

59. ÉVFOLYAM  
5. SZÁM

# KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉSI SZEMLE

2009. MÁJUS

FELELŐS KIADÓ:  
Kerékgyártó Attila mb. főigazgató

FELELŐS SZERKESZTŐ:  
Dr. Koren Csaba

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

CÍMLAPON  
ÉS A BORÍTÓ 2. OLDALÁN:  
A Magistrale nyomvonala

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, Lövőház 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

DR. HABIL. GÁSPÁR LÁSZLÓ – SZABACSI LUJZA

A hazai középtávú közúti kutatási stratégia infrastruktúrával kapcsolatos elemei

1

BOCZ PÉTER – DEVECSERI GABRIELLA – DR. FI ISTVÁN  
– DR. PETHÓ LÁSZLÓ

Pályaszerkezetek analitikus méretezése

8

DR. GULYÁS ANDRÁS

Az elmúlt évek dinamikus tengelyterhelés-mérési eredményeinek vizsgálata

23

TÁRCZY LÁSZLÓ – DR. BUZÁS KÁLMÁN

Az útpályaszerkezetek víztelenítése

27

DR. RIGÓ MIHÁLY

Az Alföldi autótűt

31

DR. HORVÁT FERENC – FISCHER SZABOLCS

Magistrale Európának

33

A Pozsonyi Szlovák Műszaki Egyetem Közlekedésepítési Tanszéke

38

# A HAZAI KÖZÉPTÁVÚ KÖZÚTI KUTATÁSI STRATÉGIA INFRASTRUKTÚRÁVAL KAPCSOLATOS ELEMEI

DR. HABIL. GÁSPÁR LÁSZLÓ<sup>1</sup> – SZABACSI LUJZA<sup>2</sup>

## 1. BEVEZETÉS

A közlekedés mindig döntő módon befolyásolta a gazdaság alakulását, és fokozottan igaz ez napjainkban, amikor az erőforrások hatékony felhasználása iránti igény is megnőtt. A gazdasági célok elérése a közlekedés – különösen pedig a közúti közlekedés – jó minősége, azaz a megfelelően kiépített, teljesítőképes és biztonságos közúti infrastruktúra nélkül elképzelhetetlen. A hatékony kutatás-fejlesztési tevékenység nagyon sokat segíthet a kiváló teljesítményű közúti közlekedési rendszer megteremtésében, figyelembe kell azonban venni az integrált közlekedési ágazat kutatási célkitűzéseinek érvényesülését is, mivel a közúti közlekedés ennek a komplex rendszernek részét képezi.

Minden fejlett üzleti kultúrájú ország arra törekszik, hogy közúti kutatásait és fejlesztési tevékenységét nemzetgazdasági célkitűzései szolgálatába állítsa, és ezek képesek legyenek kielégíteni a szakterület megalapozott igényeit. Ehhez érdemlegesen hozzásegít olyan közép- vagy hosszú távú (öt-tíz éves időszakra vonatkozó) közúti kutatási stratégia kifejlesztése, amely az előrebocsúlható jelentősebb kutatási irányokat koordináltan tartalmazza. A következőkben ilyen hazai középtávú stratégiáról, annak is a közúti infrastruktúrával foglalkozó elemeiről számolunk röviden be [1].

## 2. A KÖZÚTI KUTATÁSI STRATÉGIA SZÜKSÉGESSÉGE

A stratégia kidolgozását számos probléma indokolta. Az elmúlt két évtizedben fokozatosan csökkent hazánkban a közúti kutatási célra rendelkezésre álló állami pénzeszközök reálértéke, ugyanakkor időközben egyes magántulajdonban lévő cégek jelentős összegeket fordítanak kutatási célokra. A hazai kutatási tevékenység jelentős hányadát a szétaprózódottság, az időbeli szétszabdaltság (jellegüknel fogva hosszabb kutatási időigényű témák 6-12 hónaposokra „rövidítése”), az eredmények gyakorlatban történő megvalósításának, bevezetésének gyakori hiánya, a kísérleti munkák teljesítményének (viselkedésének) szükséges ideig történő nyomon követésének elmaradása, a kutatási szponzorálás gyakorlatának szinte teljes hiánya, a „párhuzamos” külföldi kutatási irányok és eredmények mérsékelt szintű ismerete és még mérsékeltbb figyelembevétele jellemzi. Szinte teljesen hiányoznak a több tudományágat átölelő, multi-diszciplináris kutatási megbízások, illetve témák. Emellett rendkívül ritka, hogy a kutatások eredményeit az önkormányzati úthálózaton is hasznosítanák.

Ez a néhány, a teljesség igénye nélkül felsorolt probléma és hiányosság indokolta, valamint a megrendelő Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ és Nemzeti Közlekedési Hatóság abbéli elhatározottsága, hogy ezen a helyzeten – legalább részlegesen

– változtatni kíván, hogy 2008 második felében, hazánkban első ízben a nyolcéves időszakra vonatkozó közúti kutatási stratégia elkészülhetett.

A stratégiának szerves részét képezi az az újszerű kutatásszervezési (pályázatási) rendszer, amelynek fő elemei a következők: az állami és a magán közúti kutatási források (részbeni) központosítása; a pályázatok szakértő kuratórium általi sorolása; a kutatási stratégia valamelyik célkitűzésének teljesülését közvetlenül elősegítő témajavaslatok előtérbe helyezése; a kutatási eredmények (jelentések) tárolását és interaktív hasznosítását szolgáló tudásközpont létrehozása.

## 3. A KUTATÁSI STRATÉGIA KIDOLGOZÁSÁNAK MENETE

A témaművelők az öt megbízói konzulenssel részletesen egyeztetett munkaterv szerint tevékenykedtek. Ennek megfelelően sor került a hazai üzleti kutatási kapacitás felmérésére, az ez irányú külföldi gyakorlat tanulmányozására, stratégiai tervek kidolgozására, illetve új kutatásszervezési rendszerre tett javaslatot.

A hazai kutatási kapacitás felméréséhez az információt kérdőíves adatfelvétel és személyes interjúk szolgáltatták, amelynek során a témaművelők 18 hazai kutatóegységet kerestek meg. Az adatfelvétel létszámadatakra, kutatási területekre és ezek témaköreire, valamint az elkövetkező egy-kétéves illetve öt-hat éves időtávra javasolt kutatási témákra tért ki.

A munka részét képezte egyes külföldi közúti kutatási trendek és stratégiák, víziók megismerése, és ezekből a hazai közúti kutatási stratégiában és a kutatási témák pályázatási rendszerében hasznosítható elemek kiválasztása. A hozzánk hasonló, illetve a nálunk nem sokkal fejlettebb államok hasonló stratégiai számos területen a mieinkkel rokon célkitűzéseket fogalmaznak meg. A nálunk fejlettebb üzleti kultúrájú országok korábbi „zsákutcáinak” ismerete pedig annak a stratégiai célnak az eléréséhez segít hozzá, hogy ezeket a buktatókat lehetőség szerint el tudjuk kerülni.

A tíz témakörben megfogalmazott középtávú kutatási stratégiai célok jelentős nemzetgazdasági előnyökkel kecsegtető olyan irányok, amelyek közül egynek-egynek az eléréséhez számos, összehangolt kutatási munka (projekt) sikeres művelése szükséges.

A tervezett kutatásfinanszírozási pályázati rendszer fő előnye abban rejlik, hogy a köztestületi és a magánszektor érdeklődésére egyaránt számot tartó tárgykörökben, a két fél által biztosított pénzeszközök összegeződése révén, részletesebb és mélyebb kutatási tevékenység válik lehetővé. A rendszer fontos részét képezi

<sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> Okl. közgazdász, tudományos munkatárs, KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft., Budapest, e-mail: szabacsi.lujza@kti.hu

a kutatói tudásközpont felállítása és a pályaművek elfogadásáról vagy elutasításáról döntő kuratórium.

A kutatási téma zárókollégiuma a szélesebb szakmai kör véleményének, javaslatainak a középtávú kutatási stratégiába történő beépítését lehetővé tette.

#### 4. KÜLFÖLDI STRATÉGIÁK ÉS VÍZIÓK

A külföldi közúti kutatási trendek és stratégiák, illetve víziók közül a FEHRL, az ERTRAC, az NR2C projekt hosszú távú stratégiáját, illetve vízióját, továbbá Ausztria, Svédország és Dánia közúti kutatási stratégiai terveit tekintettük át [2–9].

A svéd VTI kutatóintézet kedvezőtlennek tekinti, ha a közlekedési kutatást kizárólag a gazdaságpolitikai érdekek vezérik, mivel ez olyan fontos részterületek, mint a társadalmi vonatkozások vagy a hosszú távú alap kutatás háttérbe szorulásához vezet [5].

A dán stratégia megvalósításában nagy szerepet szánunk a tárgykörrel kapcsolatos új ismeretek létrehozásának és összegyűjtésének, valamint az új tudásanyag iránti igény feltárásának. A közúti szektoron belül számos nemzeti fórum alakult, de a nemzetközi kutatás-fejlesztési együttműködést is nagyon fontosnak tartják [6].

Az Osztrák Rövid és Középtávú Ütügyi Kutatási Koncepció [7] célja, hogy az EU Kutatási és Technológiafejlesztési Keretprogramhoz illeszkedő osztrák kutatási témákon keresztül megkönnyítsék az osztrák kutatók bekapcsolódását a részben EU-finanszírozású projektekhez, és könnyebben elérjék az EU-s bizottságok révén az uniós pénzalapokat, ugyanakkor a koncepció célkitűzései között – nemzeti és nemzetközi szempontokat egyaránt figyelembe véve – a következő kutatási célokat fogalmazták meg:

- A) A mobilitáshatékonyság alapjainak és keretfeltételeinek megteremtése
- B) Az emberi egészség és a környezet védelme
- C) Az infrastruktúra-fenntartás tervezésének optimalizálása
- D) Az útépitésre, az építési anyagokra és az építések kivitelezésére vonatkozó követelmények továbbfejlesztése.

A felsorolt kutatási célokhoz rendelhető súlypontok:

- A) A mobilitáshatékonyság alapjainak és keretfeltételeinek meghatározása
  - A1. A közlekedési rendszerek és közlekedési módok hatékony használata
  - A2. Az infrastrukturális beruházások és azok működésének gazdaságossága
  - A3. Az infrastruktúra-tervezésre vonatkozóan új követelmények megfogalmazása
- B) Az emberi egészség és a környezet védelme
  - B1. A közlekedésbiztonság javítása
  - B2. A környezetbarát mobilitás biztosítása
- C) Az infrastruktúra-fenntartás tervezésének optimalizálása
  - C1. A közúti infrastruktúra fenntartás-gazdálkodási rendszerének optimalizálása
  - C2. A közúti infrastruktúra jellemzőinek széleskörű és megalapozott ellenőrzése
  - C3. A közúti infrastruktúra állagmegóvó tevékenységének optimalizálása
  - C4. A közúti infrastruktúra fenntartásának optimalizálása

- D) Az útépitésre, az építési anyagokra és az építési munkák kivitelezésére vonatkozó követelmények továbbfejlesztése
  - D1. A közúti infrastruktúra működési (funkcionalitási) követelményei
  - D2. A közúti infrastruktúra hosszú távú teljesítményének javítása
  - D3. A minőségmenedzsment és a minőségbiztosítás javítása
  - D4. Innovatív építési termékek és építési technológiák.

Az említett célok közül a közlekedésepítést érintő kutatási súlypontok:

ad A) *A mobilitáshatékonyság alapjainak és keretfeltételeinek megteremtése*

Ezt a célt a közlekedés iránti kereslet jellemzi. A személyforgalom tekintetében a környezetbarát közlekedés (gyalogos-, kerékpáros-, tömegközlekedés) csökken, míg a személygépkocsival történő közlekedés részaránya nő úgy a teljesítményt, mint a %-os részesedést illetően. Ugyanakkor pedig, a tömegközlekedés veszt versenyképességéből az egyéni személyközlekedéssel szemben. Ez a tény pedig negatív szerkezeti következményekhez vezet, és hozzájárul a túlfejlesztés további növeléséhez. Ráadásul az áruforgalomra vonatkozó becslések még a személyközlekedést is meghaladó növekedést prognosztizálnak.

