehet közlekedni a mediterrán országok felé. Az A1–D1–D5 autópályák Szilézián és Morvaországon át (R52: 300 km, R55: 280 km) autópályák vezetnek Bécsnél az E59 úthoz a balti, lengyel és cseh turistákat, de az új útvonalon a szállítási célját gyorsabban elérő teherforgalmat is.

MILYEN OKBÓL MENNÉNEK A HOSSZABB E65 ÚT FELÉ, HA GYORSABBAN VÉGIG HALADHATNAK AZ E59 ÚTON?

A tehergépjárművek kényszerből választják az olcsóbb, de hosszabb útvonalakat. 2010-től az új tarifa miatt a szlovák D1 au-

2. táblázat: Autópályadíjak Ausztriában, Csehországban és Szlovákiában a D1 és D4 kategóriában

Ország	szgk. (D1)	tgk. (D4)
Ausztria	7,70 € = 2300 Ft (10 napos)	0,3318 €/km = 98 Ft/km
Csehország	220 CZK = 2400 Ft (7 napos)	4,20 CZK/km = 46 Ft/km
Szlovákia	4,90 € = 1500 Ft (7 napos)	11 €/nap = 3300 Ft/200 km = 16,50 Ft/km

tópálya már nem lesz vonzó a tranzitjárműveknek. Csehország átépíti – rövidíti az E65 útvonalat, ez a 12 t feletti tranzitnak is gazdaságosabb lesz. Ausztria fejlesztései között kiemelt az E461 A5–S1–A2–A9 E59 útvonal, mely a legrövidebb út a Baltikum és az Adria között. Személygépkocsival Berlinből és Varsóból azonos távolságon és jó minőségű úton, azonos időn belül lesz elérhető Brno, Bécs, Graz és a mediterrán térség. A csehországi nyomvonal változása olyan mértékű, hogy hatása az egész útvonalra kiterjed, ezért indokolt az egységes E65 útvonal módosítása Swinoujscie–Szczecin–Legnica–Brno–Wien–Maribor–Ljubljana–Rijeka–Split–Dubrovnik vonalon.

A megépülő új hálózat versenyképessége és a CZ–A–SK autópályák elektronikus útdíjfizetési jelentősen befolyásolhatja Magyarország közlekedését, idegenforgalmát, a befektetői érdekkörök terveit és az Államkincstár bevételeit is. A következő Szemlében ezeket a meghatározó részleteket vizsgálja a cikk második része.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] www.rsd.cz (Redítelstvi Silnic a Dalnic)
- [2.] www.ceskedalnice.cz
- [3.] www.asfinag.at (ASFINAG Bau Management GmbH)
- [4.] www.ndsas.sk (Narodná Dial'nicna Spolocnost)
- [5.] www.ssc.sk (Slovenská Správa Ciest)
- [6.] www.gddkia.gov.pl (Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad)
- [7.] www.budapest.trade.gov.pl (Lengyel Köztársaság Nagykövetsége)

SUMMARY

MOTORWAYS UNDER CONSTRUCTION ALONG THE ANCIENT AMBER ROAD

The paper addresses some motorway plans along the so called "Amber Road" connecting the Baltic Sea to the Adriatic Sea. Traffic volume changes are analysed in relation to the differences in motorway tolls in Austria, the Czech Republic, Slovakia and Hungary.

AZ ASZFALT ÚTPÁLYASZERKEZET MÉRETEZÉSÉNEK ALAPJAI¹

DR. ULF ZANDER¹

Az utak méretezését Németországban mindig is a „Közlekedési felületek pályaszerkezetének szabványosítására vonatkozó irányelvek” (RStO), vagyis tapasztalatok alapján végeztük. Ennek során úgy a kötőanyag, mint a kötőanyag nélküli pályaszerkezet rétegvastagságának meghatározásánál figyelembe vesszük a különböző terheléseket, a földrajzi, hidrológiai és fagyveszélyességi peremfeltételeket; az egyes rétegek tulajdonságai azonban messzemenőig figyelmen kívül maradnak a teherbírás meghatározásánál. Az elmúlt évek intenzív kutatásai jelentősen hozzájárultak ahhoz, hogy a jövőben e mellett a bevált eljárás mellett egy számításos méretezés is rendelkezésünkre áll. A méretezés ezen módjának jelentős előnye, hogy kiszámíthatók a pálya igénybevételei, valamint a várható használati időtartam. A Szövetségi Útügyi Intézet ezzel kapcsolatban számos átfogó vizsgálatot végzett valóságos forgalmi terhelés mellett az útpálya igénybevételeinek meghatározására, amely hozzájárult az innovatív méretezési eljárás kifejlesztéséhez.

1. BEVEZETÉS

Németországban az utakat már több mint negyven éve a szabványosításon alapuló RStO eljárás alapján méretezzük. Elsőként 1966-ban, egy közlekedési füzetben [1] összefoglalták az aszfaltutak öt különböző építési módját, és a különböző vastagsági fokozatokat öt építési osztályba sorolták be, ezzel megszületett a sok évig tartó tapasztalatgyűjtések alapja, amely a német utak méretezésének alapjául szolgált. Annak közvetett eredményeként, hogy a tapasztalati méretezés e kezdete mennyire nyúlik vissza a múltba, jelentkezik az akkoriban definiált legmagasabb építési osztály alsó határa, amely a tervezés időpontjában 10 ezer jármű/nap átlagos napi forgalmat vesz alapul. Érdekes módon az ebben a közlekedési füzetben erre az építési osztályra feltüntetett építési módok (aszfalt alapréteg nem zúzott adalékanyaggal) már megközelítették a ma még mindig érvényben levő szerkezeti vastagságot, amely azonban az időközben jelentősen megnövekedett forgalomra vonatkozik. A kopórétegre már negyven évvel ezelőtt is a 3,5 cm-es beépítési vastagságot tartották célravezetőnek. A kiadvány megjelenése után kilenc évig tartott, amíg megjelent az „Útpályaszerkezetek irányelvei – szabványosított kialakítások” (RStO 75) első kiadása. A közlekedési szövetségi miniszter akkoriban egy, a tartományok legfelsőbb ügyi hatóságaihoz szóló írásában megállapította, hogy „a forgalom típusának és nagyságának az eredetileg javasolt egyenértékű tengelyáthaladásokra történő átszámítása, és e szám alapján a mértékadó terhelési osztály meghatározása, – mint ahogy általában külföldön a méretezési eljárások során szokásos – a német viszonyok között még nem alkalmazható”. Ez az állás csak a ma is érvényben lévő 2001. évi kiadás [2] megjelenésével történt meg, amellyel megtettük az első lépést a terhelés alapján történő méretezés felé. Az RStO-ban szereplő eljárás azonban továbbra is messzemenően tapasztalati alapokon nyugszik, vagyis egy olyan „felnőtt” irányelvről van szó, amely a burkolatokkal szerzett sok

éves tapasztalatokon alapul. A szerkezetnek a várható forgalommal szembeni fáradási ellenállását még ma sem igazoltuk.

Az RStO-ban az építési módok a harminc évre előre jelzett forgalmi terhelés alapján súlyozott 10 tonnás egységtengelyek szerinti építési osztályokra vannak megadva. Ebben az egyes építési osztályok szerkezeti vastagságának meghatározásával, az adott forgalmi terhelésre azonos használati teret adnak meg. Ezzel párhuzamosan az egy építési osztályon belül található építési módokat tartósságuk tekintetében egyenértékűeknek tekintik. Az RStO-ban tehát előtérbe helyezik az építési mód kiválasztását, azaz a rétegek típusának és sorrendjének, valamint a rétegvastagságnak a meghatározását, míg a rétegek összetételét, tehát az anyagtulajdonságokat, valamint az építőanyagok minőségét a ZTV Asphalt-StB ill. a Beton-StB és a hozzájuk tartozó műszaki szállítási feltételek szabályozzák. Ebből közvetlenül következik, hogy a kiváló minőségű építőanyagok alkalmazása, az irányelvekben definiált követelményeken túlmenően nemcsak hogy nem érvényesíthető, de a receptúra az érvényes szabályzatokon belül sem veszi figyelembe a teherbírást. Ennek oka kézenfekvő, hiszen egyfelől az RStO-nál nem méretezési, hanem szabványosító eljárásról van szó, másfelől az eddigi számítógépek számítási kapacitásai, és a szakemberek ismeretei sem voltak elegendők arra, hogy egyrészt az aszfalt felettébb összetett anyagviselkedését megfelelően és nagy biztonsággal leírják, másrészt az útépitési intézkedéseket az elérhető használati időtartam optimalizására vagy akár csak a gazdaságosság növelésére használják. Ahhoz, hogy ezt elérjük, számos alapvető kérdést kellene megválaszolni, amelyek közül az útpályaszerkezet szükséges vastagságát egy adott forgalmi terhelésre, vagy a rétegek közötti kötés hatását a teherbíráshoz, vagy a burkolat tartósságára, csak példaként említjük meg. Még ha ezek közül a kérdések közül sokat továbbra sem tudunk megválaszolni, és ezen a területen a jövőben is számos lehetőség nyílik a kutatások számára, sok tudományosan elkötelezett szakember meg van győződve arról, hogy a számításos méretezés első rendszerének kidolgozásához szükséges ráfordítás nemcsak építéstechnikai, hanem gazdasági szempontból is meg fog térülni. Egy, a Kutatási és Technikai Szövetségi Minisztérium által támogatott kutatási munka keretében [3] nagy energiát fordítottak ennek a témának a kidolgozására. Ennek során a Braunschweigi és a Drezdai Műszaki Egyetem számos laborvizsgálat elvégzésén kívül levezette a méretezési eljárást, valamint – a Drezdai Műszaki Egyetem – elkészítette az időközben Pavement Design Tool (PaDesTo) néven ismertté vált programot. A Szövetségi Útügyi Intézet számos bemenő adatot szolgáltatott a forgalmi igénybevételre vonatkozóan. A továbbiakban a feladat e rendszer érvényre juttatása.

2. MÉRÉSEK A BAST MODELLUTAKON

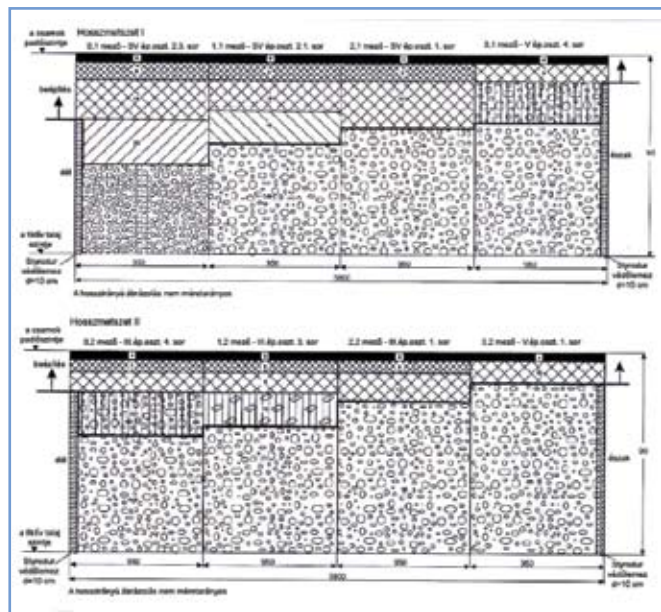
A Szövetségi Útügyi Intézet által elvégzett munkák középpontjában egy eredeti méretarányban elkészült modellút állt, amely

¹ A Strasse und Autobahn 2007. évi 9. számában megjelent „Grundlagen einer rechnerischen Dimensionierung des Straßenoberbaus aus Asphalt” c. cikk alapján.

² Bundesanstalt für Straßenwesen

nyolc különböző aszfaltburkolattal készült, és amelyen meghatározták egyfelől a különböző rétegekben a valóságos nehézjárművekkel való áthaladás hatására létrejött igénybevételi állapotokat (feszültségek és alakváltozások), másfelől a szerkezet tartósságát gyorsított terheléssel a tönkremenetelig. A választott építési mód rétegrendjét az aszfalt modellút mezőiben [4] az 1. ábra mutatja. Az igénybevételek a laboratóriumi anyagvizsgálatok alapján elvégzett matematikai számítások célértéként szolgáltak, a jelenleg még rendelkezésre nem álló elviselhető terhelési impulzusokat pedig az egyes pályaszerkezetekre a méretezésből kiszámított használati időtartam kalibrálására és validálására használták.