A közlekedés iránti kereslet növekedése – főként az agglomerációk és a gyorsforgalmi közlekedési hálózat esetében – súlyos közlekedési problémákhoz vezet. Ugyanakkor pedig, az infrastruktúra kiépítési lehetőségének egyrészt a költségvetési korlátok, másrészt pedig a helyi lakosok ellenállása határt szabnak. A jövőbeni közlekedési teljesítményekre vonatkozó előrejelzések sok bizonytalanságot rejtenek magukban, kivált a személygépkocsik esetében, többek között a minden valószínűség szerint növekvő üzemanyagárak miatt. Társadalompolitikai probléma viszont az is, ha azokat az embereket, akik nem rendelkeznek személygépkocsival, hátrány éri. Éppen ezért törekedni kell a közlekedés egyes elemeinek kiegyensúlyozására, a forgalmi folyamat irányíthatóságára, valamint a hatékony projekttervezésre.

Egyedül az útügyi kutatások keretein belül nehéz a forgalomnövekedést kezelni, és ezzel együtt a mobilitás hatékonyságát javítani. A kapcsolódó rendszerek – a közlekedési infrastruktúra teljesítőképeségén túlmenően – hatást gyakorolnak olyan más rendszerekre is, mint a helyi gazdasági versenyképesség, vagy pedig a tőke önállósága a piacgazdasági rendszerben. Ezeket a közlekedési rendszereket befolyásoló összetett tényezőket a hagyományos útügyi kutatás gyakran teljesen figyelmen kívül hagyja.

ad C) *Az infrastruktúra-fenntartás tervezésének optimalizálása*

A közúti infrastruktúra (pályaszerkezet, hidak, alagutak) fenntartásának tervezése a növekvő forgalomterhelés miatti többletterhelésből, és az ezen hatásoknak kitett szerkezeti elemek fokozott öregedéséből adódóan a következő években nagy változás előtt áll. A jövőbeli kihívásoknak akkor lehet megfelelni, ha már most kifejlesztjük a megfelelő eszközöket, technológiákat, eljárásokat, és optimalizált fenntartási tervet. Ezért van arra szükség, hogy a kutatási tevékenység a közúti infrastruktúra jövőbeni fenntartása számára a következő súlyponti feladatokkal megoldásokat szolgáltasson:

ad D) *Az útépitésre, az építési anyagokra és kivitelezésre vonatkozó követelmények továbbfejlesztése*

A gyors műszaki fejlődés következtében jelentősen megnövekedtek a közúti infrastruktúrával szemben támasztott követelmények. Ez egy sor probléma megjelenésével járt, melyeket úgy kell

megoldani, hogy az üzemeltetők és az úthasználók szempontjai egyaránt érvényesüljenek, emellett környezeti szempontokra is tekintettel legyenek. Az egyének és a társadalom környezet-tudatossága igyekszik ebbe az irányba terelni a kutatást. Ebből az igényből kiindulva, az utat egységes infrastruktúra-objektumnak kell tekinteni, és nem az egyes részterületek számára optimális megoldást keresik, hanem az egész közúti infrastruktúra számára – funkcionalitás szerint – határfeltételeket (biztonságos, környezetkímélő, hosszú élettartamú, erőforrás-kímélő) állapítanak meg. Ahhoz, hogy a felsorolt elvárásokat ki lehessen elégíteni, az alkalmazott anyagok és a szerkezetek tekintetében innovatív megoldásokra van szükség.

## 5. A KÖZÉPTÁVÚ KÖZÚTI KUTATÁSI STRATÉGIAI TERV FELÉPÍTÉSE

A 2009. és 2016. közötti időszakra vonatkozó, hazai közúti kutatási stratégiai terv azokat a lényeges szakmai célkitűzéseket tartalmazza, amelyeknek elérésére, nemzetgazdasági okok miatt, egymásra épülő, koordinált kutatási programok és projektek megvalósításával törekedni kell (célszerű). A tervben rögzítettek, a 2008 második félévében regisztrált hazai helyzeten és szakmai törekvéseken, valamint a mértékadó, hasonló céllal készített külföldi stratégiák adaptálható elemein alapulnak. A következő években szükség lehet annak pontosítására, továbbfejlesztésére, hogy az időközben felmerülő, újabb fontos stratégiai célokat is tartalmazza. Azt tervezik, hogy az állami és a magán kutatási források koncentrálásával, pályázati úton választják ki azokat a finanszírozandó kutatási projekteket, amelyek eredményes művelésükkel és gyakorlati bevezetésük előkészítésével (demonstrációjával) a stratégiai tervben foglalt célkitűzések valamelyikének megvalósítását érdemlegesen elősegítik.

A kutatási stratégia az útügy következő területei szerinti bontásban mutatja be a jelenlegi hazai helyzetet és a jövőbeni kutatási munkák sikeres megvalósítása révén elérendő fő célokat:

- útgazdálkodási rendszerek
- közlekedésbiztonság
- mobilitás (forgalomtechnika, áru- és személyszállítás)
- intelligens közlekedési rendszerek
- útéptés és -fenntartás
- hidéptés és -fenntartás
- útügyi igazgatás
- szerződés-kötési stratégiák
- közlekedési környezetvédelem
- egyéb útügyi területek

A következőkben a felsoroltak közül azokat a stratégiai elemeket mutatjuk be, amelyek a közlekedési infrastruktúrával függnek össze. A stratégia közlekedési témájú elemei másik publikáció tárgyát képezik [10].

## 6. ÚTGAZDÁLKODÁSI RENDSZEREK

A közúti közlekedés nemzetgazdasági jelentőségének növekedésével, valamint a civil szervezetek véleménynyilvánításának (kontrolljának?) gyakoribbá válásával, a következő öt-nyolc évben a döntéshozókra az eddigieknél is nagyobb nyomás nehezedik, főleg két területen:

- a döntések (variánsok közül történő választásaik) megalapozásában, annak megindokolásában, hogy a többi szóba jövő változatot összehasonlítva kevesebb (főleg műszaki-gazdasági) előnyrel járt volna,
- annak kimutatása, hogy a hozott döntések rövidebb és hosszabb távú társadalmi (kiemelten a környezeti) hatásai nem hátrányosak, de legalább is elviselhetők.

A közúti szakterület döntéshozóit tehát egyre inkább érinti az elszámoltathóság és akár a felelősségvállalás „réme” is, ezért a különböző, tudományosan megalapozott gazdálkodási rendszerekre az eddigieknél is hangsúlyozottabban támaszkodnak, illetve azok kifejlesztését – továbbfejlesztését – rendelkezésükre álló eszközökkel elősegítik. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a – főleg nagyobb horderejű – döntéseket olyan témában kell hozni, amelyet rendkívül sok – gyakran egymással kölcsönhatásban levő – tényező befolyásol. Így bonyolult számítógépes rendszerek lehetnek csak alkalmasak arra, hogy ezt a sok tényezőt jelenbeli és előrebecsült jövőbeli értékük alakulásával megfelelőképpen figyelembe vegyék. Egyértelmű tehát, hogy a döntéstámogató rendszerek a döntéshozók hatékony eszközei lehetnek.

Hazánkban, a legtöbb országhoz hasonlóan, először az útburkolat-gazdálkodási rendszerek (PMS)-ek területén értünk el eredményeket. Az 1990-es évek elejére elkészült az első hálózati szintű rendszer, az MPMS, amelyet aztán, az évtized közepére, a finn HIPS rendszerrel kombinálva, a Markov-féle átmeneti valószínűségi függvényeket hasznosító HUPMS-modellbe fejlesztettek tovább. Emellett az 1990-es évek folyamán a Világbank által kidolgozott HDM-III. elnevezésű, burkolatgazdálkodást támogató rendszer hazai adaptálására is sor került. Az elmúlt öt évben pedig az Útügyi Világszervezet megbízásából kifejlesztett HDM-4 modell hazai adaptálása folyik. Ez utóbbit hálózati és projekt szinten is sikeresen alkalmazták már.

A közeli évek célszerű hazai kutatási irányai között, a HDM-4 modell adaptációjának folytatása mellett, szükség van a gazdálkodási rendszerek alapadatainak, kiinduló információinak pontosítására is.

Az 1990-as évek második felében kezdődött, és azóta nagyrészt befejeződött a világ egyik leginkább „tudományos hátterű” híd-gazdálkodási rendszerének, az amerikai PONTIS-nak hazai adaptálása. Ezen a meglehetősen bonyolult sokirányú tevékenységen túl a modell bizonyos mértékű továbbfejlesztésére is sor került. Az adaptáció azonban, bizonyos mértékig, folyamatos tevékenység, hiszen a továbblépés feltételét a rendszer gyakorlati alkalmazása során szerzett tapasztalatok szolgáltatják.

A közúti szektoron belül történő forráselosztás annál inkább közeledhet az optimálshoz, minél magasabb szintű optimalizációra nyílik lehetőség. Ez utóbbi valószínűleg meg olyan kombinált gazdálkodási rendszer alkalmazásával, amely – például – a PMS-t és a BMS-t útgazdálkodási rendszerbe integrálja. Célszerű a következő években hazánkban ebbe az irányba is elmozdulni, olyan kutatásokat végezni, amelyek a kombinált gazdálkodási rendszer kifejlesztését előkészítik.

A közúti vagyongazdálkodás – mint az úthálózatban megtestesült hatalmas értékű vagyón megőrzésére és a használói igények minél teljesebb körű kielégítésére szolgáló koordinált tevékenységek összessége – a korábban említett gazdálkodási rendszereket, mint műszaki döntéstámogató elemeket hasznosítja. Az egyik legidősebb feladat a közúti vagyongazdálkodás hazai konvertálásának kutatási munkával történő előkészítése. Ehhez kapcsolódik a közúti intézményrendszer (beleértve az útügyi adminisztrációt) továbbfejlesztésének igénye, a nemzetgazdasági szinten még inkább hatékony működés érdekében.

Bár nem csupán az útgazdálkodási rendszerek hasznosítják az útdatbankban tárolt információkat, az előbbieket megfelelő működésének egyik leglényegesebb előfeltételét képezik. Nagy szükség van tehát minden olyan kutatás-fejlesztési tevékenységre, amely az útdatbanki információk pontosságának, megbízhatóságának növelését tűzi ki célul.

Mindezek alapján az „Útgazdálkodási rendszerek” tárgykörben a következő öt-nyolc évre a következő kutatási irányok javasolhatók:

- a HDM-4 modell hazai adaptációjának folytatása,
- az útburkolat-gazdálkodási rendszerek bemenő információinak megbízhatóbbá tétele (pl. útdatbanki fejlesztés, beavatkozások utókalkulációjának a korszerűsítése, externáliák internalizálása, közlekedési költségek stb.),
- a speciális (pl. gyorsforgalmi vagy önkormányzati úthálózatra vonatkozó) útburkolat-gazdálkodási rendszerek kifejlesztése, illetve továbbfejlesztése,
- a hazai hídgazdálkodási rendszer továbbfejlesztése,
- kombinált (integrált) útgazdálkodási rendszer kifejlesztése érdekében végzett kutatás,
- a hazai közúti vagyongazdálkodás előkészítése,
- a gazdálkodási rendszerek felhasználóinak interaktív bekapcsolása a jövőbeni fejlesztések előkészítésébe.

## 7. ÚTÉPÍTÉS ÉS -FENNTARTÁS

A közúti infrastruktúra létesítésével és állagmegőrzésével kapcsolatos minden tevékenység nagy nemzetgazdasági jelentősége nyilvánvaló. A fokozatosan növekvő forgalmi terhelés, az úthasználók (illetve a társadalom) utakkal szemben támasztott követelményeinek fokozódása, illetve a globális éghajlatváltozásból származó fokozott környezeti kockázatok a közúti szakembereket egyre komolyabb olyan kihívások elé állítják, amelyeknek csupán koordinált és magas szintű kutatás-fejlesztési tevékenység eredményeire támaszkodva lehet megfelelni.

A sikeres közúti vagyongazdálkodás keretében nyílik lehetőség az ebben az infrastruktúra-elemben megtestesült vagyon értékmegőrzésére (lehetőség szerinti gyarapítására), illetve az arról történő gondoskodásra, hogy a szóban forgó úthálózat a használók részéről felmerült igényeket tartósan, minél magasabb szinten ki tudja elégíteni.

A közúthálózat mennyiségi és minőségi paramétereinek, valamint a járműforgalom jellemzőinek folyamatos és nagy megbízhatóságú felvétele elengedhetetlen. Ennek eredményei pedig az úthálózat-fejlesztési tervek, illetve az útfelújítási programok fontos alapinformációját szolgáltatják.

Az útépitési és -fenntartási alapanyagok minőségét koordináltan és folyamatosan szükséges ellenőrizni, a projektek egész élettartamuk alatt jelentkező költségeinek csökkentése érdekében.

Mind az új pályaszerkezetek, mint pedig az erősítések tervezésére tudományos alapokon nyugvó módszerekre van szükség; ezeket pedig a korábban épült szakaszok rendszeres állapotvizsgálatából származó információk segítségével egyre megbízhatóbbá teszik.

Adott projekthez az alkalmazandó pályaszerkezet-típust számos tényező (forgalom, környezeti paraméterek, alapanyagok rendelkezésre állása, a környezetben levő úthálózat jellemzői, jövőbeni fejlesztési tervek stb.) körültekintő figyelembevételével kell kiválasztani. Ebben a tekintetben az egész élettartam alatti költségek számítása is fontos szerephez jut. Az ilyen célú rendszer kialakítása még kiterjedt kutatást igényel.

Hazánkban az elmúlt években a betonburkolat újra a pályaszerkezeti választék részévé vált. Ezért aztán az aszfalt- és a betonburkolatok műszaki, gazdasági, környezeti, társadalmi stb. jellemzőinek hosszú távú összehasonlítása a közeljövő kiemelten fontos feladatai közé tartozik.

A hosszú élettartamú útburkolatok tervezési, építési, fenntartási, gazdaságossági stb. kérdéseinek vizsgálatára világszerte egyre nagyobb figyelem irányul. Azokat a megoldásokat részesítik előnyben, amelyeknél csak a kopóréteg időszakonkénti cseréjére van szükség, a pályaszerkezet többi rétege nagyon hosszú (akár „végtelen”) élettartamú lehet.

További kutatási irány olyan útfenntartási-felújítási technológiáknak a kifejlesztése, amelyek – egyebek mellett, hosszú ciklusidejükből adódóan – viszonylag csekély úthasználói zavarással (többletköltséggel) járnak.

A váratlanul gyors burkolatromlások okainak feltárása, illetve az átlagosnál lényegesen hosszabb ciklusidejűnek bizonyuló útburkolatok sokirányú vizsgálatának eredményei szintén az útépités gazdaságosságát növelhetik.

A hatékony minőségbiztosítási rendszer a hosszú távon gazdaságos útépités és -fenntartás egyik záloga.

Mindezek alapján az „Útépités és -fenntartás” tárgykörben a következő öt-nyolc évre az alábbi kutatási irányok javasolhatók:

- az útépitési és -fenntartási alapanyagok rendszeres minőségvizsgálata,
- az új pályaszerkezetek és a pályaszerkezet-erősítések tervezésére szolgáló módszerek továbbfejlesztése, validálása,
- a hosszú élettartamú burkolatokkal kapcsolatos vizsgálatok, az ezekkel összefüggő szabályozási és validálási tevékenység,
- költség- és energiatakarékos pályaszerkezetek építése, az anyag-újrahasznosítási arány növelésével,
- betonburkolatok építési, felújítási és fenntartási technológiáinak továbbfejlesztése,
- a hazai közúti minőségbiztosítási rendszer továbbfejlesztése,
- a „Nemzeti Útfelújítási Program” időszakonkénti aktualizálása,
- az útfenntartás-felújítás tervezéséhez olyan optimális rendszer kialakítása, amely az úthasználók minimális mértékű zavarására figyelemmel van,
- az útépitési és -fenntartási munkák környezetkárosító hatásának csökkentése.

## 8. HÍDÉPÍTÉS ÉS -FENNTARTÁS

A hidak a közúti infrastruktúrának mindig is nagy fontosságú elemei voltak, újabban azonban jelentőségük még inkább növekedett, amióta a rövid építési idő, a hosszú üzemi élettartam, az alacsony fenntartási költségek, az újrahasznosíthatóság – és általában – a környezeti hatások a korábbiaknál is nagyobb szerepet kaptak. Az egész élettartam alatti költségek minimalizálásának szándékával új hídépítési technológiák és anyagok (pl. nagyszilárdságú, nagy teljesítőképességű vagy szálerősítéses betonok) terjednek el, amelyek rövid kivitelezési idejűek, valamint minimalizálják az energiafelhasználást és a környezetre való káros befolyást, ugyanakkor a használók csekély mértékű zavarásával járnak.

A hidak Eurocode szerinti erőtani tervezésére hazánkban is fel kell készülni.

A hídépítési anyagok megfelelőségének megítélése egyre nagyobb mértékben dinamikus vizsgálatok eredményei alapján történik.

Mind több ismeretet szereznek a szerkezetek romlását kiváló tényezőkről, és ezzel azok hatásának lehetőség szerinti csökkentésére is mód nyílik.

A hidak teljesítményének nyomon követése azok egész élettartam alatti költségeinek számításához is megbízható inputokat szolgáltat.

Az amerikai PONTIS hídgyógyászati rendszer hazai körülményekre történő adaptálása gyakorlatilag megtörtént, sőt bizonyos mértékű továbbfejlesztésére is sor került. Koordinált adatgyűjtésre van azonban még szükség a rendszerlemek pontosításához, megbízhatóságának növeléséhez. A szerkezetek rendszeresen és egységes elvek alapján történő vizsgálata a fenntartás-felújítás megtervezéséhez alapul szolgál. Erre a célra bevált és az országos közúthálózat hídjain általánosan alkalmazásra kerül a PONTIS hídvizsgálati rendszere.

A betonburkolatoknak a hazai útpályaszerkezeti választékba történő visszakerülése felveti a betonburkolat nagy fesztávú hidakon történő átvezetésének kérdését.

A Nemzeti Útfelújítási Program készítésének hídügyi eleme rámutatott annak a szükségességére, hogy hídügyi stratégiákhoz tudományos alapokon nyugvó egységes módszertant alakítsanak ki.

A hídállomány bruttó és nettó értékének időszakonkénti felmérésére, illetve az egyes létesítmények számviteli célú értékcsökkenésének nyilvántartására fokozatosan pontosodó eljárásokra van szükség.

Az országos közúthálózat hídjaival kapcsolatosan, a kutatási stratégia megvalósítása során kapott eredményeket, lehetőség szerint, a helyi (önkormányzati) kezelési közúthálózat hídjaira is célszerű átvinni.

Mindezek alapján a „Hídépítés és -fenntartás” tárgykörében a következő öt-nyolc évre hazánkban a alábbi kutatási irányok javasolhatók:

- a hídtervezési eljárások továbbfejlesztése, az Eurocode figyelembevételével,
- a korszerű hídépítési és/vagy -fenntartási anyagok technológiai fejlesztése,
- egyes hídvizsgálati módszerek és az azok során alkalmazott vizsgálóberendezések fejlesztése, illetve validálása,
- a hídérték-számítási eljárás továbbfejlesztése,
- a különböző hídelemek és -szerkezetek leromlási jellemzőinek feltárása,
- a hazai hídgyógyászati rendszer továbbfejlesztése,
- a hidakkal összefüggő hatékonysági vizsgálatok módszertanának fejlesztése.

## 9. ÜTÜGYI IGAZGATÁS

A jelenlegi utügyi igazgatást számos törvény és más előírás szabályozza [11].

Az Országos Közutak Kezelői Szabályzata fenntartási, üzemeltetési, forgalomszabályozási és nyilvántartási kötelezettségeket rögzít. A kezelő útjait megfelelő szolgáltatási osztályba sorolja, majd feladatait ennek megfelelően végzi.

A Nemzeti Közlekedési Hatóság a közúti, a vasúti közlekedéssel, a hajózással, valamint a légi közlekedéssel kapcsolatos hatósági feladatokat látja el. Engedélyezi az országos közutak, a helyi közutak és a közforgalom elől el nem zárt magánutak építését, korszerűsítését és elbontását, építési hatósági ellenőrzési és építés-felügyeleti tevékenységet lát el, továbbá közlekedési hatóságként dönt a közutak, illetve a közútkezelő álláspontját érintő vitás utügyi igazgatási kérdésekben. Szolgáltatói (árufuvarozói, autóbusszos, közösségi, személytaxi és személygépkocsis)

engedélyeket ad ki. Veszélyes áruk közúton történő szállítását, meghatározott feltételek mellett, engedélyezi. Ellenőrzi a közúti közlekedési szolgáltatásokat (személyszállítókat, árufuvarozókat, autómotókat). Külföldről egyedi járműbehozatalt engedélyez. Járművek időszakos műszaki felülvizsgálatával kapcsolatos feladatokat hajt végre. A gépjárművek környezetvédelmi felülvizsgálatának rendszerét kidolgozza, és ezzel kapcsolatos ellenőrzéseket hajt végre. A közúti járművezetők képzését és vizsgáztatását szervezi, illetve végzi.

A jelenlegi közúti intézményrendszer folyamatos továbbfejlesztésre szorul. A jogalkotásról szóló 1987. évi XI. törvény szerint [12] a jogszabályokat a tudomány eredményeire támaszkodva kell előkészíteni. Az utügyi szakterület zökkenőmentes működéséhez megfelelő szakmai utasításrendszerre van szükség. Az ezzel kapcsolatos előírásokat a nemzeti szabványosításról szóló 1995. évi XXVIII. törvény [13] és a 42/1994 (III.25) Kormányrendelet [14] tartalmazza. A 2000. évi CXXVII. törvény [15] pedig többek között az anyagok, a szerkezetek és a berendezések műszaki követelményeit (megfelelőségigazolás, forgalomba hozatal szabályozása, új technológiák engedélyezése) írja elő.

Az európai uniós jogharmonizáció (EN szabványok hazai harmonizálása) mellett utügyi műszaki szabályozás (műszaki szabályzat, hídszabályzat, közutak tervezése, utügyi műszaki előírás, építőipari műszaki engedély) is készül. Az építési termékek CE-jelölést meghatározott követelmények teljesítése esetén kaphatnak.

Mindezek alapján az „Utügyi igazgatás” tárgykörében a következő öt-nyolc évre az alábbi kutatási irányok javasolhatók:

- a közúti hierarchia és kezelői rendszer továbbfejlesztése,
- az optimális utügyi igazgatási intézményrendszer kialakítása (a regionalitás és a helyi önkormányzati utügyi társulások figyelembevételével),
- az Országos Közutak Kezelői Szabályzatának továbbfejlesztése,
- a hatósági engedélyek rendszerének javítása,
- a veszélyes áruk szállításával kapcsolatos szabályozások,
- a járművek időszakos műszaki felülvizsgálati rendszerének továbbfejlesztése,
- gépjárművek környezetvédelmi felülvizsgálatára vonatkozó újabb szabályozásra javaslatétel,
- a közúti gépjárművezetők képzési és vizsgáztatási rendszerének továbbfejlesztése,
- az Európai Unió és a hazai tárgyban jogalkotási programok összehangolása,
- az utügyi szakterület EN-szabványainak harmonizációja,
- utügyi műszaki előírások előkészítésére szolgáló kutatás-fejlesztés,
- építőipari műszaki engedélyekkel összefüggő kutatás-fejlesztés.