Annak biztosítására, hogy a nem kalkulálható időjárás hatások minden évszakon áthúzódó vizsgálatokat ne befolyásolják, a modellút egy vizsgálati csarnokban található, amelyben a vizsgálati hőmérséklet közel azonos szinten tartható. A nyolc útpályaszerkezetet egy 38,00 m hosszú és 7,50 m széles betonkádban max. 3,5 m teljes szélességben, amennyire lehetséges, építkezéseken is használatos gépekkel építették meg. Ennek során a három különböző építési osztályban (SV, III, és V) öt különböző építési módot (az RStO 01 1 táblájának 1., 2.1., 2.3, 4. és 5. sora) alkalmaztak. A modellút egyes mezőinek kiosztása



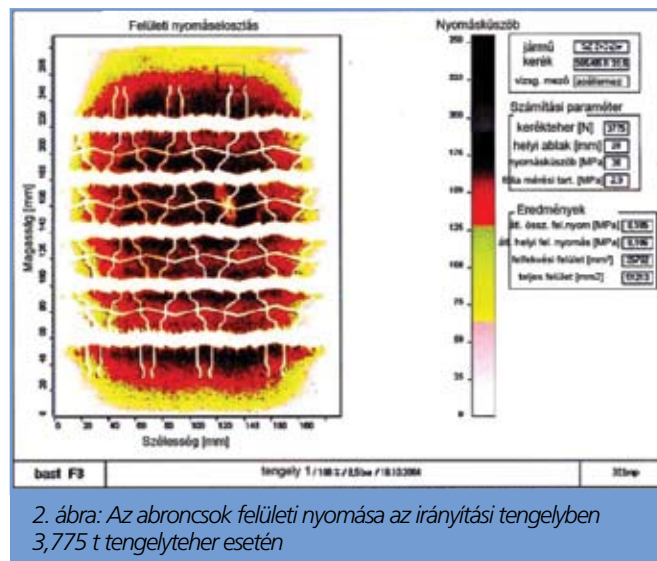
1. ábra: A választott építési mód rétegrendje az aszfalt modellút mezőiben [4]

az 1. ábrán látható.

Minden vizsgált útburkolatot elláttak a kötőanyag nélküli rétegekben nyomásmérőkkel, és a kötőanyag rétegekben pedig különböző helyeken nyúlásmérőkkel (2. ábra). Mindkét mérőeszköz külön az útpályaszerkezetben keletkező igénybevételek regisztrálására fejlesztették ki, és nemzetközi összehasonlításban megvizsgálták az ilyen típusú érzékelőkhöz viszonyított alkalmasságot.

Mivel a számításhoz méretezésnek az autópálya-forgalmat viszonylag pontosan kell figyelembe vennie, minden egyes nehézjárműhöz, és a különböző terheltségi szintekhez leképeztek egy azokhoz tartozó terhelési esetet, és az áthaladásokat a nyolc pályaszerkezeten úgy állították össze, hogy a tényleges forgalom minden mértékadó járműve szerepeljen a programban. Itt igen hasznosak voltak a Szövetségi Útügyi Intézet több évre visszamenő tengelyterhelés-mérései, mert ezekből számos adat

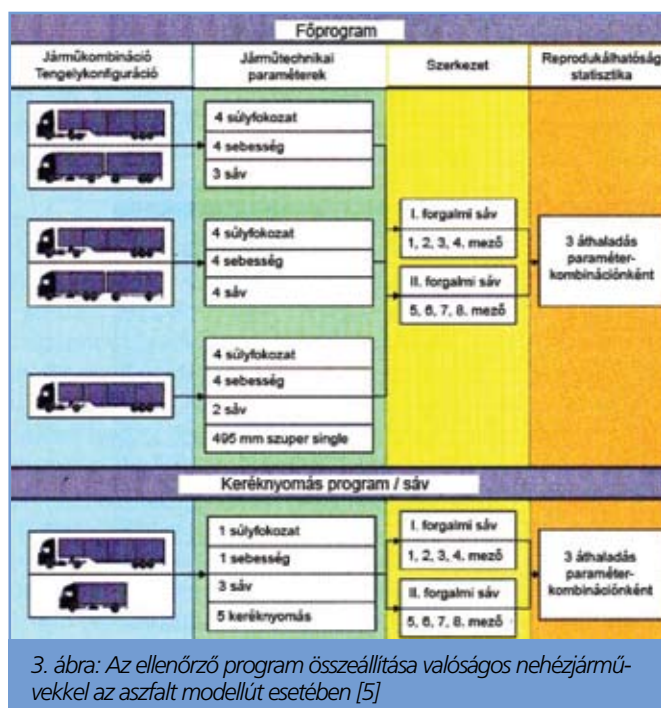
és összefüggés ismertté vált, amelyek a vizsgálati projekt elvégzésének szempontjából alapvető fontosságúak. Így például igazolódott az a feltevés, hogy a szövetségi autópályák forgalmát döntő mértékben a nagy megengedett összsúlyú nehézjárművek határozzák meg. Ezeknek a járműveknek a részaránya a teljes nehézforgalmon belül mintegy 60%-a a járművek közül az öttengelyű nyergesvontató a leggyakoribb. Ezekből az adatokból adódik a döntő felismerés, hogy a forgalom összetétele évek óta meglepő módon változatlan, tehát megfelelő pontossággal ki lehet számítani a forgalom eloszlását az átlagos napi nehézforgalom (DTVSV) értékéből az egyes járműfajtákra és azok súlyára vonatkozóan, az autópályák kevésbé meghatározó jellemzőire pedig egy statisztikai kulcs segítségével. Ez a körülmény lehetővé tette a kutatási munka során, hogy a modellút terhelésénél viszonylag kevés járművel és négyféle rakomány (üres, szokásos, tele, túlterhelt) végezzük a vizsgálatokat, és ezzel a reprezentatív forgalomból adódó terhelési állapotok kb. 85%-a lefedhető volt. Minden járművet olyan pontosan terhelünk meg, hogy a tengelyterhek a valóságos úthálózatban keletkező tengelymérések eredményeit adják vissza. Végül kiválasztott kerekeken kiegészítésként nyomásérzékeny fóliák segítségével meghatároztuk a burkolatra adódó függőleges kontaktnyomást (2. ábra). Ennek során egyfelől változtattuk a statikus kerékterhet konstans keréknyomással, másfelől a keréknyomást állandó kerékterheléssel.



2. ábra: Az abroncsok felületi nyomása az irányítási tengelyben 3,775 t tengelyterhelés esetén

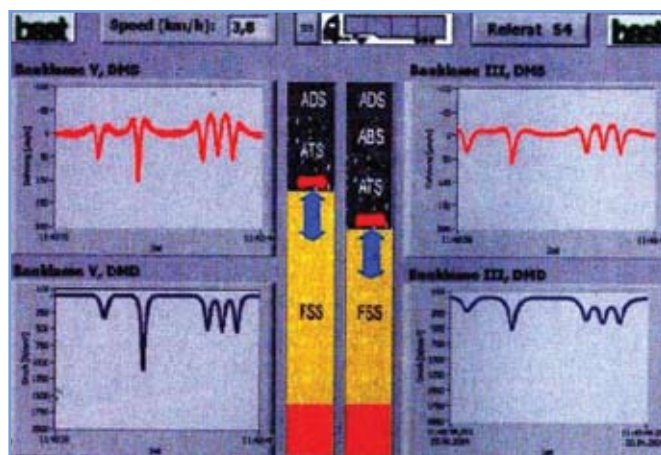
Az áthaladások további variációs tényezőjeként a sebességet 2,5 km/h és 30 km/h között változtattunk. Ebben a tartományban adódnak a legnagyobb igénybevételek. A valósághoz közeli sebességtartományban (kb. 80-90 km/h) sajnos a szakasz kialakítása miatt – amely teljes terhelés mellett gyors haladást teljes hosszban nem tett lehetővé – nem tudtunk méréseket végezni. Később további kerék helyzetekkel és különböző keréknyomásokkal végeztük el a vizsgálatokat. A teljes vizsgálati program a 3. ábrán látható.

Minden járműnek, amely az útpályaszerkezeten az igénybevétel-mérés céljából áthaladt, a modellúton fehérrel jelzett vonalon viszonylag pontosan kellett végigmennie. Egy, a jármű aljára szerelt kamera és egy, a vezetőfülkében felszerelt kijelző segítségével a járművezető számára lehetségesé vált a jármű pontos helyzetének ismerete, és így annak megfelelő korrigálás. Fényérzékelőkkel mértük a sebességet, és nagy pontatlanság esetén a méréseket megismételtük. A kisebb eltéréseket a mérési eredmények kiértékelése során figyelembe vettük.



3. AZ IGÉNYBEVÉTELEK ÁBRÁZOLÁSA

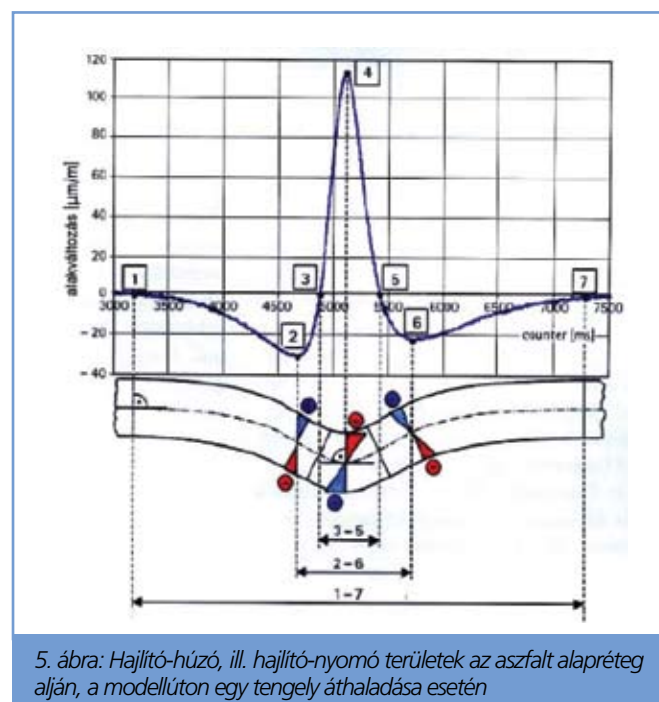
A modellúton való minden egyes áthaladás esetén mezőnként, a különböző rétegek belsejében átlagosan 15 szenzorral rögzítettük az alakváltozást, a feszültséget és a hőmérsékletet. Példaként a 4. ábrán látható egy öttengelyű nyergesvontatóval történő áthaladás két eredménye. Itt jól láthatók az egyes tengelyekből származó igénybevételek mint hosszirányban keletkező alakváltozások az aszfalt alapréteg alján (felül), és mint nyomófeszültségek a fagyvédő réteg tetején (alul). Ismeretes, hogy a teljesen megterhelt nyergesvontató fő terhelése a meghajtott tengelyre esik, míg az irányított tengely viszonylag kevesebb terhelést ad át az útpályaszerkezetnek, és a háromtengelyű helyzet olyan igénybevételt mutat, amely – néhány szakember által lényegesnek ítélve – az egyes kerékáthaladások között nem teszi lehetővé az aszfalt anyagának pihenését. Ezen kívül az is egyértelműen felismerhető, hogy az igénybevételek az V. építési osztály szerinti pályaszerkezetnél lényegesen nagyobbak, mint III. építési osztály esetén.



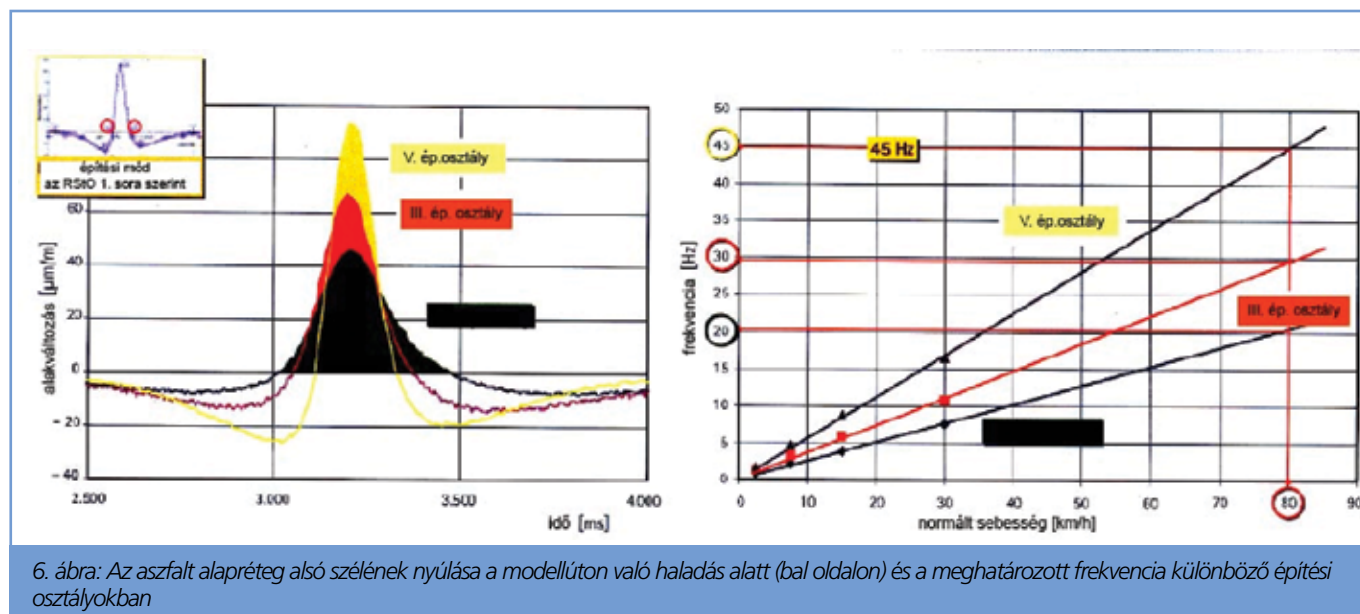
4. ábra: Alakváltozások (felül), és nyomófeszültségek (alul) egy öttengelyű nyergesvontató áthaladásából adódóan (példa). RStO 1. sora szerinti építési mód, valamint III. építési osztály (jobbra) és V. építési osztály (balra) esetén

Az igénybevételek lefolyásának pontosabb vizsgálatánál látszik, hogy az alakváltozások maximumánál az aszfalttrétegben hajlítási nyomás is keletkezik. Ez – amint a 5. ábrán látható – a keréknek a nyúlásmérőhöz való közeledésénél és attól való távolodásánál is létrejön, a terhelés következtében az aszfalt alaprétegen létrejövő geometriai teknőnek megfelelően. A maximális nyúlás és az aszfalttréteg alsó szélének maximális összenyomódása átlagosan kb. 4, ami azt jelenti, hogy a nyúlás jelentősen nagyobb, mint az összenyomódás. Ezzel szemben az összenyomódás terhelésként kétszer jelentkezik, ezáltal mint igénybevétel összességében olyan nagyságrendet érhet el, amely laborteknikai szempontból egyenértékű a ciklikusan előidézett fáradási igénybevétellel. Az SV és V építési osztály igénybevételi eredményeivel összehasonlítva egyértelműen látható, hogy nagyobb rétegvastagsággal mind a nyúlás, mind az összenyomódás csökken, és ezáltal az igénybevételi görbe laposabb lefolyású lesz. Ez a viselkedés nem meglepő, a terhbírásmérésekből (pl. ejtő súlyos deflektométer) már ismerjük. Ez közvetve viszont azt is jelenti, hogy a húzófeszültség a gyengébb építési osztályokban kisebb, mint az erősebbekben. A magasabb feszültségek abszolút értéke a vékonyabb felépítményekben a vastagabbakkal szemben tehát a forgalom által az útpályaszerkezetnek átadott energiának csak egy részét mutatja ki, és nem használható fel közvetlenül a pályaszerkezet többlet-igénybevételének vagy igénybevétel-csökkenésének kifejezésére. A rövidebb befolyásolási idő hatására „gyengébb” szerkezetek esetében összességében ténylegesen kisebb értékek adódnak, mint az igénybevételek abszolút értékeiből.

Ha a hatásidőkből kiszámítjuk a hozzájuk tartozó frekvenciákat, akkor 60 km/h áthaladási sebességre – amelyet a mérézéseknél általában használunk – kb. 15 Hz-et kapunk az SV, és kb. 33 Hz-et az V. építési osztályban. A nagyobb, autópályákon előforduló sebességek esetében ennél magasabb frekvenciák adódnak (6. ábra). Még ha ezek a frekvenciák nem is érik el az Európai Szabvány által a dinamikus vizsgálatok számára előírt értéket, célszerűnek tűnik elgondolkodni a fáradási vizsgálatok peremfeltételeiről.

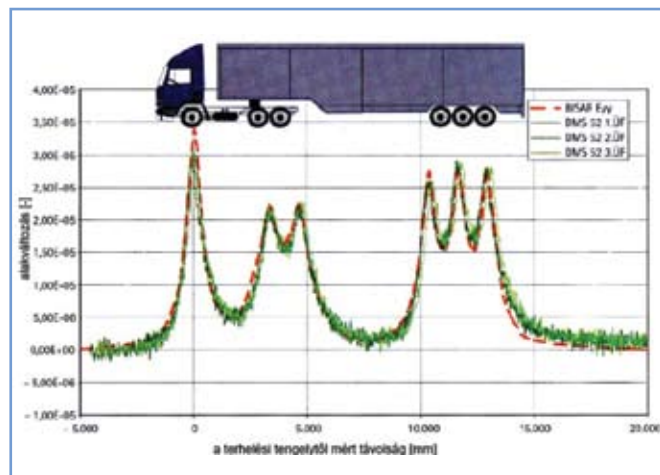


5. ábra: Hajlító-húzó, ill. hajlító-nyomó területek az aszfalt alapréteg alján, a modellúton egy tengely áthaladása esetén



4. ELMÉLET ÉS GYAKORLAT

Az előzőeknél is sokkal fontosabb volt a különböző útburkolatokon keletkező feszültségek és alakváltozások meghatározása, és azok befolyásolása az áthaladások paramétereinek változtatásával, mert ezek az értékek bemenő adatként feltétlenül szükségesek voltak a közlekedési felületek pályaszerkezeteinek Pavement Design Tool programmal elvégzett számítási méretezéséhez. Annak ellenőrzésére, hogy a mérési érzékelők által szolgáltatott eredmények megbízhatóak-e, egy diplomamunka [6] keretében összehasonlították őket a Bisar [7] programmal elvégzett többretegű rendszeren alapuló számítási eljárással meghatározott eredményekkel. Nem volt meglepő, hogy a valóságos mérések, és a lineáris-rugalmas anyagviselkedési elmélettel kiszámított alakváltozások részben igen jól megegyeztek, részben azonban el nem hanyagolható eltéréseket mutattak. A legnagyobb eltérések az alacsonyabb építési osztályokban mutatkoztak, ahol a kiszámított értékek jóval magasabbak voltak a mérések eredményeinél. Még akkor is, ha nem minden összehasonlítást lehetett olyan jól felírni, mint azt a 7. ábrán látható, az adatok elemzése és az FEM-programmal való összehasonlítás igazolta, hogy a mérési eredmények összességében hihető nagyságrendűek.

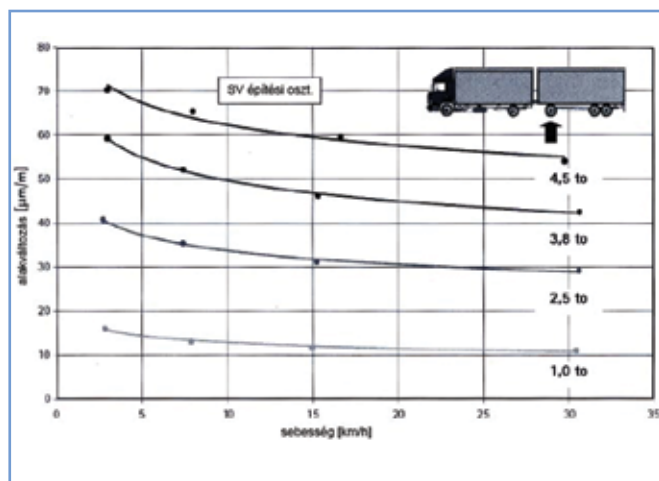


Ez különösen jól látszik a befolyásoló hatások változtatása mellett tapasztalható elvárásainknak megfelelő, és viszonylag kevésbé szóró eredményeken [8]. Így sejthető a 8. ábrán példaként bemutatott lineáris összefüggés az aszfalt alaprég alján mért alakváltozások és a tengelyteher között, és megfigyelhető ezen kívül a sebesség hatása annak nagyságrendjére. A 2,5 km/h és a 30 km/h közötti sebességtartományban az igénybevételek kb. 24%-kal csökkennek, ami az V. építési osztályban még a 33%-ot is eléri. Ennek oka ismét a nagyobb sebességeknél csökkenő terhelési idő egy adott pontban, ami az aszfalt viszkózus viselkedésénél túl alacsony összegigénybevételt eredményez. Amint az a 9. ábrán látható, ez a tendencia aszimptotikusan közelít egy végértékhez, amely erősebb építési osztályoknál már kevéssel 30-40 km/h fölött bekövetkezik. A „gyengébb” burkolatoknál, például az V. építési osztálynál, még azoknál a nagy sebességeknél is, amelyek ezeken az utakon általában nem jellemzők, az igénybevételek még jelentősebb visszaesését tapasztaljuk. Ezek az utakon a nehéz forgalom általi csekély terhelés ritkán jut érvényre.

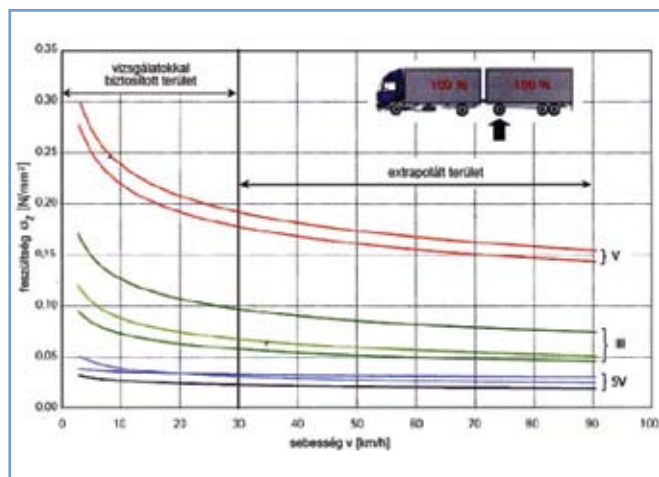
Ugyanez az ábra igazolja az építési módok RStO-ban található egyenértékűségét az egyes építési osztályokon belül. A modellúton az SV, III és V. építési módok mellett vizsgált két-három különböző építési mód az áthaladásokból a kötőanyag nélküli rétegekben keletkezett igénybevételek szempontjából viszonylag hasonlóan viselkedik. Egyben az egy építési osztályon belüli építési módok jól elhatárolhatók a következő, eggyel magasabb vagy alacsonyabb építési osztályoktól, még akkor is, ha itt figyelembe kell venni, hogy az I. és a II. építési osztályokat nem vizsgáltuk.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A Szövetségi Útügyi Intézet összesen több mint kétezer áthaladást vizsgált a modellúton, hogy ezáltal a számítási méretezéshez hihető eredményeket szolgáltatasson. Még akkor is, ha eddig nem minden építési módot és nem minden építési osztályt sikerült megvizsgálni, és a vizsgálatokat szándékosan szűk hőmérsékleti tartományban végeztük, a rendelkezésre álló mérési adatok alapján valóságközelí igénybevételi értékeket kaptunk, amelyek felhasználhatók a Pavement Design Tool program bemenő adataiként. Ezek hozzájárultak ahhoz, hogy ennek és más méretezési programoknak a számítási eredményeit biztosítsuk, és a tervezendő és kivitelezendő útburkolatok élettartamát jobban előre jelezhessük. Ehhez feltétlenül szükséges további vizs-



8. ábra: A jármű sebességének hatása a modellúton történő áthaladáskor az aszfalt alaprétteg alján mért alakváltozásokra



9. ábra: A nem kötött alapréttegen keletkező nyomófeszültségek összehasonlítása különböző építési módok és építési osztályok esetén a modellút esetében

gátatok elvégzése a pályaszerkezet tartósságának megítélésére. Egy, az áthaladást vizsgáló programhoz kapcsolt, és időközben folyamatban lévő kutatási munkában a nyolc általános építési módot gyorsított terheléssel, a forgalmat szimuláló hidraulikus impulzusadóval a szerkezet tönkremeneteléig terhelik. Csak ha ismerjük a pálya által elviselhető átgördülések számát, akkor tudjuk elérni a számítási méretezés célját, anélkül hogy az RStO-ban leírt, évtizedek eredményein alapuló tapasztalatokra támaszkodnánk. De már ma is hozzájárulhat a rendelkezésünkre álló Pavement Design Tool rendszere ahhoz, hogy új építőanyagokat és szerkezeteket viszonylag rövid időn belül alkalmazni tudjunk, és tartós alkalmazásukat ne csak próbaszakaszok hosszadalmas megfigyelései alapján igazolhassuk. Számos funkcionális építési szerződésben és a modellben már sikeresen alkalmazták az új számítási méretezési eljárást, amely már irányelverterezésként [9] is rendelkezésre áll, így reménykedhetünk, hogy hasznossága a jövőben a hagyományos útépítésben is beválik. Azok az építési vállalatok, amelyek megbízást kapnak, már ma is megegyezhetnek a megbízóval abban, hogy a fő ajánlat általános építési módja helyett egy mellékajánlat alapján, számítással méretezett burkolatot készítenek.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] BMV: Standardisierung der bituminösen Fahrbahnbefestigungen (Heißeinbau). Verkehrsblatt Nr. 199, Heft 11, S. 323-325, Bonn, 1966.
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 01). Köln, 2001.
- [3] Nachhaltiger Straßenbau – Bernessungsmodell zur Förderung der Innovations- und der Wettbewerbsfähigkeit kleinerer und mittelständischer Straßenbauunternehmen. BMBF-Forschungsprojekt, in Bearbeitung
- [4] Rabe, R.: Bau einer instrumentierten Modellstraße in Asphaltbauweise zur messtechnischen Erfassung der Beanspruchungssituation im Straßenaufbau. Forschungsprojekt 03 342 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 2004.
- [5] Rabe, R.: Erstellung eines Konzeptes für die Durchführung der Lkw-Überfahrten über die Modellstraße in der Halle 9. Forschungsprojekt 03 349 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 2004.
- [6] Gohl, S.: Vergleich der gemessenen mechanischen Beanspruchungen der Modellstraße der BAST mit den Berechnungsergebnissen ausgewählter Programme. Diplomarbeit im Fachgebiet Straßenbau an der TU Dresden, Dresden, 2006.
- [7] Shell International Petroleum Company Ltd: Layered systems under normal end tangential surface loads. User Manual, Kaniklijke Shell Labour, Amsterdam, 1972 und London, 1995.
- [8] Rabe, R.: Messtechnische Erfassung der Beanspruchungen im Straßenaufbau infolge Lkw-Überfahrten über eine Modellstraße in Asphaltbauweise. Teil 1: Temperaturabhängige mechanische Eigenschaften, Einfluss Fahrzeuggeschwindigkeit – Beanspruchung, Vergleich Bauklassen und Bauweisen. Forschungsprojekt 04 342 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 2006.
- [9] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien zur rechnerischen Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdecke (RDD-Asphalt). Entwurf, Köln, 2007.