## 10. SZERZŐDÉSKÖTÉSI STRATÉGIÁK

Világszerte, így nálunk is sürgető igényként merül fel az állami szektornak a korábbiaknál hatékonyabb működése. Ennek egyenes következménye, hogy a közúti szektor projektjeinek mind gyakrabban, pályázatok során, áversenyben kell megfelelniük. Sok országban fellelhető politikai szándék, hogy az állami tulajdonú szervezetek tevékenysége piaci versenyhelyzetbe kerüljön, valamint, hogy – a különböző állami pénzforrások (így a közlekedési pénzeszközök) tekintetében – az állami és a magánszektor között feladatmegosztási egyensúlyt alakítsanak ki. Nem titkolt cél az sem, hogy a megbízó által képviselt nemzetgazdaság a szóban forgó, megpályázott tevékenység révén előnyökhöz jusson.

Magyarországon is arra lehet számítani, hogy mind az építési, mind pedig a fenntartási-felújítási szerződések egyre bonyolultabbak lesznek. Különösen a teljesítmény elvű szerződések és a PPP (köztestületi–magán együttműködés) alapon kötött megállapodások jövőbeni széles körű elterjedésére lehet számítani. (Ezek a szerződések, jellegüknél fogva, a közúti szektorban korábban kötött, „hagyományos” szerződéseknel jóval komplexebbek).

Az új szerződéskötési modelleket akkor lehet valóban hatékonyan alkalmazni, ha a projekt megrendelésével összefüggő feltételeket továbbfejlesztik. Az egyik ilyen alapvető feladat az állami és a magán partner közötti kockázatoknak pénzügyileg megtervezett megosztása. A forrásokat biztosító és a projekt megvalósulását felügyelő állami szervezet munkába bevont képviselőinek általános szakmai ismeretekkel kell rendelkezniük, emellett kommunikációs, jogi, pénzügyi, számlakezelési és koordinátori képességeik is elengedhetetlenek.

Komoly kihívás azoknak a leghatékonyabb szervezeti formáknak a megtalálása, amelyek a kockázatok minimalizálására, illetve a társadalom számára a legalacsonyabb élettartamköltségek biztosítására alkalmasak.

Arra is feltétlenül szükség van, hogy az ilyen PPP-alapú szerződések műszaki hátterét képező teljesítményi alapú szabályozások rendelkezésre álljanak, akár EN-szabványok honosítása révén is.

Speciális minőségbiztosítási rendszer működtetésével elérhető, hogy a vállalkozó megnövekedett „jogai” és az esetlegesen felmerülő nemzetgazdasági károk között megfelelő egyensúly álljon elő.

A hosszú távra (pl. húsz évre) szerződő feleknek előzetesen meg kell állapodniuk a „döntnök” személyében és pontosan körülhatárolt szerepében, valamint az abban az esetben követendő teendőkről, ha a vállalkozó magáncég időközben fizetéképtelen lesz vagy pedig más nyomós ok miatt kötelezettségeit nem képes maradéktalanul teljesíteni.

Az útfenntartás és -üzemeltetés – elsősorban magáncégek általi – teljesítmény alapú szerződéseken alapuló végeztetése számos országban műszakilag és pénzügyileg is nemzetgazdasági szintű előnyöket hozott. Hazánkban is felmerült ennek mintaprojektek révén történő kipróbálása, hogy az esetleges szélesebb körű alkalmazás tekintetében döntést lehessen hozni.

A hazai közbeszerzési gyakorlat továbbfejlesztést igényel annak érdekében, hogy a komplex nemzetgazdasági érdeket valóban szolgálja tudja.

Mindezek alapján a „Szerződéskötési stratégiák” tárgykörben a következő öt-nyolc évre hazánkban az alábbi kutatási irányok javasolhatók:

- a korszerű szerződéses konstrukciók esetén az egyes partnerek számára hatékony működési modellek kialakítása,
- teljesítmény alapú utügyi-hidügyi szabályozások kialakítása, ill. adaptálása,
- a különböző típusú utügyi projektekre a legmegfelelőbb szerződéstípus, szervezet és finanszírozási forma kiválasztása,
- az utügyi közbeszerzési gyakorlat felülvizsgálata és továbbfejlesztése,
- a szerződő állami és magáncég közötti kockázat optimális megosztása,
- a korszerű (komplex) szerződésekben a költségek és a pénzügyi kockázat kezelési és minimalizálási módjaira javaslat készítése,
- a hosszú távú szerződésekben az időközben bekövetkező (előre nem látható) változások kezelésére módszer kialakítása,

- olyan piaci stratégiákra javaslat készítése, hogy a piacon – nemzetgazdasági előnyöket biztosító – lehető legélesebb verseny alakuljon ki.

## 11. AZ ÜTÜGYI KUTATÁSI STRATÉGIAI TERÜLETEK INFRASTRUKTÚRÁVAL KAPCSOLATOS EGYÉB ELEMEI

A korábban röviden bemutatott témakörökön kívül, léteznek még olyan, viszonylag szűk, de a közeljövő kutatási igényei szempontjából mégis jelentősnek ígérkező területek, amelyek nincsenek egymással olyan mértékű kapcsolatban, hogy azokat valamilyen „homogén” tárgykörbe lehessen sorolni. A következő ilyen részterületek említhetők:

- a mintegy 120 ezer km-nyi összes hosszúságú hazai, helyi (önkormányzati) úthálózat (beleértve a hídállományt is) kezelése
  - az országos közúthálózatával összehasonlítva – általában rendkívül alacsony szinten történik, amelynek következménye a rossz burkolatállapot, a túlságosan rövid útélettartam stb., a tárgykörben felmerülő problémák megoldásához érdemlegesen segíthet hozzá a sikeres kutatás-fejlesztési tevékenység;
- a jelenleg és a közeljövőben épülő hazai közúti alagutak nálunk eddig nem vizsgált tervezési, építési, fenntartási és gazdálkodási kérdéseket vet fel, indokolt ezek hosszú távon hatékony megválaszolására időben felkészülni;
- a globális éghajlatváltozás az egész utügyi szektorra már eddig is kimutatható hatást gyakorolt; a Kárpát-medencére vonatkozó klímamodellek is a szélsőséges időjárási események intenzitásának fokozódását és előfordulási gyakoriságának a növekedését vetítik előre; ezért aztán rendkívül nagy gyakorlati jelentőséggel bír(hat)nak a „mitigáció”, de főleg a közúti „adaptáció” tárgykörében végzett sikeres kutatások;
- a hazai utügyi kutatóknak a nemzetközi kutatási „arénába” történő bekapcsolódása fontos nemzetgazdasági érdek; célszerű olyan hazai szervezetet, fórumot létesíteni, amely kapcsolatokkal, tanácsokkal, anyagi eszközökkel stb. elősegíti (főleg fiatal) kutatók külföldi folyóiratokban történő publikálását, külföldi szakmai konferenciákon – esetenként gyakorlati szakemberekkel közösen – való aktív részvételét és/vagy nemzetközi kutatási konzorciumokhoz történő csatlakozását, ennek a fórumnak a megalakítását pedig kutatás-fejlesztési tevékenységnek kell elősegítenie.

Az említett szűkebb témakörökön kívül ebbe a kategóriába tartoznak azok a kutatási irányok, amelyek több témacsoportot (pl. közlekedésbiztonság + mobilitás + szerződéskötési stratégiák) foglalnak magukban annak megnyilvánulásaként, hogy az utügyi szakterület felosztása csak mesterséges lehet, az egyes területek között szerves a kapcsolat, azok jelentős mértékben egymásra hatnak.

Mindezek alapján az „Egyéb utügyi területek” tárgykörbe a következő öt-nyolc évre az alábbi kutatási irányok javasolhatók:

- a hatékony integrált közlekedési rendszer kialakítását elősegítő tevékenységek,
- a helyi önkormányzati közúthálózat jelenleginél érdemlegesen gazdaságosabb és hatékonyabb kezelését elősegítő, megalapozó-fejlesztő tevékenységek,
- a közúti alagutak létesítésével és kezelésével kapcsolatosan felmerülő fejlesztési feladatok megoldása,
- a globális éghajlatváltozás utügyi szektorra gyakorolt hatásainak és az adandó válaszoknak a felmérése,
- a több közúti szakterületet érintő, átfogó jellegű kutatás,
- a hazai kutatók nemzetközi „vérkeringésbe” történő bekapcsolódását elősegítő szervezet (fórum) létrehozása és hatékony működtetése.



## 12. NÉHÁNY ÖSSZEFOGLALÓ MEGJEGYZÉS

A hazai szakemberek széles körének bevonásával és számos hasonló célú külföldi stratégia, illetve vízió hasznosításával a KTI kutatói összeállították az első hazai középtávú közúti kutatási stratégiát. Az abban foglalt, hosszú távú nemzetgazdasági jelentőségű kutatási irányokhoz célszerű a közeljövő kutatási tevékenységének kapcsolódnia. A részben magántőkét hasznosító Kutatási Alap szakértői kuratórium döntése alapján lehetőséget nyújt a stratégiához kapcsolódó kutatási témák finanszírozására. A kialakítás alatt lévő rendszer fontos eleme a Tudásközpont.

A középtávú stratégiával kapcsolatos pályázati rendszert, néhány jogi feltétel teljesülése után, a közeljövőben tervezik indítani.

### IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Középtávú ütiügyi kutatási stratégia kidolgozása és az országosan rendelkezésre álló kutatói kapacitás felmérése I. Középtávú ütiügyi kutatási stratégia. A KTI Nonprofit Kft. 245-002-1-8 számú témajelentése. Budapest, 2008. Témafelelősök: Dr. Gáspár László és Szabacsi Lujza
- [2] Vision 2040. Deliverable of WPO Work package of NR2C project. Brussels, October, 2005.
- [3] Vision 2020 and challenges. ERTRAC, Brussels, June 2004.
- [4] Vision: Road Transport in Europe 2025. FEHRL, Brussels, April 2005.
- [5] VTI's strategy. Competence Co-operation Independence. 2005. 19 p.
- [6] Road research-development-demonstration strategy for 2006–2020. Danish Road Directorate, Copenhagen, 2006.

- [7] Österreichisches Strassenforschungskonzept 2007. Forschungsziele und Forschungsschwerpunkte. 2007. 27 p.
- [8] European Energy and Transport Trends to 2030. European Commission Directorate/General for Energy and Transport, Brussels, 2004.
- [9] Bevolkingstrend, statistisch kwartaalblad over de demografie van Nederland. Jaargang 41-1e kwartaal 2003. Central Bureau voor de Statistiek, Amsterdam, 2004.
- [10] Gáspár L., Szabacsi L.: A hazai középtávú közúti kutatási stratégia közlekedéssel kapcsolatos elemei. Közlekedéstudományi Szemle 2009/3. pp. 10-21..
- [11] <http://www.nkh.hu/>
- [12] 1987. évi XI. törvény a jogalkotásról
- [13] 1995. évi XXVIII. törvény a nemzeti szabványosításról
- [14] 42/1994. (III. 25.) Korm. rendelet A laboratóriumok, a tanúsító és az ellenőrző szervezetek akkreditálási rendjének ideiglenes szabályairól
- [15] 2000. évi CXXVII. Törvény egyes közlekedési törvények módosításáról

## SUMMARY

### INFRASTRUCTURE-RELATED ELEMENTS OF THE HUNGARIAN MEDIUM-TERM HIGHWAY RESEARCH STRATEGY

Following several Western-European countries, the first Hungarian medium-term highway research strategy has completed. The development of the strategy describes the methodology applied and the sources utilized, then they present the traffic infrastructure-related elements of the strategy covering the period 2009–2016.