SUMMARY

FUNDAMENTALS OF AN ARITHMETICAL DIMENSIONING OF ROAD SUPERSTRUCTURES IN ASPHALT

To acquire the dimensions of the roads in Germany, the empirical procedure known as "Directives for the standardisation of pavement constructions" is being applied regularly, using past experiences. Different stress levels as well as geographic, hydrologic and freezing boundary conditions have an effect on the thickness of the bound and unbound superstructure. However, the characteristics of the single layers are not being analysed in regard to the payload of the construction. The intensive research during the last couple of years has contributed to the development of an arithmetically dimensioning. The main advantage of this sort of dimensioning is the calculation of the strain inside the road-composition as well as the expected time of usage for the entire construction

BALESETSÚRÚSÖDÉSI HELYEK VIZSGÁLATA ZALA MEGYE ORSZÁGOS KÖZÚTHÁLÓZATÁN¹

NÉMETH LÁSZLÓ²

1. BEVEZETÉS

Diplomamunkámban Zala megye országos közúthálózatának balesetsűrűsödési helyeit határoztam meg. Ezeket a különböző baleseti természetek szerint csoportosítottam, majd a leginkább balesetveszélyes szakaszokat részletesen elemeztem.

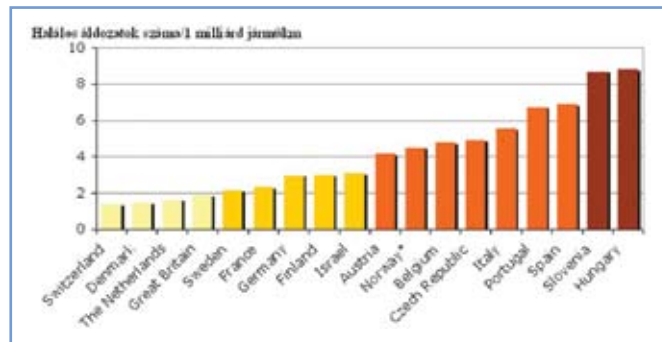
Célom, hogy a fellelhető baleseti okokat megszüntessem, vagy kedvezőtlen hatásukat mérsékeljem, ezzel a jövőben valószínűsíthető balesetek számát csökkentsem, így hozzájáruljak az általános közúti baleseti helyzet javulásához.

Munkám során elsőként Magyarország Európában elfoglalt közlekedésbiztonsági helyzetét elemeztem a 2003 és 2007 közötti időszakban, majd a vizsgálandó területet leszűkítettem a hazai országos közúthálózatra, végül ugyanezen időszakra vonatkozóan Zala megye közlekedésbiztonsági helyzetét vizsgáltam meg részletesebben.

2. MAGYARORSZÁG KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI HELYZETE

Magyarország közútjain kiemelkedően magas a halálozási kockázat, ami azt jelenti, hogy nem elsősorban a személysérüléses közúti balesetek gyakorisága (aktív biztonság), hanem azok súlyossága, rendkívül súlyos kimenetele okozza a fő problémát. Ebből adódóan a passzív biztonságot feltétlenül előtérbe kell helyezni. Azt azonban mindenképpen meg kell jegyezni, hogy a két terület nem választható el élesen egymástól (például a sebességkorlátozás nemcsak a balesetek súlyosságát, hanem gyakoriságát is csökkenti). [1.]

A hazai és a nemzetközi adatok összehasonlításából is egyértelműen leszűrhető, hogy a közúti közlekedési balesetek következtében meghaltak számát tekintve Magyarország az egyik leg-



1. ábra: Az 1 milliárd járműkilométerre jutó halálos áldozatok száma autópályákon 2006-ban [1.]

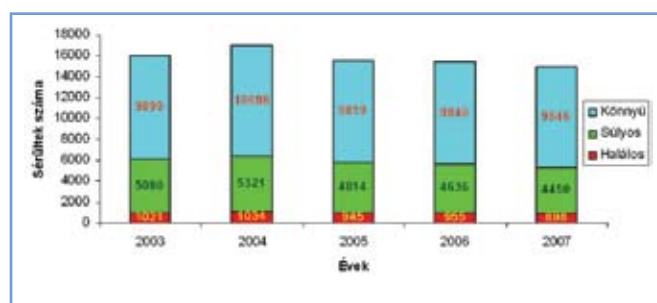
rosszabb helyen áll. (Az 1 milliárd járműkilométerre jutó halálos áldozatok számát az 1. ábrában mutatom be.) Diplomamunkámban a bekövetkezett balesetek számában részletesen elemzem a túlzott sebesség használatának, az alkoholos befolyásoltságnak, valamint a biztonsági öv viselésének arányát. Ezekre a terjedelmre való tekintettel most nem térek ki.

3. A HAZAI ORSZÁGOS KÖZÚTHÁLÓZAT KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI HELYZETE

Az országos közúthálózat bonyolítja le az ország teljes közúti forgalmának mintegy 75%-át. A személysérüléses közúti balesetek 70%-a lakott területen következik be, azonban a baleseti halottak 60%-át lakott területen kívül regisztrálják. A két adatból leszűrhető, hogy a balesetek 30%-a felelős az áldozatok 60%-áért, ami a járművezetőknek engedélyezett magasabb sebességgel magyarázható. [1.]

Sajnálatos tényként kell közölnöm, hogy a vizsgált időszakban minden héten több mint 18 személy vesztette életét a hazai országos közutakon. (A vizsgált közúthálózaton 2003 és 2007 között történt személysérülések számának változását a 2. ábra szemlélteti.)

Érdekesként említem meg, hogy a halálos áldozatok többsége nem használt biztonsági övet. Ha minden közúti balesetben elhunyt személy használta volna ezt az életmentő eszközt, akkor a vizsgált időszakban 1114-gyel kevesebben haltak volna meg a teljes hazai országos közúthálózaton.



2. ábra: A teljes hazai országos közúthálózaton 2003 és 2007 között történt személysérülések számának változása (Forrás: WIN-BAL program)

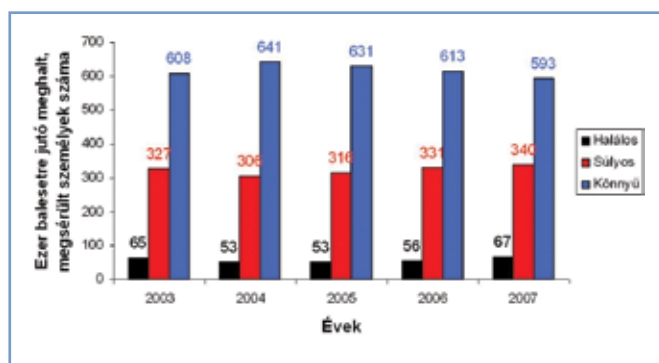
4. ZALA MEGYE ORSZÁGOS KÖZÚTHÁLÓZATÁNAK KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI HELYZETE

A megye baleseti helyzetéről általánosan elmondható, hogy a bekövetkezett balesetek közel fele halálos vagy súlyos kimenetelű. (Az ezer balesetre jutó meghalt, megsérült személyek számának

¹ A Magyar Útügyi Társaság Nemesdy Ervin diplomatervezési pályázatán díjat nyert dolgozat alapján

² Okl. közlekedésmérnök, e-mail: nemethlaszlo@gmail.com

alakulását a 3. ábra mutatja) A halálesetek negyedében szerepet játszott a közút, és környezetének bizonyos paraméterei. Ez elsősorban abból adódik, hogy a közutak környezete nem „megbocsátó”, azaz nem csökkenti, hanem inkább növeli a balesetek súlyosságát. Emellett a megye földrajzi adottságai is kedvezőtlenül befolyásolják a vízszintes és magassági vonalvezetés kialakítását, sűrűn előfordulnak veszélyes ívekkel és bukkanókkal érintett útszakaszok. Ezen kívül a 19 megye országos közúthálózatának burkolatállapot osztályzata Zala megyében a legrosszabb. [2.]



3. ábra: Ezer balesetre jutó meghalt, megsérült személyek száma Zala megye országos közúthálózatán 2003 és 2007 között (forrás: WIN-BAL program)

4.1. A MEGYÉBEN TALÁLHATÓ LEGVESZÉLYESEBB GÓCHELYEK MEGHATÁROZÁSA

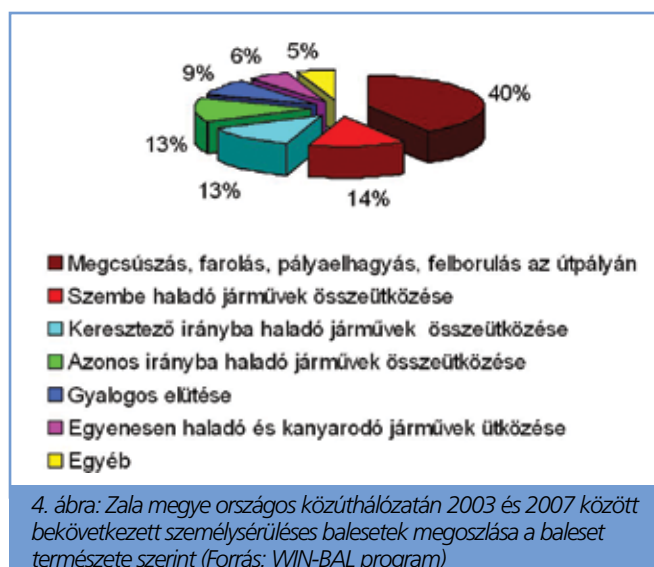
Mielőtt a témát részletesen elemezném, definiálom a balesetsűrűsödési hely fogalmát. A közúthálózatnak vannak olyan pontjai és szakaszai, ahol a balesetek száma a számítottnál, a valószínűsíthetőnél nagyobb, ahol valamilyen okból több baleset történik. A közlekedők számára az ezeken történő áthaladás az átlagosnál nagyobb baleseti vagy sérülési kockázatot jelent, mint az út többi részén. Ezeket nevezzük balesetsűrűsödési helyeknek vagy más néven baleseti góchelyeknek. [3.]

A kiválasztott helyszínek meghatározásánál a közúti biztonsági felülvizsgálat módszerét alkalmaztam, amelynek nagy hátránya, hogy a már bekövetkezett balesetekből indul ki.

A jövő eljárása a közúti biztonsági audit, mivel ez a megelőzést helyezi előtérbe, tehát úgy alakítja ki a közutat és környezetét, hogy ne történjenek meg a balesetek, illetve ha megtörténnek, akkor a következmények ne legyenek súlyosak. [4.] Bizom abban, hogy hazánkban is egyre szélesebb körben terjed el ez a módszer.

Zala megye országos közúthálózatán található balesetsűrűsödési helyek kiválasztását a WIN-BAL programmal végeztem el. Az azonosítás után az egymást átmetsző szakaszokat összevontam, majd a további szűkítés érdekében a kapott helyszíneket a program segítségével besoroltam azokba a baleseti típusokba, amelyek a legnagyobb százalékban okozhatók a balesetek bekövetkezéséért. (A balesetek természet szerinti megoszlását a 4. ábra szemlélteti.)

A program hiányosságának tartom, hogy a baleset természeténél a kerékpáros baleseteket nem sorolja be egyik kategóriába sem. Ennek értékét a forgalomban betöltött szerep vizsgálatával kaphatjuk meg. A személysérüléssel járó balesetek több mint 50 %-át személygépkocsi vezetői okozzák. Emellett mindenképpen figyelemre méltó a kerékpárosok 9%-os részaránya. A személysérüléssel járó balesetek természete, valamint a forgalomban betöltött



4. ábra: Zala megye országos közúthálózatán 2003 és 2007 között bekövetkezett személysérüléssel járó balesetek megoszlása a baleset természete szerint (Forrás: WIN-BAL program)

szerepük alapján a következő 6 fő típus szerint csoportosítottam a góchelyeken bekövetkező baleseteket:

- megcsúszás, farolás, pályaelhagyás, felborulás az útpályán,
- szembe haladó járművek összeütközése,
- keresztező irányba haladó járművek összeütközése,
- azonos irányba haladó járművek összeütközése,
- gyalogos balesetek,
- kerékpáros balesetek.

Itt jegyzem meg, hogy a balesetsűrűsödési helyeken általában nemcsak egy, hanem sokféle balesettípus lép fel. Az általam kiválasztott helyszíneken is csak jellemző típuscsoportokról beszélhetünk, nem kizárólagos baleseti fajtákról.

Mindegyik kategóriához kiválasztottam legalább egy olyan helyszínt, ahol már történt beavatkozás a közútkezelő részéről, valamint legalább egy olyan helyszínt, ahol javaslatot tudok tenni a további balesetek számának és súlyosságának csökkentése érdekében.

Ezek alapján az általam kiválasztott helyszínek útszám és szelvényszám szerint a következők:

- Túlnyomórészt a következő útszakaszokon fordulnak elő pályaelhagyásos balesetek:
 - 7411. j. Felsőbagod – Őriszentpéter összekötő út 3+150 és 4+200 km szelvényei között (Zalaszentgyörgy és Zalacséb települések között)
 - 76. sz. Balatonszentgyörgy – Zalaegerszeg – Körmend II. rendű főút 42+100 és 44+500 km szelvényei között (Nagykapornak külterülete)
 - 7538. j. Lenti – Letenye összekötő út 27+100 és 28+030 km szelvényei között (Lenti-Máhomfa lakott területen kívüli szakasza)
- Szembe haladó járművek összeütközése a jellemző balesettípus az alábbi helyeken:
 - 7. sz. Budapest – Nagykanizsa – Letenye I. rendű főút 203+400 – 206+000 km szelvényig (Nagykanizsa-Szabadhegy külterületi szakasza)
 - 76. sz. II. rendű főút 30+500 – 34+990 km szelvényig (Zalacsány, Tilaj, Ligetfalva, Almásháza települések határában)
- Keresztező irányba haladó járművek összeütközése a következő csomópontokban mutatható ki:
 - 7328. j. Sümeg – Zalaegerszeg összekötő út 12+004 km szelvényénél (Türje és Szalapa települések között)

- 76. sz. II. rendű főút 27+217 szelvénye (Zalacsány és Felsőpáhok települések között)
- 76. sz. II. rendű főút 27+495 km szelvénye (Zalacsány lakott területen belüli szakasza)
- Azonos irányba haladó járművek összeütközése jellemző a következő helyszíneken:
 - 7. sz. I. rendű főút 201+600 – 202+600 km szelvényig (Nagyrécsa település közelében)
 - 7. sz. I. rendű főút 198+600 – 199+800 km szelvényig (Zalasárszeg külterületi szakasza)
- Gyalogos balesetek száma jelentős az alábbi útszakaszokon:
 - 7410. j. Bak – Zalaegerszeg összekötő út 6+300 és 8+070 km szelvényei között (a zalaegerszegi Flextronics telephelyének közelében)
 - 71. sz. Lepsény – Fenékpusztai II. rendű főút 95+720 km szelvénye (Baloggyörök lakott területen kívüli szakasza)
- Kerékpáros balesetek gyakoriak a következő helyszíneken:
 - 7416. j. Lenti – Bajánsenye összekötő út 1+300 – 2+300 km szelvényig (Lenti külterületi szakasza)
 - 7352. j. Zalaapáti – Zalabér összekötő út 26+000 – 29+150 km szelvényig (Zalaszentgrót és Zalabér települések között)

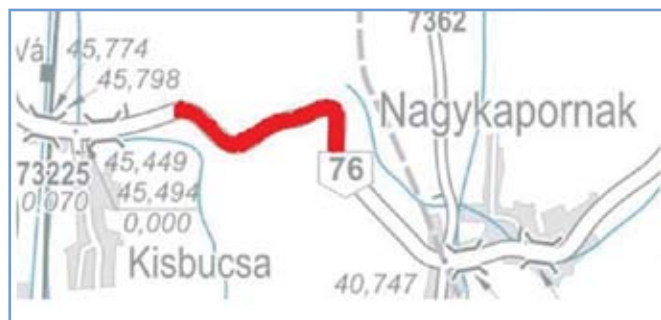
A cikk terjedelmére való tekintettel minden kategóriából csak egy olyan helyszínt elemztek részletesen, ahol javaslatot tudok tenni a közlekedésbiztonság javítása érdekében. Itt fontosnak tartom megemlíteni, hogy a közútkezelő által már korábban végrehajtott beavatkozások helyszínein észrevehetően csökkent a személyesérüléses balesetek száma és súlyossága.

4.2. A KIVÁLASZTOTT LEGVESZÉLYESEBB BALESETHALMOZÓDÁSI HELYEK VIZSGÁLATA ÉS EZEK MEGSZÜNTETÉSÉRE TETT JAVASLATOK

4.2.1. 76. SZ. II. RENDŰ FŐÚT 42+100-TÓL 44+500-IG

Az útszakasz Nagykapornak külterületén található (5. ábra). A korai időkben épült hegyi ingatlanok és a magassági szintkülönbségek leküzdésének együttes hatására jöttek létre azok az útkanyarulatok, amelyek a kedvezőtlen közlekedésbiztonsági helyzetet okozzák. Emellett az átmeneti ívek is rosszul kivitelezettek. Az utat körülölelő erdős terület miatt sűrűn előfordulnak páralecsapódások, téli lefagyások. A szakaszon belül a 43+600 és a 43+900 szelvényszámok között található a Hidegkúti forrás, ahol az ív közepén egy széles útsatlakozás is van. Az innen kiforduló mezőgazdasági járművek gyakran hirtelen irányváltásra kényszerítik a főúton közlekedőket. További súlyosbító tényezők az út menti meredek partoldal és az itt elhelyezkedő fasor, amelyek hirtelen mozdulatok esetén „vonzzák” a járművezetőket.

Az ÁNF értéke megközelítőleg 9000 jármű/nap. A vizsgált időszakban bekövetkezett balesetek közül a halálos (20%) és a súlyos (47%) kimenetelűek vannak túlsúlyban.



5. ábra: 76. számú főút 42+100-tól 44+500-ig

A balesetek főként abból adódnak, hogy a gépjárművezetők nem az útviszonyoknak, az időjárási és látási viszonyoknak megfelelően választják meg sebességüket.

A helyszínen olyan beavatkozásokat javaslok, amelyek a veszélyes ívek forgalombiztonságát javítják, ezzel jelentős mértékben csökkentve a kicsúszás veszélyt. Ezt figyelemfelhívó forgalomtechnikai jelzések elhelyezésével és telepítésével kívánom megvalósítani. Ehhez olyan eszközök szükségesek, amelyek a vizsgált helyszínt megelőző szakasszal összhangban vannak és az arra közlekedőknek érthetők, észlelhetők és könnyen felfoghatók.

Ezek alapján az alkalmazandó forgalomtechnikai elemek a következők:

- veszélyre figyelmeztető zöldessárga színű, fluoreszkáló háttér-fóliával ellátott közúti jelzőtáblák kihelyezése egykarú konzolos kivitelben,
- keresztirányú sárga lassító harántcsíkok,
- hosszirányban ekézhető kivitelű burkolati prizma,
- piros-fehér harántsávós iránytáblák DG minőségű fóliából, fluoreszkáló zöldessárga színű szegéllyel,
- esőbiztos, tartós burkolati jelek,
- az útsatlakozás melletti területet vezetőkorláttal be kellene szűkíteni.

4.2.2. 76. SZ. II. RENDŰ FŐÚT 30+500 – 34+990 KM SZELVÉNYIG

A közel 4,5 km hosszúságú szakasz négy település határában fekszik: Zalacsány, Tilaj, Ligetfalva, Almásháza (6. ábra). A legtöbb baleset szembe haladó járművek összeütközéséből adódik. Ez azzal magyarázható, hogy az út vonalvezetése nem biztosít elegendő előzési lehetőséget, ezért az egyenes részekben a türelmetlen járművezetők próbálnak élni előzési szándékukkal. Gyakran előfordul, hogy a manővert nem tudják időben befejezni, mert az egyenes szakaszok végén több helyen is útsatlakozások találhatók, ahol az előzést már jelzőtábla tiltja. További gondot okoz a növényzet ürszelvénybe lógása, az út beleolvadása a környezetbe, ami miatt az előzési látótávolságok nem megfelelőek, így feltétlenül indokolt az optikai vezetést segítő elemek alkalmazása. Emellett vadátkelésekre is fokozottan számítani kell.

Az általam vizsgált időszakban 3 halálos, 4 súlyos és 9 könnyű sérüléses baleset következett be, melyekben 3 személy elhunyt, 6-an súlyosan, 16-an pedig könnyen sérültek meg.



6. ábra: 76. számú főút 30+500-tól 34+990-ig

Az említett tényezők alapján nyilvánvaló, hogy a járművezetők magatartását kizárólag közúti jelzőtáblákkal nem lehet pozitívan befolyásolni, ezért a helyszínen az alábbi aktív és passzív intézkedéseket tartom fontosnak:

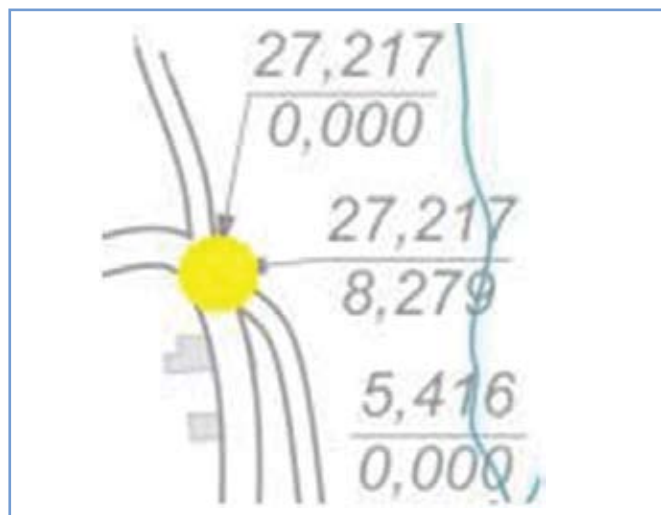
- előzési sávok biztosítása bal és jobb oldalon,
- járműosztályozós csomópontok kiépítése balra kanyarodó sávokkal,
- a türelmetlen gépjárművezetőkkel szemben „megbocsátó környezet” kialakítása. Ezt az általánosan alkalmazott 1:1,5-es rézsűknél laposabbakkal oldanám meg. A megoldással mérsékelhető a személyi sérüléses balesetek súlyossága, valamint csökkenthető az anyagi kár.
- Belső íveken növényzet visszavágása az előzési látótávolságok biztosítása érdekében.

4.2.3. 76. SZ. II. RENDŰ FŐÚT 27+217 SZELVÉNYE

A gócpont Zalacsány és Felsőpáhok települések között helyezkedik el (7. ábra). Itt több probléma is együttesen jelentkezik:

- Szerencsétlen a geometriai kialakítás, mert a főút vonalvezetése pontosan ennél a szelvénytáblánál törik meg. A 76. sz. II. rendű főút mindkét iránya hosszú szakaszon elsőbbséggel rendelkezik a többi úttal szemben, emiatt az itt érvényes eltérő elsőbbségi viszonyokról a járművezetők hajlamosak megfeledkezni.
- A 7335. j. összekötő út 76. sz. II. rendű főúthoz történő kapcsolódása tompaszögben valósult meg, amely a láthatóságra negatívan hat.
- A közelben fekvő települések miatt gyakoriak a gyalogosátkelések.
- A 7351. j. összekötő út vízszintes és magassági vonalvezetése rendkívül kedvezőtlen, mert ívben csatlakozik a főúthoz és a gócpont fele lejt. A 70 km/órás sebességkorlátozást Felsőpáhok irányából a járművezetők többsége nem tartja be. Így alakulhatott ki az az állapot, mely szerint a járművek rendkívül nagy sebességgel érkeznek a csomópontba.
- A területen jó termőtalaj kínálkozik a kukoricatermesztésre. A magas takarmánynövény megnövekedésekor a közeledési látómező nem biztosítható.

Véleményem szerint a gócpont közlekedésbiztonsági helyzete csak úgy oldódna meg teljesen, ha az út egy új nyomvonalon vezetne. Ezt úgy kellene megépíteni, hogy a 76. sz. II. rendű főút, mint kiemelt irány megmaradjon. Ennek kivitelezésére a jelenlegi szűkös anyagi helyzetben nincs lehetőség. Az új nyomvonal helyett az alábbi beavatkozásokat tartom megvalósíthatónak:



7. ábra: 76. számú főút 27+217 km szelvénye

- „Állj, elsőbbségadás kötelező” jelzőtábla, valamint 100 méteres előjelző tábla az alárendelt irányokban DG minőségű, fluoreszkáló zöldessárga színben, egykarú konzolos kivitelben.
- Ütközésveszélyre figyelmeztető DG jelek mind a főirányban, mind a mellékirányban, amelyek megfelelően tudatosítják a járművezetőkben, hogy balesetveszélyes hely felé közelednek.
- Gyalogosátkelésre figyelmeztető DG jelek a főirányban,
- 50 km/h-s sebességkorlátozás mind főirányban, mind mellékirányban,
- sárga lassító harántcsíkozás mind az alárendelt, mind az elsőbbséggel rendelkező irányban,
- hosszirányú aktív burkolati prizmák kihelyezése a főirányban,
- keresztirányú aktív burkolati prizmák a mellékirányban.
- A közeledési látómező biztosítása érdekében fel kell hívni a gazdálkodók figyelmét, hogy a saroktelkeken 80 cm-nél magasabbra növő növényfajt ne termesszenek.