# AMERIKA ÖT FŐ KÖZLEKEDÉSI GONDJA ÉS JAVASLATOK A MEGOLDÁSRA

## AMERICA'S TOP FIVE TRANSPORTATION HEADACHES – AND THEIR REMEDIES THE AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO) [HTTP://WWW.TRIPNET.ORG/TRANSPORTATION\\_HEADACHES\\_REPORT\\_JAN\\_2009.PDF](http://www.tripnet.org/transportation_headaches_report_jan_2009.pdf)

Az USA-ban nagy kihívást jelent a jól karbantartott, hatékony és biztonságos közúthálózat, hidak és közforgalmú közlekedés biztosítása. Az Amerikai Közúti és Közlekedési Állami Tisztviselők Szervezete a közelmúltban azonosította a fő gondokat, és javaslatot tett a megoldásra. A közutak burkolata folyamatosan romlik, ami növeli a járműüzemi és karbantartási költségeket, különösen a városi utak esetében. Minden negyedik híd jelentős javítást vagy szélesítést igényel. A hidak átlagéletkora megközelíti az ötven évet. A közforgalmú közlekedés járműparkja előregedett és cserére szorul. Az utakon a zsúfoltság egyre növekszik, a torlódások már a közepes méretű városokban is jelentkeznek. A közúti áruszállítás és a közforgalmú személyszállítást egyaránt akadályozzák a forgalmi dugók. A közúti balesetekben 2007-ben mintegy 41 ezer fő halt meg, és ennél sokkal több a sebesült, ami tarthatatlan. A gazdasági visszaesés ellenére növekszik a közlekedési igény, ami a közlekedési rendszerek további elhasználódásához vezet. A nem megfelelő közúthálózat évente mintegy 249 milliárd USD többletköltséget jelent a társada-

lom számára. Az építőanyagok ára drasztikusan emelkedett, a beruházási források viszont csökkentek. A megoldást jól előkészített projektek gyors beindításától remélik, aminek eredményeként javul a burkolatok és hidak állapota, valamint a közforgalmú közlekedés minősége. Mintegy hater ezer előkészített projektet azonosítottak, melyek megfelelő finanszírozás esetén fél éven belül elindíthatók. A közlekedési fejlesztések segíthetik a munkanélküliség mérséklését és a gazdasági növekedés fellendülését. A közforgalmú közlekedési beruházások hatékonyságát nyilvánvalóvá kell tenni. Társadalmi szinten a várható haszon hatszorosa a ráfordításoknak. Az újszerű innovatív technológiai megoldások alkalmazása hosszabb élettartamú, környezeti szempontból kedvezőbb, gyorsabban kivitelezhető és kisebb fenntartási igényű létesítmények építését teszi lehetővé. Azonnali intézkedésekre lenne szükség a kialakult helyzet javítása érdekében, ezért 2009. szeptemberig új szövetségi felszíni közlekedési stratégia és fejlesztési program kidolgozását javasolják.

G. A.

# PÁLYASZERKEZETEK ANALITIKUS MÉRTEZÉSE

BOCZ PÉTER<sup>1</sup> – DEVECSERI GABRIELLA<sup>2</sup> – DR. FI ISTVÁN<sup>3</sup> – DR. PETHŐ LÁSZLÓ<sup>4</sup>

## 1. BEVEZETÉS

A Magyar közút Kht. megbízásából 2008 júniusában a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Út- és Vasútépítési Tanszék készített egy tanulmányt (Meglévő útpályaszerkezetek megerősítésének méretezése, felújítás-technológiák I.–II. rész címmel), amelynek egyik fejezete a Meglévő pályaszerkezetek megerősítésének analitikus számításával foglalkozott.

Az analitikus pályaszerkezet-méretezés módszere a hazai gyakorlatban jelenleg még nem megszokott. A magyarországi gyakorlat alapját képező típus-útpályaszerkezetek szabványjavaslatként több éves előkészítő munka után, 1992-ben jutott a végleges tervezett állapotába, azonban ennek a típus pályaszerkezet-kialakításnak az alapjául a mechanikai méretezés szolgált.

Az analitikus méretezés egyik kedvező tulajdonsága, hogy alkalmazásával a burkolat állapotának (teherbírásának, rétegtulajdonságainak) ismeretében egyedi méretezések is lehetővé váltak. Így a méretezés során a geometriai kötöttségek figyelembe vétele mellett az egyes rétegekbe építhető „teljesítőképesebb” aszfaltok gazdaságossága is kimutatható lett.

Az analitikus módszerek alkalmazása során az igénybevételekre vonatkozó adatok általában a Burmister által kidolgozott, többrétegű rendszerekre vonatkozó differenciálegyenletek aktuális viszonyok közötti megoldásával nyerhetők. Ezek számítására méretező szoftvereket használnak (pl. a holland Shell-Bisar, vagy a francia ALIZÉ nevezetű programot). A számításhoz szükséges alapadatok, melyeket a számításhoz előre fel kell venni: a rétegek száma, a rétegek geometriai mérete (vastagsága), rugalmassági modulusa (Young-modulus,  $E$ ) illetve Poisson-tényezője ( $\mu$ ). Ezeknek az értékeknek, illetve a terhelési adatoknak ismeretében lehetségessé válik az igénybevételek (feszültségek, illetve megnyúlások) meghatározása a különböző szoftverek számára. A fejlettebb szoftverek képesek kezelni az egyes rétegek közötti kapcsolat (tapadás) jellegét és mértékét is, ezáltal a valósághoz elvileg közelebb álló eredményeket adnak.

Meg kell jegyezni, hogy a méretezéshez szükséges anyagtulajdonságok (Young-modulus, Poisson-tényező) nem tekinthetők szigorúan Hooke-törvény szerint viselkedőknek. Az aszfaltkeverékek modulusa mind a terhelési időtől, mind a hőmérséklettől jelentős mértékben függ, így a méretezési adatok meghatározásánál két fő probléma adódik, az egyik a vizsgálati módszer típusa, a másik a vizsgálatnál alkalmazandó frekvencia (terhelési idő) és hőmérséklet nagysága.

Az MSZ EN 12 697-26:2005 szabvány számos módszert ismer a rugalmassági modulus (merevség) meghatározására, melyek:

- kétpontos hajlítóvizsgálat trapéz alakú vagy hasáb alakú próbatesten
- hárompontos hajlítóvizsgálat hasáb alakú próbatesten
- négypontos hajlítóvizsgálat hasáb alakú próbatesten
- hasító-húzó vizsgálat hengeres próbatesteken
- henger alakú próbatestek közvetlen húzó-nyomó vizsgálata

A pályaszerkezeteket alkotó különböző anyagoknál határigénybevétel alatt az adott anyagnak a fáradási szempontból értelmezhető igénybevételét értjük, amely az aszfaltkeverékek esetében a megengedett megnyúlást jelenti. A konkrét értékeket fárasztóvizsgálatokkal lehet meghatározni, a következőképpen: felvéve több terhelési szinten a tönkremenetelt okozó igénybevételt (feszültséget, megnyúlást) meghatározhatjuk az anyagra vonatkozó Wöhler-görbét és ebből az adott feladatnál szükséges terhelésméltési számnál (mértékadó tengelyáthaladásnál) leolvasható a határ-igénybevétel nagysága.

A méretezési adatok felhasználásával számított igénybevételeket össze kell hasonlítani a megengedett (a teherisméltódsi számtól függő) igénybevételekkel. A pályaszerkezet az igénybevételekre méretezettek tekinthető, amennyiben a megengedett igénybevételek nagyobbak, mint a számított igénybevételek.

Az analitikus méretezési eljárás városi környezetben (merek betonlapok, magassági kötöttségek) rendszerszemléletűen alkalmazható, mely műszakilag-gazdaságilag optimális pályaszerkezet-gazdálkodást eredményez.

## 2. A MODELLEK ALKOTÁSÁNAK HÁTTERE

Számításaink során korszerű pályaszerkezeteket és Magyarországon nem, vagy csak korábban alkalmazott technológiai lehetőségeket is megvizsgáltunk.

### KOMPAKT ÉPÍTÉSI MÓD

A kompaktaszfalt építési mód alkalmazása során két réteg, különböző összetételű hengereltaszfalt épül be egyidejűleg. A beépítés során a beépítés feltételei jelentősen javulnak, mivel az alsó réteg (alap- vagy kötőréteg) hőkapacitását a vékonyabb, felső réteg (kopóréteg) tömörítése során ki lehet használni, ami által a tömörítés feltételei jelentősen javíthatóak még kedvezőtlen időjárási feltételek esetén is.

<sup>1</sup> Okl. építőmérnök, egyetemi adjunktus, BME Út és Vasútépítési Tanszék, e-mail: bocz@uvt.bme.hu

<sup>2</sup> Okl. építőmérnök, tanszéki mérnök, BME Út és Vasútépítési Tanszék, e-mail: devecseri@uvt.bme.hu

<sup>3</sup> Okl. építőmérnök, egyetemi tanár, BME Út és Vasútépítési Tanszék, e-mail: fi@uvt.bme.hu

<sup>4</sup> Okl. építőmérnök, egyetemi adjunktus, BME Út és Vasútépítési Tanszék, e-mail: petho@uvt.bme.hu

A kis rétegvastagságban beépített aszfalt kopórétegek esetében (azon belül is elsősorban a vékony, ultravékony rétegek) a nem kielégítő tömörítés hatásaként a burkolati réteg többféle károsodása lép fel. A kompaktaszfalt építése során a megfelelő tömörség eléréséhez szükséges optimális hőmérsékleti viszonyok fenntarthatóak.

A tömöríthetőség feltételeinek javítása mellett szükséges a megbízható rétegtapadás biztosítása, amely által a kopóréteg és a kötőréteg között fellépő nyíróerők megfelelő levezetése révén a burkolat hosszú élettartama biztosítható.

A bedolgozhatósághoz szükséges hőmérséklet a beépítés befejezéséig fenntartható, ezért mind a forróra, mind a forróra a megre eljárás során képlékeny rétegek nemcsak hogy össze ragadnak, de a tömörítés során a szemcsék kölcsönösen a másik rétegbe behatolnak. Az így létrejött „fogazódás” által biztos rétegtapadás biztosítható.

A technológia jellegéből adódóan a kopóréteg vastagsága csökkenthető, a teherviselő alap- és kötőrétegek vastagságának növelése mellett. Ezzel által a csak a felületi tulajdonságokat meghatározó, fajlagosan magas költségű kopóréteg anyagmennyisége csökkenthető.

## INVERZ PÁLYASZERKEZET

Inverz típus-pályaszerkezetet a svájci szabvány alapján építettük fel. A forgalmi terhelési kategóriákat az 1. táblázatban látható módon megfeleltettük a magyar forgalmi terhelési kategóriáknak. (Megjegyzés: az R terhelési kategóriának nincs svájci megfelelője, csak tíz évnél magasabb tervezési élettartam esetén).