4.2.4. 7. SZ. I. RENDŰ FŐÚT 198+600-TÓL 199+800-IG

A balesetsűrűsödési hely Zalasárszeg külterületén helyezkedik el (8. ábra). A Nagykanizsa környékén lévő kistelepülések egyre jobban kiépülnek, amelynek hatására nagyobb igény jelentkezik a főútról balra, illetve jobbra történő lekanyarodásra. A gócpont a teherforgalom által erősen terhelt, hasonlóan a főút más szakaszaihoz. Emellett egyre intenzívebb a gyalogosforgalom is.

A legnagyobb problémát az okozza, hogy a járművezetők többsége jelentős sebességtúllépéssel közelíti meg a csomópontot (199+581). Ez elsősorban azzal magyarázható, hogy mind Nagykanizsa, mind Budapest irányából lejtős szakasz fogja közre a vizsgált területet. A helyben lakók elmondása szerint sokszor előfordult, hogy a tehergépjárművek ráfutottak az előttük befordulni szándékozó személygépkocsikra. Ennek elkerülése érdekében a helyiek „túlélési technikákat” dolgoztak ki, ami annyit jelent, hogy valahányszor a csomópontba közeledve a visszapillantó tükörben teherautót látnak, nem élnek balra kanyarodási szándékukkal, hanem inkább egyenesen tovább mennek a következő lehajtóig.

Az előzni tilos tábla bal oldali megismétlése ellenére a járművezetők többsége kockázatos előzésekbe kezd. A manővert gyakran nem tudják a csomópontig befejezni, így ütköznek a velük szemben haladó járművekkel.

A baleseti kockázatot növeli az úrszelvénybe lógó növényzet, valamint a gócpont közelében kialakított buszmegállók. A sűrűn előforduló vadátkelések további hirtelen fékezésekre készítik a járművezetőket, ezzel még jobban növelve a ráfutásos balesetek számát.



8. ábra: 7. számú főút 198+600-tól 199+800-ig

Itt jegyzem meg, hogy a 7. sz. I. rendű főút teljes Zala megyei szakaszán történt balesetek számának 21%-a az azonos irányba haladó járművek összeütközéséből adódik.

A 2003 és 2007 közötti időszakban bekövetkezett balesetekben 1 személy életét veszítette, 4-en súlyosan, 12-en pedig könnyen sérültek meg.

A személysérüléses baleseteken kívül számottevőek a csak anyagi káros balesetek is. Sok esetben csupán a biztonsági öv használatán múlik, hogy milyen kimenetelű baleset következik be.

A felsorolt problémák alapján megfogalmazhatók a szükséges beavatkozások:

- Járműosztályozós csomópont kiépítése balra kanyarodó sávval, amelyet egy I. rendű főúton kötelező érvényűnek tartok.
- „Állj, elsőbbségadás kötelező” jelzőtábla a mellékirányban DG minőségű, fluoresszkáló zöldessárga színben, egykarú konzolos kivitelben.
- Tartós burkolati jelek felfestése,
- burkolat-megerősítés,
- a csomóponttól körülbelül 250 méterre 70 km/h-s sebességkorlátozó jelzőtábla kihelyezése baloldalon történő megismétléssel,
- veszélyre figyelmeztető DG jelek a főirányban,
- ekézhető burkolati prizmak és keresztirányú sárga lassító harántcsíkok telepítése a mellékirányban.

A vizsgált időszakban gyalogos baleset nem történt a szakaszon. Ennek ellenére azt gondolom, hogy nem megvárni, hanem megelőzni kellene a gyalogos baleseteket. A megelőzés érdekében a következő teendőket javaslom:

- sárga villogó berendezés telepítése,
- középziget létesítése fő- és mellékirányból,
- közvilágítási hálózat biztosítása.

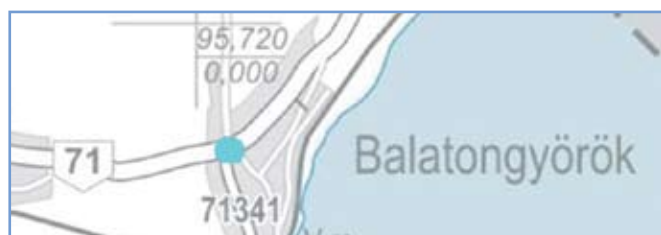
4.2.5. 71. SZ. II. RENDŰ FŐÚT 95+720 KM-SZELVÉNYE

A helyszín Balatongyörök lakott területen kívüli szakaszán található (9. ábra). A gócpont a 71. sz. II. rendű főút és a 71341. j. vasúti hozzájáró út (városközpont felé vezető út) kereszteződésénél helyezkedik el. A Balaton közelségéből adódóan az időszakosan változó forgalom a jellemző. Az átlagos napi forgalom még a 11000 jármű/nap értéket is meghaladja. Torlódások elsősorban a nyári időszakban alakulnak ki (~ 20000 jármű/nap). Ilyenkor az is megfigyelhető, hogy a járművek alacsonyabb sebességéből adódóan többnyire könnyű sérüléses balesetek fordulnak elő.

A főirányú telítettség miatt az alárendelt irányból csak hosszú várakozás után lehet kihajtani, ami a járművezetők türelmetlenségéhez vezet és a forgalombiztonságot is veszélyezteti.

A gyalogosbalesetek általában kétféleképpen következnek be:

1. A gyalogátkelőhelyre lelépő gyalogost a járművezető a ked-



9. ábra: 71. számú főút 95+720 km szelvénye

vezőtlen vízszintes és magassági vonalvezetés, a közelben lévő buszmegálló és az íves kialakítás miatt későn veszi észre, emiatt hirtelen fékezésbe kezd.

2. Lehetséges forrás a közelben lévő útcsatlakozás is, amely rendkívül szerencsétlen helyen van. Az ebből az irányból kanyarodó gépjárművek vezetői gyakran figyelmen kívül hagyják a főúton átkelni szándékozó gyalogosokat.

A helyszínen a közútkezelő az elmúlt években már beavatkozott, azonban a visszatérő balesetek és az időszakosan változó forgalom miatt további intézkedések szükségesek, melynek tervei folyamatban vannak. A már megvalósult beavatkozások a következők:

- gyalogátkelőhelyre figyelmeztető jelzőtábla kihelyezése,
- 50 km/órás sebességkorlátozásra, előzési tilalomra és gyalogos-veszélyre figyelmeztető DG jelek fluoresszkáló, zöldessárga színű fényvisszaverő alapfóliás táblán,
- keresztirányú sárga lassító harántcsíkok kihelyezése,
- ekézhető kivitelű burkolati prizma beépített fényvisszaverő elemmel,
- gyalogátkelőhelyre figyelmeztetés útburkolati jellel történő megismétlése,
- belső átvilágítású, LED-es kivitelű kijelölt gyalogátkelőhely jelzőtábla kihelyezése,
- sárga villogó berendezés telepítése,
- tartós burkolati jelek felfestése,

A felsorolt beavatkozások főként a figyelemfelhívásra szolgálnak. A gyalogosok biztonságosabb átvezetésére, a járművek sebességének lecsökkentésére, a közlekedők által tanúsított türelmetlen viselkedésre és az időszakosan változó forgalom lebonyolítására jött létre az a koncepció, mely szerint a kereszteződésben forgalomfüggő jelzőlámpa fog megvalósulni. A megoldást a közútkezelő már korábban is javasolta, azonban a Balatongyöröki Önkormányzat ezt a lehetőséget akkor elvetette. A képviselőtestület minden áron körforgalmat szeretett volna kialakítani. Ez több szempontból sem indokolt. Az egyik, hogy a fő- és mellékirány forgalma nagyságrendekkel eltérő. A másik a közlekedés hálózati szemléletmódban történő tanulmányozása, amely a vizsgált helyszínen jelzőlámpás csomópont kiépítését jelenti, mivel Vonyarcvashegyen és Gyenesdiáson is már évek óta sikeresen működik ez a forgalombefolyásoló eszköz.

4.2.6. 7352. J. ÖSSZEKÖTŐ ÚT 26+000 – 29+150 KM-SZELVÉNYIG

A dombos vidék Zalaszentgrót és Zalabér települések között terül el (10. ábra). A közelben található az aranyadi és a zalabéri hegy, a zalaszentgróti üdülőcentrum és két bányató is. Emellett a Tüskeszentpéteri Malom, valamint két multinacionális vállalat is itt talált magának megfelelő telephelyet. Az elmúlt pár évben felkapott lett a fürdőhely, amely a környező településekről egyre nagyobb kerékpáros forgalmat vonz. Azok a helybéli lakosok, akik az ide látogató turistáknak szálláshelyet biztosítanak, a jövőben kerékpárok bérbeadásával is szeretnének foglalkozni, ezzel még jobban kielégítve az ide látogatók igényeit. A szolgáltatással a kerékpárosok számának további emelkedése várható. Emellett az autóbusz és teherforgalom is folyamatosan emelkedik. Előbbi az üdülőhelynek, utóbbi pedig a már említett vállalatoknak „köszönhető”.

Az út kialakítására jellemzőek a hosszú egyenes szakaszok, a me-redek lejtők és a kis sugarú ívek. A szakasz több részén is azt tapasztalhatják a járművezetők, hogy nem látják az előttük meg-lévő út vonalvezetését, emiatt hirtelen irányváltoztatásra kény-



10. ábra: 7352. jelű összekötő út 26+000-tól 29+150-ig

szerűnek. Zala megye országos közúthálózatát figyelembe véve ezen a szakaszon történt a legtöbb kerékpáros baleset.

A legfőbb baleseti ok a túlzott sebesség használata, valamint az alkoholos befolyásoltság. A balesetek közel egyharmadának bekövetkezésében ez utóbbi is szerepet játszott, amiért főként a környéken lévő borospincék, szórakozóhelyek és vendéglátó intézmények tehetők felelőssé. Gyakran előfordul, hogy a hegyről ittasan kerékpározók nem tudják követni az út vonalvezetését. „Szerencsésebb” esetben letérnek az útról, rosszabb esetben ütköznek a velük szemben haladó járművekkel. A forgalom növekedésével egyre nagyobb az utóbbi valószínűsége.

A problémák megoldására eltérő intézkedést javaslok az egyenes és az íves szakaszokra:

Zalaszentgróttól a fürdőhelyig a kerékpárosokat kerékpárúttal el kell választani a járműforgalomtól, mert a jövőben itt intenzívebb kerékpárforgalom várható a fent említett okok miatt. Az elképzelés kivitelezése az üdülőhely közelében már megvalósult. Ennek mielőbbi folytatását szorgalmazom.

Az üdülőcentrumtól Zalabérig tartó szakaszon az anyagi források korlátozottsága miatt belátható időn belül nem tartom megvalósíthatónak a kerékpárutat. Ezen a szakaszon az út környezetből történő kiemelését és az ívek optikai elemekkel történő biztonságosabb megvezetését javaslom a következő beavatkozásokkal:

- piros-fehér harántsávok iránytáblák kihelyezése DG jelekkel, fluoreszkáló, zöldessárga színű szegéllyel,
- optikai vezető oszlopok beszerítése a kis sugarú ívekben,
- kerékpáros veszélyre figyelmeztető DG jelek fluoreszkáló, zöldessárga színű fényvisszavető alapfóliás táblán kihelyezve,
- sárga lassító harántcsíkozás,
- fák kivágása, helyette cserjék vagy bokrok ültetése,
- a burkolat szélét jelző tartós útburkolati jel felfestése,
- ekézhető kiviteli burkolati prizma hosszirányban történő kihelyezése,
- mind a kerékpárosok, mind a járművezetők alkoholos befolyásoltságára a fokozottabb rendőri ellenőrzés nyújthat megoldást.

4.3. UTÓLAGOS ÉRTÉKELÉS, AZ EREDMÉNYESSÉG VIZSGÁLATA

Az intézkedések végrehajtása után meghatározott időn belül (általában 3-4 évente) felül kell vizsgálni, az új ismeretek tükrében újra kell gondolni, szükség esetén módosítani kell a korábbi beavatkozást. Nagyon fontos, hogy a felmerülő hibákból tanuljunk. [5.]

Bízom abban, hogy az általam megfogalmazott javaslatok felhasználásával Zala megye országos közúthálózatának közlekedésbiztonsági helyzete javulást mutat a jövőben.

4.4. A JAVASOLT BEAVATKOZÁSOK GAZDASÁGI ÉRTÉKELÉSE

A góchelyeken felmerülő problémák megoldására nem áll rendelkezésre korlátlan pénzügyi forrás, tehát a forgalombiztonsági kritériumok mellett gazdaságossági, hatékonysági szempontokat is figyelembe kell venni. Ez azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló pénzt úgy kell szétosztani, hogy az elkerült balesetek száma a lehető legnagyobb, a sérültek száma pedig a legkisebb legyen. Ugyanannyi ráfordítás több góchelyen történő elosztásával, kis költségű beavatkozásával összességében több baleset kerülhető el. [3.] Ezek alapján a beavatkozásokat igyekeztem úgy kidolgozni, hogy azok gazdaságilag reálisan végrehajthatók legyenek.

A gazdasági értékelést a költség-haszon elemzés módszerével végeztem el. Ez egy olyan értékelési módszer, amely esetén mind a költségeket, mind a hasznokat (megmentett emberéleteket, megelőzött sérüléseket) ugyanabban a dimenzióban, pénzügyi egységben fejezzük ki. A vizsgálat során különbözőképpen kell eljárni a már végrehajtott, illetve a javasolt intézkedések esetén, ezért az értékelést egy olyan helyszínre készítettem el, ahol már történt beavatkozás a közútkezelő részéről (7. sz. I. rendű főút 203+400-tól 206+0-ig) és egy olyanra, ahol javaslatot tettem a forgalombiztonság javítására (76. sz. II. rendű főút 43+600 és 43+900 km-szelvényei között). A számítás levezetését a terjedelemben való tekintettel itt most egyik esetben sem részletezem (az érdeklődőknek szívesen elküldöm e-mailben).

- Az első kiválasztott helyszín esetén a számítás menete a következő:
- Minden egyes közútkezelő által végrehajtott beavatkozáshoz hozzárendeltem egy aktuális költségadatot. Ezek összegzésével megkaptam a beruházás összes költségét.
- Ezt követően szignifikancia vizsgálatot végeztem el, ami a személyesérülések számának vizsgálatát jelenti a beavatkozás előtti és utáni három évben. A megmentett emberéletek, súlyos, illetve könnyű sérültek számát úgy határoztam meg, hogy a beavatkozás előtti három évben történt személyesérülések számából kivontam a beavatkozás utáni három évben történt személyesérülések számát. Nagyon fontos, hogy ezt a műveletet a balesetek kimenetele alapján külön-külön kell elvégezni.
- Ezek után a személyesérülések kimenetel szerinti számát megszoroztam a baleseti veszteségek pénzben kifejezett fajlagos költségeivel. Diplomamunkámban a következő fajlagos baleseti veszteség értékekkel számoltam:
- Egy fő közúti közlekedési baleseti halálos áldozat: 94 959 587 Ft
- Egy fő közúti közlekedési baleseti súlyos sérült: 6 688 463 Ft
- Egy fő közúti közlekedési baleseti könnyű sérült: 718 403 Ft [6.]
- Az így kapott értékek összegzésével kaptam meg a megmentett emberéletek és a megelőzött sérülések összértékét.
- Ezek után már csak a két kiszámított összértéket hasonlítottam össze. A beavatkozás eredménye nagyon sikeresnek mondható, hiszen három év alatt több mint háromszoros „hasznót” eredményezett, ami egyben azt is jelenti, hogy kevesebb mint egy év alatt megtérült a beruházás.

A második kiszemelt helyszín esetén a számítás menete a következő:

- Minden egyes javasolt megoldáshoz hozzárendeltem egy aktuális költségadatot. Ezek összegzésével megkaptam a beruházás összes költségét. A módszer menete eddig ugyanaz volt, mint az első esetben.
- A problémát az innen történő továbblépés jelenti, mivel nem tudjuk előre, hogy a jövőben bekövetkező balesetek száma hogyan fog változni, így ezen adatok hiányában az egyes intézke-

désekhez hozzárendelhető éves haszon/költség hányadosokból kell kiindulni. Hazai tapasztalatok alapján minden egyes általam javasolt beavatkozáshoz kikerestem az egy éves haszon/költség arányokat. Az egyes intézkedések várható hasznait a haszon/költség hányadosok és az aktuális költségadatok szorzataként számítottam ki, majd ezek összegzésével kaptam meg a „hasznok” (elmaradó nemzetgazdasági veszteségek) összértékét.

– Végül ebben az esetben is csak a két kiszámított összértéket hasonlítottam össze. Az elemzés végeredménye szerint a hasznok összértéke a ráfordítások összértékének több mint hatszoros, amiből az következik, hogy kevesebb mint két hónap alatt megtérülne a beruházás.

5. BEFEJEZÉS

Dolgozatom elkészítésekor a téma sokrétűsége és terjedelme miatt nem törekedtem teljességre, inkább megpróbáltam minél több szemléletes példával bemutatni azt, hogy milyen fontos a közúti közlekedési balesetek megelőzése, a közlekedésbiztonság javítása, mivel ez az egész társadalom érdeke.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] Holló P.: Mit kell tennünk a közúti balesetek számának és súlyosságának mérséklése érdekében? (A balesetmegelőzés fontossága). KTI Tudományos nap 2008. március 12.
- [2.] Magyar Közút Kht. Országos Közúti Adatbank Osztálya
- [3.] Csorja Zs., Jankó D., Kucsara T., Nagy Z., Szabó Sándor: Csomópontok és útvonalak balesetveszélyességi értékelési módszertanának kidolgozása (Közúti baleseti góchelyek azonosítása), MAÚT, Budapest, 2005.

[4.] Koren Cs., Makó E., Tóth-Szabó Zs., Jankó D., Hóz E., Moccsári T., Nagy Z., Tóthné Temesi K.: Közúti biztonsági audit útmutató 2005.

[5.] Szabóné Kamarás Cs.: A személysérüléses balesetek adatainak nyilvántartása, közlekedésbiztonsági elemzések, Közúti és Mélyépítési Szemle, 54. évfolyam 7. szám

[6.] Holló P.: Aktuális, a 2003. év baleseti adataira alapozódó nemzetgazdasági közúti baleseti veszteségek, adott területekre lebontott tartalmú meghatározása, EU-tagállamok által alkalmazott módszerekkel, Budapest, 2004. november

SUMMARY

EXAMINATION OF PLACES OF ACCIDENT INCIDENCE IN THE NATIONAL PUBLIC ROAD SYSTEM OF ZALA COUNTY

The paper is based on the author's MSc thesis which won an award of the Hungarian Road Society. It deals with the analysis of accidents in Zala county. Data on personal injury accidents on the national roads in the county between 2003 and 2007 were analyzed. On the ground of these, accident black spots were identified. The paper suggests interventions improving traffic safety. Finally, a cost-benefit analysis was made.

FÖLDMŰ-VAGYONGAZDÁLKODÁS – AZ ANGOL ÚTÜGYI ÜGYNÖKSÉG GYAKORLATÁNAK ESETTANULMÁNYA

GEOTECHNICAL ASSET MANAGEMENT – A CASE STUDY OF PRACTICE IN THE HIGHWAYS AGENCY

D. PATTERSON, M. RUDRUM, C. DEW

ROUTES / ROADS NO. 334. 2007. 3. P. 64–77. Á:6, T:1, H:–.

Angliában az Útügyi Ügynökség több mint 7400 km autópályán és főúton mintegy 14 700 km-nyi földművel gazdálkodik, melynek vagyónértéke jelentős. Az ügynökség jelenleg működő vagyongazdálkodási rendszerén belül az egyik fontos elem a geotechnika. A földművek vagyongazdálkodása kétszintű: a taktikai szint az állapotvizsgálatokból kiindulva a károsodások megelőzését célozza, míg a stratégiai szint proaktív megközelítéssel a biztonságos működés feltételeit igyekszik megteremteni. A vagyongazdálkodási rendszer alapja egy jól felépített adatbázis, melyet folyamatos adatgyűjtéssel 2011-re terveznek teljessé tenni. Az adatok egyik lényeges felhasználási területe a kockázatelemzés. Minden földműtípusra, annak elhelyezkedésétől is függően, különböző károsodási lehetőségeket határoztak meg, és ezekhez többféle kockázati szintet rendeltek hozzá. A hozzárendelés eredményeként megállapították a szükséges beavatkozás

fajtáját és végrehajtásának javasolt idejét. A fenntartási beavatkozásokat ötéves ciklusidővel tervezik. A beavatkozások hatékonyságának értékeléséhez a teljes élettartamra vonatkozó költségeket elemzik. Az új elemként bevezetett értékgazdálkodás célja a biztonság, az érték-gazdaságosság, a zavaró hatás csökkentése és a környezetvédelem összehangolása. Teljesítményelvű szemlélettel az eredmények értékelésére az Útügyi Világszövetség által ajánlott teljesítménymutatókat alkalmaznak. A teljesítménymutatók a földművek fizikai állapota mellett a vagyongazdálkodási folyamatot is jellemzik. Ilyen mutató az adatbázis feltöltöttségének aránya (a mai célérték 60%) és a kockázatelemzés folyamatában előálló megbízható hálózatrész aránya (itt a pillanatnyi célérték 80%)

G. A.

AZ INTELLIGENS JÁRMŰVEK ÉS INFRA-STRUKTÚRA-TECHNOLÓGIÁK KEDVEZŐ HATÁSA A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGRA

TAKE ADVANTAGE OF INFRASTRUCTURE TECHNOLOGIES AND INTELLIGENT VEHICLES TO IMPROVE ROAD SAFETY
L. AGUSTSSON

ROUTES / ROADS NO. 334. 2007. 3. P. 13–21. Á:7, T:1, H:1.

Az intelligens közlekedési rendszerek az elmúlt években egyre jobban terjednek, és a jövőben képesek kedvezően befolyásolni a közlekedésbiztonságot. A cikk az Ütügyi Világszövetség közúti közlekedésbiztonsági munkabizottságának jelentése alapján ismerteti a mai helyzetet és a távlati kilátásokat. Az európai EASYWAY program célkitűzései szerint az intelligens közlekedési rendszeremlék helyes alkalmazásával 2020-ra a torlódások 25%-kal csökkenhetnek, a biztonság 25%-kal javulhat, a CO₂ kibocsátás 10%-kal mérséklődhet. A biztonság szempontjából leghatékonyabb intelligens közlekedési megoldások: az alkoholos állapottól függő gyújtástiltás, a közlekedési szabályok betartásának automatizált ellenőrzése (tilos jelzésbe haladást rögzítő kamera, sebességmérés), a sebesség befolyásolása, dinamikus forgalomirányítás, figyelmeztetés a helyi veszélyekre, elektronikus stabilizáló, baleset esetén automatikus segítségkérés (eCall).

A közúti szakirányítás elsősorban az infrastruktúra oldaláról segítheti elő az intelligens közlekedési megoldások térnyerését. A változtatható kijelzős sebességszabályozás kialakítása, a sebességet befolyásoló alkalmazásokhoz a helyszíntől függő sebességhatárok felvétele, a helyi veszélyforrások feltárása, a balesetek következtében kialakuló helyzetek automatikus kezelése hatékonyan javíthatja a közúti közlekedésbiztonság helyzetét. A járműbe építhető megoldások elterjesztése érdekében a közúti szakirányítás különböző fórumokon javaslatokat tehet. A következő 15 évben jelentős átalakulás várható mind az infrastruktúrát, mind a járműveket tekintve, és emellett fejlődni fog a jármű és infrastruktúra közötti kommunikáció. Az új, azonosításra alkalmas intelligens eljárások bevezetésénél a személyiségi jogokat is figyelembe kell venni.

G. A.

JÖVŐBELI KIHÍVÁS A KERÉK-SÍN ÉRINTKEZÉSÉNEK VIZSGÁLATÁBAN ÉS A TERVEZÉSBEN: A KOPÁSI ALAKOK ÉS A KIADÓDÓ SÉRÜLÉSI MÓDOK ELŐREBECSLÉSE

FUTURE CHALLENGE TO WHEEL/RAIL INTERACTION ANALYSIS AND DESIGN: PREDICTING WORN SHAPES AND RESULTING DAMAGE MODES

H. M. TOURNAY

WEAR 265, 2008., PP. 1259-1265

A kerék-sín érintkezés a pályán futó jármű viselkedésének vizsgálatától külön nem választható központi probléma. Ez az alap gondolata a napjainkban folyó észak-amerikai kutatásnak is. A hangsúly részben a jármű és pályamérés fejlesztéseken van, de fontos szerepe van a kerék-sín érintkezés pontos helyének, valamint az ezen a helyen kialakuló erők meghatározásának is.

A cikk ajánlást próbál adni mind a nyomkarima és a sínfej oldala megnövekedett kopásának ellenőrzésére, mind a felépítményi mérettűrések fejlesztésére. A kopási alakok előrebecslése mind a sín, mind a vasúti kerék esetén súlyponti fontosságú a tervezési paraméterek meghatározásában.

A vizsgálatok azért is szükségesek, mert a tengelyterhek fokozatosan növekednek. Amerikában már 32,5 tonnás tengelyterhelést alkalmaznak, ami nagymértékben igénybe veszi a pályát is. A megnövekedett feszültségek és a lecsökkentett kopások (a sín anyagának tökéletességével, sínkenéssel, stb.) a kerék-sín érintkezési pontban mindkét szerkezeti elem kopási viselkedését megváltoztathatják. A cikkben bemutatják a lehetséges a kerék-sín érintkezési módokat, amelyek szerint vagy a kerék futófelülete és a sínkorona, vagy a keréknyomkarima és a sínfej oldala kopik.