1. táblázat: Forgalmi terhelési osztályok az SN 640 324a szerint

Forgalmi terhelési osztály jele		Forgalmi terhelés egy napra vetítve, egységten-gely/nap		Forgalmi terehelés 10 éves tervezési időre vetítve, egységten-gely	
a svájci szab-vány szerint	a magyar előírás szerint	Alsó határ	Felső határ	Alsó határ	Felső határ
T1	A		30		109 500
T2	B	30	100	109 500	365 000
T3	C	100	300	365 000	1 095 000
T4	D	300	1 000	1 095 000	3 650 000
T5	E	1000	3 000	3 650 000	10 950 000
T6	K	3000	10 000	10 950 000	36 500 000

Új, nagy forgalmú útjaink, autópályáink pályaszerkezeteiben többnyire cementstabilizációs alapokat alkalmazunk, alkalmazunk Magyarországon, mivel a hagyományos, vastag zúzottkő alapokat ezen a területen hátrányossá tette a kőbányáink kevésbé egyenletes elhelyezkedése miatti nagy szállítási költség. Bár a félmerev cementstabilizációs alapú aszfaltburkolataink elegendően tartósnak bizonyultak, az ismert hátrányok (reflexiós aszfaltrepedések) a külföldi tapasztalatokhoz hasonlóan itt is megmutatkoztak. Bár ezek az élettartamot nem befolyásolták, a fenntartási munkákat megsokszorozták. A reflexiós repedések

átütését feszültségelosztó réteg beépítésével meg lehet előzni. Ez a réteg lehet egy vékony, de modifikált bitumennel kevert SAMI aszfaltréteg (feszültségnyelő közbenső réteg), vagy egy 10-20 cm vastagságú, jó minőségű zúzottkő réteg. Az ilyen szerkezetet, amelyben a cementtel stabilizált alaprétrege zúzottkő réteg kerül, nevezzük inverz pályaszerkezetnek. Magyarországon ilyen zúzottkő feszültséget elosztó réteg először az M1 autópálya Tatabánya–Győr közötti szakasz második pályájának építésénél került alkalmazásra.

Típus-pályaszerkezeteink közé ez a pályaszerkezet nem került be, ezért vizsgálataink során az SN 640 324a svájci szabvány szerinti, S1 alacsony földmű-teherbírási osztályban (CBR 3–6%) építhető inverz pályaszerkezeteket alkalmaztuk.

## MODELLALKOTÁS

Alacsony forgalmi terheléseik miatt nem alkottunk az A valamint B forgalmi terhelési kategóriákra modelleket. A modellszám korlátozása miatt a C forgalmi terhelési kategóriára csak normál, a D forgalmi terhelési kategóriára normál és fokozott, az E, K forgalmi terhelési kategóriákra csak fokozott igénybevételt vettünk figyelembe (2. táblázat).

2. táblázat: Az igénybevételi kategóriák a forgalmi terhelési osztályok szerint

Jele	Terep- és klimatikus körülmények	Forgalmi terhelési osztály			
		C	D	E	K
I.	Hűvös, árnyékos, hegyvidéki útszakaszok, magas épületek közötti utak		N		
II.	Jó benapozású sík- és domb-vidéki útszakaszok és ezek településen átvezető szakaszai, belterületi gyűjtőutak	N	F		F

Az R forgalmi terhelési osztályt a típus-pályaszerkezetek tartalmazták, azonban ahhoz az ÚT 2-3.301:2006 szabvány járulékos igénybevételi kategóriát nem határoz meg. A modellalkotás lehetőségeinek bemutatására az R forgalmi terheléshez fokozott igénybevételt rendeltünk, azonban mivel az R forgalmi terhelés rendkívül nagy igénybevételt fejez ki, és csak néhány hazai nagy forgalmú autópályát jellemez, ezért ennek a forgalmi terhelésnek a vizsgálatára nem tértünk ki.

M20 alaprét csak az A és B forgalmi terhelési osztályban építhető, ezért az előzőeknek megfelelően ennek az alaprétnek a vizsgálatát nem végeztük el, valamint a C forgalmi terhelési osztályban építhető MZA alaprétgel, ritka alkalmazása miatt, nem számoltunk.

A normál és fokozott igénybevételi kategóriákban alkalmazható aszfaltkeverékek közül a 3. táblázatban megjelölt aszfaltkeveréket vettük figyelembe, mivel az útépitések során ezek a keverékek kerülnek a legtöbb esetben alkalmazásra.

A vastagsági értékeket a 4. táblázat szerint vettük figyelembe. Az aszfalt pályaszerkezetekre vonatkozó modelleket így a 2–4. táblázatok alapján állítottuk össze. Szükségessé vált az igénybevételi kategóriák, az alkalmazott keverékek valamint a vastagsági értékek szűkítése, mivel így is jelentős számú pályaszerkezet-modell állt össze, a vizsgálat célja pedig a variációs lehetőségek bemutatása és nem az összes variáció összegyűjtése volt.

3. táblázat: A normál és fokozott igénybevételi kategóriákban alkalmazható aszfaltkeverékek közül figyelembe vett aszfalttípusok

Útpálya-szerkezeti réteg	Igénybevételi kategória	
	N	F
Kopóréteg	AB-11	AB-11/F
	AB-16	AB-16/F
		ZMA-11
Kötőréteg	K-22	K-22/F
Aszfalt alapréteg	JU-32	JU-32/F
	K-22	K-22/F

A vastagsági értékek felvétele során a következő rendező elveket használtuk még fel hagyományos és kompakt építési mód esetén egyaránt:

1. a kopóréteg vastagsága a minimális,
2. a kötőréteg vastagsága a minimális,
3. az alapréteg vastagsága a maximális,
4. kopóréteg esetén 4. táblázatban megadott értékekkel számoltunk,
5. ha az alapréteg anyaga kötőréteg, akkor az alap és kötőréteg vastagságát egyenlően kell megosztani,
6. ha a maximális alapréteg-vastagsággal a szükséges aszfaltvastagságok nem adódnak ki, akkor a kötőréteg vastagságát kell emelni,
7. ha a kötőréteg vastagságának emelésével sem adódik ki a szükséges aszfaltvastagság, akkor a kopóréteg vastagságát kell emelni,
8. ha kopó-, kötő- és alaprétegek minimális vastagságaival a szükséges aszfaltvastagságokat túllépjük, akkor a kötőréteget elhagyva, a többi réteg maximális építési vastagságával lehet számolni.

a) a  $D_{max}=11$  mm keverék vastagsága 2 cm. Ha a szükséges aszfaltvastagságok nem adódnak ki, akkor a vastagságot 3 cm-re lehet emelni.

b) a  $D_{max}=16$  mm keverék vastagsága 3 cm. Ha a szükséges aszfaltvastagságok nem adódnak ki, akkor a vastagságot 4 cm-re lehet emelni.

Amennyiben fenti rendező elvek alapján a szükséges aszfaltvastagságok nem adódtak ki, úgy azokat a szerkezeteket megjelöltük. Ezek a pályaszerkezetek nem építhetők meg az adott kombinációban.

Az 5. táblázatban összefoglalt aszfalt-pályaszerkezeti rétegekből álló felépítéstípusokat állítottuk össze.

Az 5. táblázat alapján jól elkülöníthetőek az A–F felépítéstípusok, melyeket az összes típus-pályaszerkezet esetén következetesen vittünk végig.

A 6. táblázatban a tervezhető, megépíthető, következésképpen méretezésre érdemes pályaszerkezetek darabszáma látható összefoglalva. Felhívjuk a figyelmet, hogy a típus-pályaszerkezetek alkalmazásával az egyes aszfaltkeverékek alkalmazásának előnyei nem mutathatók ki, hiszen a típus-pályaszerkezet csak az aszfalt összvastagságot jelöli meg, az egyes rétegek keveréktípusát nem.

A pályaszerkezetek méretezése során alkalmazott aszfalt-pályaszerkezeti rétegek mechanikai tulajdonságai

A 2006. évi ömlesztett vizsgálatok IT-CY eredményeit a 7. táblázat foglalja össze, összesen 91 vizsgálat alapján. JU-35/F keverék nem épült 2006-ban, ezért ennek a keveréknek egy korábbi mérésből származó eredményét vettük figyelembe.

A földmű és a pályaszerkezeti alaprétegek méretezési tulajdonságainak meghatározásakor alapvetően követtük az érvényes magyar méretezési utasítás elkészítése során használt modelleket és módszereket. A méretezési eljárás az anyagok dinamikus modulusának meghatározását igényli. (Megjegyzendő, hogy az összes

4. táblázat: Az aszfalttípusoknál figyelembe vett vastagsági értékek

A réteg típusa	Tervezhető legkisebb vastagság az ÚT 2-3.301:2006 szerint	Legkisebb vastagság a modellalkotásban	Kompakt építési mód esetén figyelembe vett vastagság	Egy rétegben építhető legnagyobb vastagság (az ÚT 2-3.301:2006i)	Legnagyobb vastagság a modellalkotásban
	mm				
JU-32, JU-32/F	90	90	–	120	120
K-22	60	60	–	100	100
K-22/F	70	70	–		
AB-11	35	40	20	50 (55)	50
AB-11/F				60 (65)	
AB-16	45	50	30	60	60
AB-16/F	50			60 (75)	
ZMA-11	35	40	20	50 (60)	60

5. táblázat: Az előállított minták tulajdonságai

Felépítés típusának jele	Aszfalt-réteg	Maximális szemcseméret $D_{max}$ , mm	Réteg jellege	Fokozott	Normál
				Igénybevétel esetén	
A	Kopóréteg	11	Aszfaltbeton kopóréteg	AB-11/F	AB-11
	Kötőréteg	22	Kötőréteg	K-22/F	K-22
	Alapréteg	22	Kötőréteg		K-22
		22	Kötőréteg		
B	Kopóréteg	11	Aszfaltbeton kopóréteg	AB-11/F	AB-11
	Kötőréteg	22	Kötőréteg	K-22/F	K-22
	Alapréteg	22	Kötőréteg		
		32	Alapréteg	JU-32/F	JU-32
C	Kopóréteg	16	Aszfaltbeton kopóréteg	AB-16/F	AB-16
	Kötőréteg	22	Kötőréteg	K-22/F	K-22
	Alapréteg	22	Kötőréteg		K-22
		22	Kötőréteg		
D	Kopóréteg	16	Aszfaltbeton kopóréteg	AB-16/F	AB-16
	Kötőréteg	22	Kötőréteg	K-22/F	K-22
	Alapréteg	22	Kötőréteg		
		32	Alapréteg	JU-32/F	JU-32
E	Kopóréteg	11	Zúzalékvázias masztixaszfalt	ZMA-11	Nem értelmezett
	Kötőréteg	22	Kötőréteg	K-22/F	
	Alapréteg	22	Kötőréteg		
		22	Kötőréteg		
F	Kopóréteg	11	Zúzalékvázias masztixaszfalt	ZMA-11	Nem értelmezett
	Kötőréteg	22	Kötőréteg	K-22/F	
	Alapréteg	22	Kötőréteg		
		32	Alapréteg	JU-32/F	

pályaszerkezeti réteg esetén általánosan  $\mu = 0,35$  Poisson-értéket vettünk alapul, valamint feltételeztük, hogy az aszfaltrétegek között teljes tapadás (együttműködését), az összes többi réteg között pedig teljes elcsúszás áll fenn.)

Az altalaj mint végtelen féltér anyagotani jellemzőit a nemzetközi gyakorlat szerint választottuk meg, ezek szerint az  $E_2$  statikus teherbírási modulus földművek esetében megegyezik a dinamikus méretezési rétegmodulusal. Az ÚT 2-1.202:2005 alapján a földmű méretezési teherbírási modulusa ( $E_{2m}$ ) az úttükör szintjére vonatkozó, a földműtervezési élettartam alatt reálisan várható legkedvezőtlenebb teherbírásiérték, és a méretezési eljárás  $E_{2m} = 40$  MPa földmű-méretezési teherbírással számol, ezért ebben a tanulmányban is ezt az értéket feltételeztük a végtelen féltér (földmű) esetében.

Megjegyezzük, hogy az összes többi földmű és pályaszerkezeti réteg esetében rétegmodulusra hivatkozunk, mely nem egyezik

meg a statikus teherbírásmérésből adódó  $E_2$  teherbírási modulus értékeivel.

Az alaprétegek  $E_{din}$  rugalmassági modulusát külön-külön meghatároztuk:

- mechanikai stabilizáció, kötőanyag nélküli szemcsés alapréteg,
- FZKA, kötőanyag nélküli szemcsés alapréteg és
- hidraulikus kötésű alapréteg ( $CK_t$ ,  $CK_h$ , beton alapréteg) eseteire.