Különböző mérési módszerekről is olvashatunk, mint például az automatikus kerék-sín érintkezés érzékelő (VRCI) rendszer, amely az érintkezési pontban fellépő feszültségek, az érintkezési felület alakjának, a kúposág és az érintkezési szög mérésére alkalmas. Ezenkívül létezik lézeres sínhiba kereső, kerékütődésen alapuló terhelésmérő, akusztikus és forró csapágy detektor, stb, amelyek mind mozgás közben tudnak mérni.

A cikk szerint kétféle kerék-sín érintkezési állapot létezik: a kopási állapot, és a feszültségek kialakulási állapota. A kopási állapot elsődlegesen kissugarú ívekben alakul ki, és nem mindenképpen kapcsolódik a különlegesen nagy tengelyterhekhez, mert például a kis tengelyterhelésű villamosvonalakon is kialakul. A feszültségek kialakulási állapota nehezebben definiálható. Ez az állapot jelenleg elsődlegesen szabályosabb pályákon, vagy kormányzott forgóalvázak esetén jelentkezik, ami azt eredményezi, hogy az érintkezési felületekben, a kúposágban és az érintkezési feszültségben nagyobb a változás, mint a kopási állapot esetén.

F. Sz.

A BÉCSI BOKU EGYETEM KÖZLEKEDÉSI TANSZÉKE

A Közlekedési Tanszék a Bécsi Természeti Erőforrások és Alkalmazott Élettudományok Egyetem Táj- és Infrastruktúratervezési Karához tartozik. Az intézetben 19-en dolgoznak. Kutatási területük a városi és a városok közötti közlekedésfejlesztés és a területhasználat témaköre. Kutatásaik súlypontja a fenntartható mobilitás, ezen belül az alábbiak:

1. elérhetőség és megközelíthetőség: közlekedési „kínálat és kereslet” (=közlekedési úthálózat, valamint a mobilitás jövőbeli alakulása) változása minden közlekedési módnál (egyéni közlekedés gyalogosan, kerékpárral, személyautóval, közösségi közlekedés tömegközlekedési eszközökkel),
2. környezetvédelem és a közlekedés ökológiai jelentősége, valamint a közlekedésbiztonság, illetve a közlekedés negatív hatásai elleni megelőző intézkedések,
3. a közlekedés társadalmi és gazdasági hatásai, pl: a közlekedés finanszírozhatósága.

A tanszék az építőmérnöki és a tájtervezési szakon oktat kötelező és választható tárgyakat. A tananyag tartalmazza a közlekedési létesítmények (út és vasút) tervezését, építését, üzemeltetését és fenntartását, valamint az ezekhez kapcsolódó közlekedésmenedzsment a közlekedésfejlesztés kérdéseit. A tanszék által oktatott tárgyak nagyon szoros kapcsolatban állnak a természettel (talaj, víz, levegő, növények), a gazdasággal, az építőiparral, a szociológiával és a természettudományokkal. A tanszék feladatai közé tartozik a doktoranduszok közlekedési tudományokkal kapcsolatos képzése is.

A tanszék kutatási profiljába a következők tartoznak:

- közlekedéstudomány,
- közlekedéstervezés,
- szociológia,
- közlekedéspolitikához való viszonyulás és a tudatformálás,
- közlekedés a ritkán lakott vidéki területeken,
- közlekedésfejlesztési beruházások szociológia-gazdasági kihatásai,
- környezetvédelem a közlekedésben,
- közlekedéspolitika,
- közlekedési létesítmények tervezése,
- közlekedésbiztonság és helyi baleseti vizsgálatok,
- közlekedési telematika,
- közlekedési hálózatok tervezése,
- közlekedésépítés, kivitelezés.

A tanszék jelenleg az alábbi főbb projektekben vesz részt:

COST 358 www.walkeurope.com

ÉGALITÉPLUS www.bmvit.gv.at

TRANSECON www.boku.ac.at/verkehr/transecon.html

TRANSURBAN www.demekav.gr/transurban

FLIPPER www.interreg4cflipper.eu

GUARD forschung.boku.ac.at

KITE www.strata-gmbh.de

MACZE forschung.boku.ac.at

MOBIFIT www.bmvit.gv.at

PAMMOS forschung.boku.ac.at

PROVET forschung.boku.ac.at

REL-TELEWORK forschung.boku.ac.at

ROSANA www.bmvit.gv.at

INTEGRATION OF ROAD ENGINEERING IT-TECHNOLOGIES
www.ireiteu.com

A tanszék által jelenleg oktatott tárgyak

Kötelező tárgyak a BSc programban	
Közlekedéstervezés és közlekedéspolitika	2 kredit
Közlekedéstervezés és mobilitás	4 kredit
Közlekedési infrastruktúra és környezeti hatások	4 kredit
Diplomatervezés	12 kredit

Kötelezően választható tárgyak az MSc programban

Stratégiai tervezés, döntéstámogatás és mediáció	3 kredit
Út- és vasútéptetés	2,3 kredit
Út- és vasútervezés (gyakorlat)	2,3 kredit
Közlekedési koncepcióterv készítése	3 kredit
Forgalomszabályozás és közlekedésmenedzsment	3 kredit
Közlekedéstervezés (Traffic and transport planning)	3 kredit
Forgalom előrejelzés és forgalmi modellek	3 kredit
Közforgalmú közlekedés	3 kredit
Vasútéptetés I.	3 kredit
Útéptéti technológiák	3 kredit
Közútbiztonság	3 kredit
Úttervezés és környezetvédelem	3 kredit
Kutatásmódszertan	2 kredit

Szabadon választható tárgyak

Gyalogos és kerékpáros közlekedés	3 kredit
Közlekedésszociológia	3 kredit
Nemzetközi közlekedéstervezési gyakorlat	3 kredit
Közlekedéstervezés és úttervezés	2,5 kredit
Vasútéptetés II.	3 kredit
Közlekedéstervezés – válogatott fejezetek	2 kredit
Kisforgalmú külterületi utak	2,5 kredit
Útüzemeltetés és útfenntartás	2 kredit
Közlekedési telematika	2 kredit
Közlekedéstervezés és politika	1 kredit
Helyi balesetvizsgálatok és balesetrekonstrukció	1 kredit
Tanulásmódszertan	1 kredit
Időmenedzsment	1 kredit
Balesetmegelőzés az építőiparban	1 kredit
Gyakorlat doktorandusz hallgatóknak	2 kredit

A-1190 Wien, Peter Jordan Strasse 82

Tanszékvezető: Gerd Sammer, [gerd.sammer\(at\)boku.ac.at](mailto:gerd.sammer(at)boku.ac.at)

Tanszéki honlap: www.rali.boku.ac.at

KÖZÖSSÉGI KÖZLEKEDÉS – GYALOGOSKÖZLEKEDÉS LÉTESÍTMÉNYEI

ÚJ ÚTÜGYI MŰSZAKI ELŐÍRÁSOK

A közeljövőben két új útügyi műszaki előírás jelenik meg a Magyar Útügyi Társaságnál. Az előírások először szabályozzák a gyalogosközlekedés és a közösségi közlekedés létesítményeinek tervezését.

A két új előírás:

ÚT 2-1.211 A gyalogosközlekedés közforgalmi létesítményeinek tervezése

(A KTSZ kiegészítése)

ÚT 2-1.212 A közúti közösségi közlekedés (tömegközlekedés) pályáinak, utas- és járműforgalmi létesítményeinek tervezése (A KTSZ kiegészítése)

A gyalogosforgalmi létesítmények tervezését tárgyaló előírás a gyalogosok biztonságát és kényelmét helyezi előtérbe. Az előírás a következő fejezeteket tartalmazza:

1. Az alkalmazás feltételei
2. A gyalogosközlekedés létesítményei és fogalmai
3. A gyalogosközlekedés tervezési alapelvei
4. A tervezés és a méretezés forgalomtechnikai alapjai
5. A hosszirányú gyalogosközlekedés létesítményei
6. Gyalogoslétesítmények a kózutak keresztezésére
7. A gyalogosok biztonságát, védelmét szolgáló berendezések és intézkedések
8. A gyalogoslétesítmények építési kialakítása

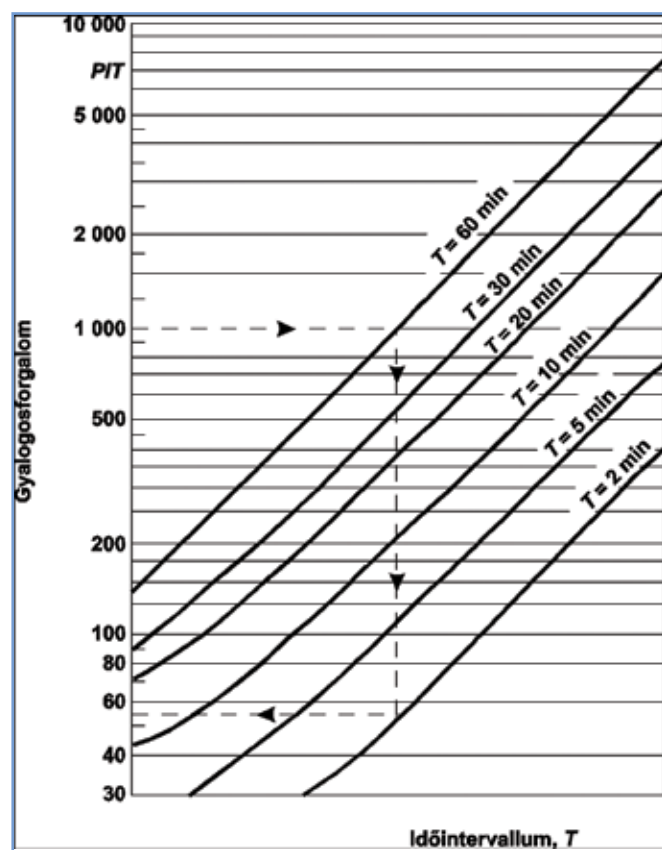
A másik előírás a közösségi közlekedés létesítményeinek tervezési paramétereit szabályozza. Az előírás célja, hogy az egyéni gépjármű-közlekedés aránya csökkenjen, és ezzel enyhüljenek a közúti forgalom káros környezeti hatásai. A mainál biztonságosabb és kényelmesebb, jobb minőségű tömegközlekedés megteremtése nagyon jó hatással lehet a településeken élők életminőségére.

Az előírás a következő fejezeteket tartalmazza:

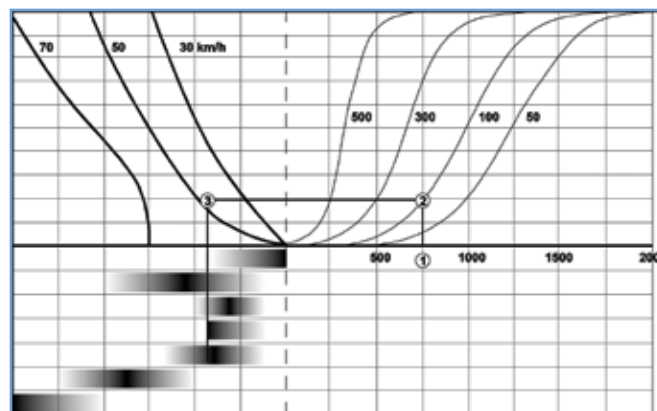
1. Az alkalmazás feltételei
2. Fogalommeghatározások
3. Községi közlekedési eszközválasztás
4. Az autóbusz közlekedés, pályája, megállóhelyei, állomásai és üzemi telepei
5. A trolibusz-közlekedés pályája, felsővezetéke és létesítményei
6. Helyi közforgalmú közúti vasút (villamosvonal) jellemzőinek meghatározása
7. Átszállóhelyek a közúti közösségi közlekedésben, és a közúti közösségi közlekedés kapcsolódási pontjai
8. A közúti közösségi közlekedés előnyben részesítése

Mindkét útügyi műszaki előírás összhangban van a jelenleg érvényes jogszabályokkal, a szabványokkal, valamint a többi érvényes útügyi műszaki előírással.

Magyar Útügyi Társaság
Publikációs bizottsága



1. ábra – Gyalogoslétesítmény tervezési forgalmának meghatározása hosszabb időtartamú számlálásokból



Az ábra használata:

- 1) Kiindulás a keresztmetszeti járműforgalom alapján (pl. 750 J/h)
- 2) Kimetszés a gyalogos forgalom alapján (pl. 100 gyalogos/h)
- 3) Kimetszés a megengedett sebesség alapján (pl. 50 km/h)
- 4) Gyalogoslétesítmény kiválasztása:
 - a) Kijelölt gyalogos-átkelőhely építési beavatkozással
 - b) Középső elválasztás
 - c) Építési beavatkozás elsőbbség nélkül
 - d) Kijelölt gyalogos-átkelőhely

2. ábra – Gyalogosátkelés kialakításának tervezése kétsávos úton, belterületen

700 Ft