#### MECHANIKAI STABILIZÁCIÓ, KÖTŐANYAG NÉLKÜLI SZEMCSÉS ALAPRÉTEG

A kötőanyag nélküli, gömbölyű szemekből álló rétegek modulusa függ az alatta lévő réteg modulusától. Az értékek meghatározására általánosan a Shell-képletet alkalmazzuk:

6. táblázat: A tervezhető, megépíthető, méretezésre érdemes pályaszerkezetek darabszáma

Típus pályaszerkezet	Igénybevételi kategória	Építési mód	C	D	E	K	R	Összesen
Teljes aszfalt	Normál	Hagyományos	2	4				6
	Fokozott	Hagyományos		6	6	6	6	24
	Normál	Kompakt	4	4				8
	Fokozott	Kompakt		6	6	6	6	24
Kötőanyag nélküli M50 szemcsés alapréteg	Normál	Hagyományos	1	3				4
	Fokozott	Hagyományos		3	6	6		15
	Normál	Kompakt	2	4				6
	Fokozott	Kompakt		6	6	6		18
Kötőanyag nélküli FZKA szemcsés alapréteg	Normál	Hagyományos	4	2				6
	Fokozott	Hagyományos		2	6	6	6	20
	Normál	Kompakt	3	4				7
	Fokozott	Kompakt		5	6	6	6	23
150 mm vastagságú hidraulikus kötőanyagú stabilizációs alapréteg	Normál	Hagyományos	3	4				7
	Fokozott	Hagyományos		4	5	6	6	21
	Normál	Kompakt	4	3				7
	Fokozott	Kompakt		3	6	6	6	21
200 mm vastagságú hidraulikus kötőanyagú stabilizációs alapréteg	Normál	Hagyományos	1	4				5
	Fokozott	Hagyományos		6	3	6	6	21
	Normál	Kompakt	2	4				6
	Fokozott	Kompakt		4	6	6	6	22
200 mm vastagságú soványbeton alapréteg	Normál	Hagyományos	2	4				6
	Fokozott	Hagyományos		5	3	3	5	16
	Normál	Kompakt	2	3				5
	Fokozott	Kompakt		3	5	6	6	20
Inverz pályaszerkezet az SN 640 324a szerint	Normál	Hagyományos	3	2				5
	Fokozott	Hagyományos		5	6	6		17
	Normál	Kompakt	3	3				6
	Fokozott	Kompakt		3	6	6		15
Összesen								361

$$E_{\text{szemcsés}} = E_{\text{alsó réteg}} 0,2H^{0,45}$$

ahol

- $E_{\text{szemcsés}}$  – a szemcsés réteg rugalmassági modulusa, MPa  
 $E_{\text{alsó réteg}}$  – a szemcsés réteg alatti réteg rugalmassági modulusa, MPa  
 $H$  – a szemcsés réteg vastagsága, mm

A földmű rugalmassági modulusából ( $E_{2m}=40$  MPa) kiindulva, a típus-pályaszerkezet szerint a 20 cm vastag M50 kötőanyag nélküli alapréteg  $E_{\text{din}}$  rugalmassági modulusát a Shell-összefüggés alapján kiszámítottuk, így az  $E_{M50}=90$  MPa értékre adódott. Modellünkben ezzel az értékkel számoltunk.

(Megjegyzés: az adott szemcsés réteg  $E_{\text{din}}$  rugalmassági modulusának kiszámításához mindig az alatta elhelyezkedő réteg  $E_{\text{din}}$  rugalmassági modulusát kell figyelembe venni.)

7. táblázat: A 2006. évi ömlesztett vizsgálatok IT-CY eredményei

Aszfalt	Átlag	Szórás	Vizsgálatok
AB-12/F	12 741	1167	29
mAB-12/F	11 393	767	14
mZMA-12	10 155	1650	10
mZMA-12/NM	10 388	1689	4
AB-16/F	10 990	2277	5
K-20/F	13 817	2187	19
mK-20/F	15 121	2967	5
mK-20/NM	16 274	3747	5
JU-35/F	16 900	0	–

### FZKA, KÖTŐANYAG NÉLKÜLI SZEMCSÉS ALAPRÉTEG

A kötőanyag nélküli, tört szemekből álló rétegek modulusa szintén függ az alatta lévő réteg(ek) modulusától. Az értékek meghatározására használható a Barker és társai által felállított összefüggés, mely zúzottkő alapra a következő képlettel fejezhető ki:

$$E_{\text{zúzottkő}_\text{réteg}} = E_{\text{alatta}_\text{lévő}_\text{réteg}} (1 + 10,52 \cdot \log H_{\text{zúzottkő}_\text{réteg}} - 2,10 \log E_{\text{alatta}_\text{lévő}_\text{réteg}} \log H_{\text{zúzottkő}_\text{réteg}})$$

ahol

- $E_{\text{zúzottkő}_\text{réteg}}$  – a keresett zúzottkő réteg rugalmassági modulusa [psi]
- $E_{\text{alatta}_\text{lévő}_\text{réteg}}$  – a zúzottkő réteg alatt elhelyezkedő réteg modulusa [psi]
- $H_{\text{zúzottkő}_\text{réteg}}$  – a keresett zúzottkő réteg vastagsága [inch]

A földmű rugalmassági modulusából ( $E_{\text{zm}} = 40$  MPa) kiindulva, a típus-pályaszerkezet szerint a 20 cm vastag FZKA kötőanyag nélküli alapréteg  $E_{\text{din}}$  rugalmassági modulusát a Barker-összefüggés alapján kiszámítottuk, így az  $E_{\text{FZKA}} = 135$  MPa értékre adódott. Modellünkben ezzel az értékkel számoltunk.

### HIDRAULIKUS KÖTŐANYAGÚ ALAPRÉTEG

A betontechnológia ismert képlete szerint az átlagos nyomószilárdságból számítható a rugalmassági modulus értéke:

$$E_{\text{hidraulikus}_\text{réteg}} = 55\,000 \frac{R_{\text{ny}}}{20 + R_{\text{ny}}}$$

ahol

- $E_{\text{hidraulikus}_\text{réteg}}$  – a hidraulikus kötőanyagú réteg  $E_{\text{din}}$  rugalmassági modulusa, MPa
- $R_{\text{ny}}$  – az átlagos nyomószilárdság, MPa

### $CK_T, CK_H$

A modulus meghatározására a fenti képlet a homokos kavicsból készült előkevert cementstabilizáció esetében is használható, azonban a hazai és nemzetközi tapasztalatok alapján a hidraulikus kötőanyagú rétegek több éves pályaszerkezetekben a fenti képlettel meghatározható értéknél alacsonyabb értékekkel rendelkeznek, mivel a hidraulikus kötőanyagú rétegek többnyire már a tervezett élettartam alatt fáradási hálós repedéseket kapnak, és kisebb táblákká repedeznek. Ezt az állapotot a „feszültségmentesítés” alkalmazásával, építési technológiától függően már az új építés során is elérheti a hidraulikus kötőanyagú réteg (KRAFT módszer alkalmazása, mikrorepesztés).

Ennek jellemzésére a hazai típus-pályaszerkezetek méretezése során is kellő biztonsággal elfogadottan használt értéket feltéte-

lezünk, ezért a telepen kevert hidraulikus kötőanyagú homokos kavics stabilizáció rugalmassági modulusát  $E_{\text{CKt}} = 2000$  MPa értékben állapítottuk meg, és modellünkben ezzel az értékkel számoltunk.

### BETON ALAPRÉTEG

$R_{\text{ny}} = 15$  MPa átlagos nyomószilárdság esetén a beton alaprétegre a fenti képlettel  $E_{\text{beton}} = 20\,000$  MPa rétegmodulust kapunk. A beton alapréteg szerkezetéből adódóan a tervezési élettartam alatt nem szenved fáradási hálós repedéseket, ezért modellünkben ezzel az értékkel számoltunk.

### 3. A SZÁMÍTÁSOK HÁTTERE

#### AZ ASZFALT PÁLYASZERKEZETBEN ÉBREDŐ FESZÜLTSEGEK SZÁMÍTÁSI MÓDJA

A méretezési modellek alapján a Shell-Bisar-szoftver segítségével végeztük el a különböző pályaszerkezeti rétegek igénybevételeinek meghatározását.

Jelenleg az útpályaszerkezetek méretezésének egyik legelterjedtebb és megbízhatóbb módja a Bisar nevezetű számítógépes program alkalmazása. A Bisar (Bitumen Stress Analysis in Roads) nevű programot a Shell-laboratórium (Amszterdam) dolgoztatta ki.

Egy  $n$ -rétegű rendszer ( $n_{\text{max}} = 10$ ) vizsgálható; a legelső réteg egy végtelen rugalmas féltér, a többi réteg meghatározott  $h_i$  vastagságú homogén, rugalmas anyagú réteg. Mindegyik rétegnek külön-külön lehet  $E_i$  (MN/m<sup>3</sup>) rugalmassági modulusa és  $\mu_i$  Poisson-tényezője. A terhelést egy „a” sugarú körlepton kapja a legfelső réteg. A terhelés nemcsak függőleges, hanem a fékezés illetve a gyorsítás esetének megfelelően ferde irányú is lehet. Külön megadandó a függőleges erő ( $P$ , kN) és a vízszintes, a felső réteg felületi síkjában ható erő ( $Q$ , kN) is, melynek iránya az  $x$  tengellyel  $\psi$  szöget zár be. Maga a terhelőkör középpontja egy  $x$ - $y$  koordinátarendszerben helyezkedik el,  $x_i$ ,  $y_i$  koordinátákkal meghatározva. A vizsgált elem, ahol a feszültségek számíthatók, bármely  $x$ ,  $y$ ,  $z$  pontban is elhelyezkedhet (tehát nemcsak a teher alatti függőlegesben). Így a szuperpozíció révén akár közúti, akár repülőterei tengelycsoportok együttes hatását is számítani lehet, bármely elrendezésben.

A z mélységnek nem kell összeesnie egy réteg határával, mivel a rétegen belüli feszültség és alakváltozás nagyságát is számítja a program.

A Bisar-program abban is fejlettebb a megelőző programoknál, hogy lehetőség van közelítő módon figyelembe venni az egyes rétegek egymáson való elcsúszását, illetve ezek közötti átmeneti állapotot.

A Bisar programot a Shell kutatóközpontban Jong, Peutz, és Korswagen fejlesztették ki. A matematikai rugalmasságtani alapokból indulnak ki, függőleges terhelésre a Sneddon-féle függőleges és a Muki-féle vízszintes erővel terhelt rugalmas féltér analitikus megoldásait felhasználva. A rugalmasságtan általános alapegyenleteiből kiindulva, azokat hengerkoordinátákba transzformálva, az elmozdulásmódszert alkalmazták. Így a transzformáció után csak három parciális differenciálegyenlet maradt, melyekben a három eltolódáskomponens ( $u_x$ ,  $u_r$ ,  $u_\omega$ ) az ismeretlen. Két alakváltozási függvényt vezettek be, a rugalmasságtani feltételeknek megfelelő parciális differenciálegyenlet-rendszer megoldása pedig Fourier-sorokkal és Hankel-transzformáció alkalmazásával történik. A függvények meghatározása után már a keresett feszültségek és alakváltozások is számíthatók.

8. táblázat: A pályaszerkezetek vizsgálati módjai

Típus pályaszerkezet, F igénybevételi kategória	Hagyományos építési mód	Kompakt építési mód
Teljes aszfalt	Igen	Igen
Kötőanyag nélküli M50 szemcsés alapréteg		Nem
Kötőanyag nélküli FZKA szemcsés alapréteg		Igen
150 mm vastagságú hidraulikus kötőanyagú stabilizációs alapréteg		Nem
200 mm vastagságú hidraulikus kötőanyagú stabilizációs alapréteg		Igen
200 mm vastagságú soványbeton alapréteg		Nem
Inverz pályaszerkezet az SN 640 324a szerint		Igen

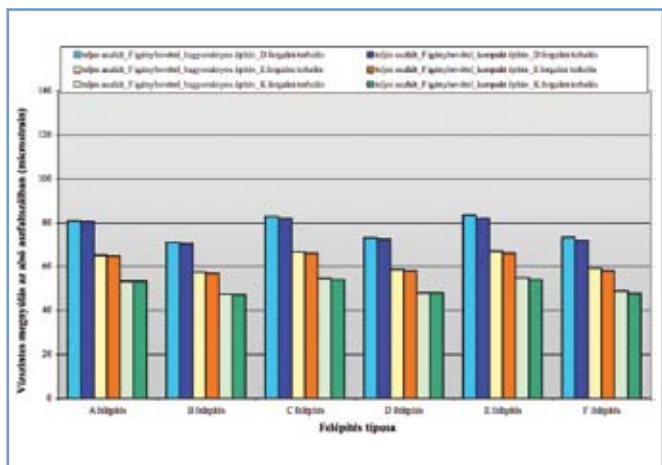
A BISAR program bemenő adatai:

1. a rétegek száma, vastagsága,
2. a rétegek Young-modulusa,
3. a rétegek Poisson-tényezője,
4. a terhelés száma és típusa (tangenciális, horizontális) és helye.

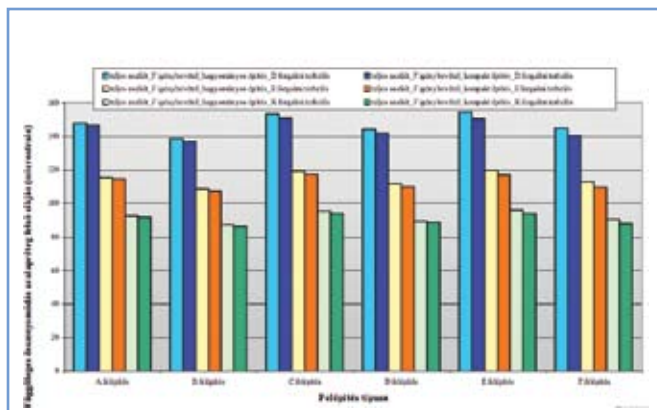
A számításhoz szükséges még bemenő információként megadni azt, hogy a pályaszerkezetben mely helyeken és hány ponton számítsa a program a feszültségeket, elmozdulásokat, alakváltozásokat.

#### 4. A TÍPUS-PÁLYASZERKEZETEKBE KELETKEZŐ IGÉNYBEVÉTELEK

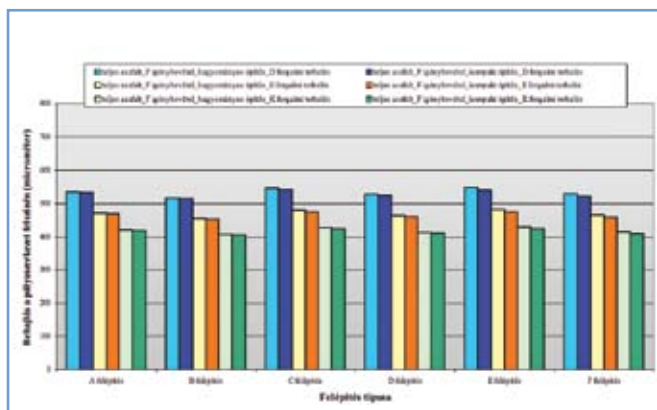
A fenti pontok alapján a típus-pályaszerkezetekben számított igénybevételeket mutatjuk be a következőkben. Mivel IT-CY, me-revségi vizsgálatot az MSZ EN 12 697-26 szerint többnyire az F igénybevételi kategóriába építhető aszfaltkeverékeken végeztünk el, ezért a típus-pályaszerkezetek összehasonlítását méretezés alapján csak az F (fokozott) igénybevételi kategóriára felállított modelleken készítettük el. Modelleket felállítottunk hagyományos és kompakt építési módokra is. Minden pályaszerkezet-típust vizsgáltunk hagyományos építési mód, és három pályaszerkezet-típust kompakt építési mód szerint is, a 8. táblázat szerint.



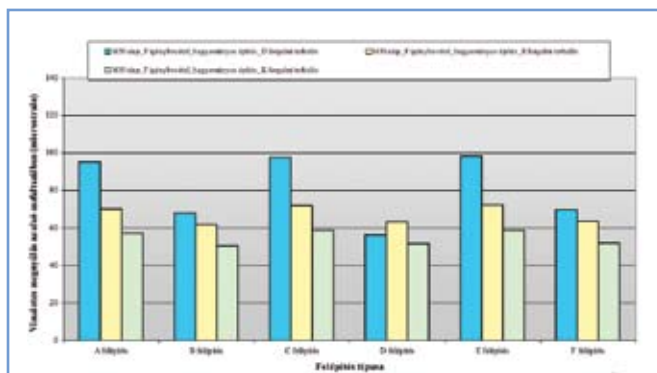
1. ábra: Behajlás a pályaszerkezet felszínén a teljes aszfalt típus-pályaszerkezetben



2. ábra: Függőleges összenyomódás az alapréteg felső síkján a teljes aszfalt típus-pályaszerkezetben



3. ábra: Behajlás a pályaszerkezet felszínén a teljes aszfalt típus-pályaszerkezetben



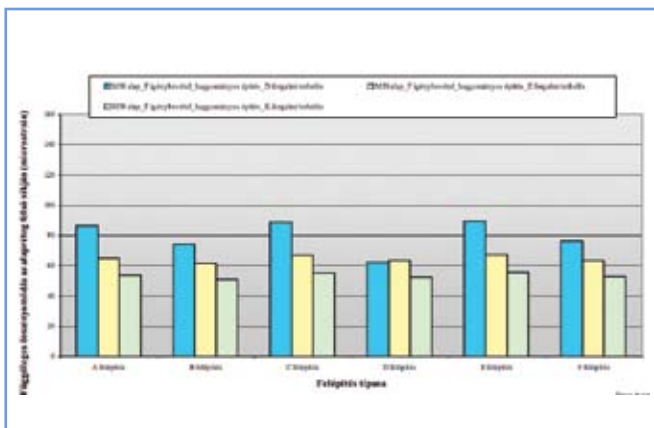
4. ábra: Vízszintes megnyúlás az alsó aszfaltszállban, a 200 mm vastagságú, M50 mechanikai stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben

A számított igénybevételek a következők voltak:

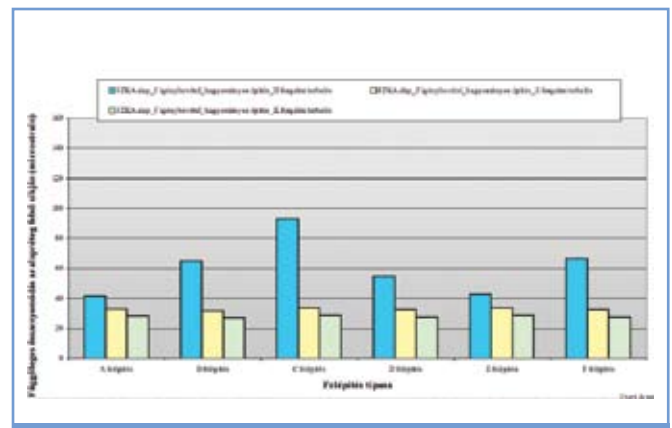
1. fajlagos vízszintes megnyúlás az aszfalt pályaszerkezet alsó síkjában (microstrain)
2. fajlagos függőleges összenyomódás az alapréteg felső síkján (microstrain)
3. behajlás a pályaszerkezet felszínén (microméter)

Az F igénybevételi kategóriában a számított igénybevételeket hagyományos és kompakt építési mód esetén az egyes felépítéstípusokra az 1–18. ábrák mutatják be.

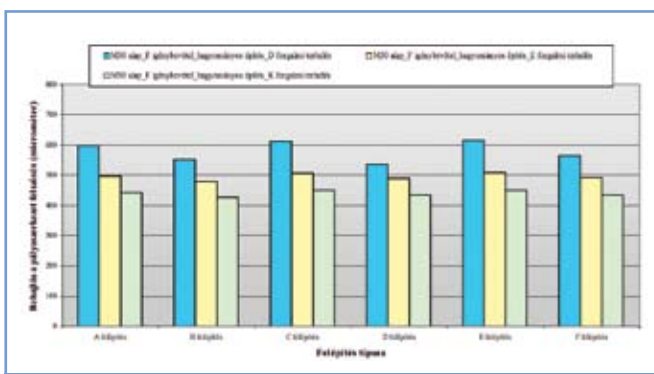




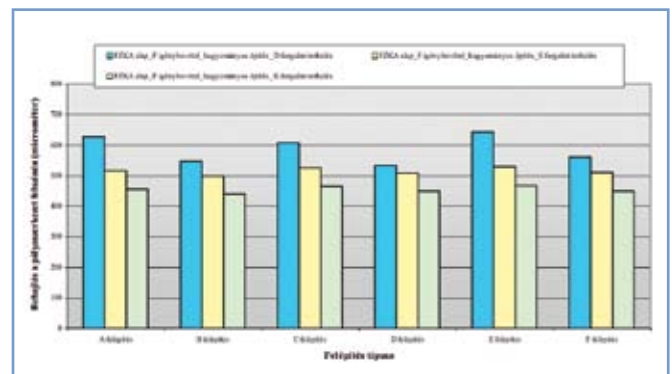
5. ábra: Függőleges összenyomódás az alapréteg felső síkján, a 200 mm vastagságú, M50 mechanikai stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben



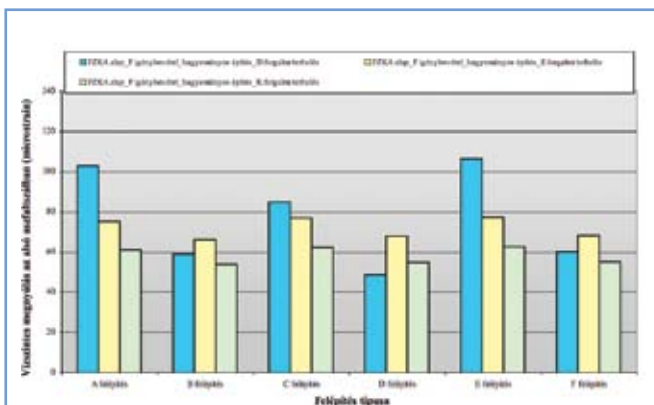
8. ábra: Függőleges összenyomódás az alapréteg felső síkján, a 200 mm vastagságú, FZKA stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben



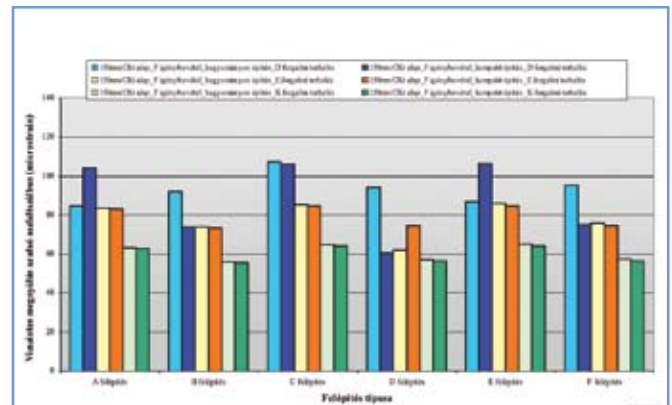
6. ábra: Behajlás a pályaszerkezet felszínén, a 200 mm vastagságú, M50 mechanikai stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben



9. ábra: Behajlás a pályaszerkezet felszínén, a 200 mm vastagságú, FZKA stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben



7. ábra: Vízszintes megnyúlás az alsó aszfaltszállban, a 200 mm vastagságú, FZKA stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben



10. ábra: Vízszintes megnyúlás az alsó aszfaltszállban, a 150 mm vastagságú, hidraulikus kötőanyagú stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben

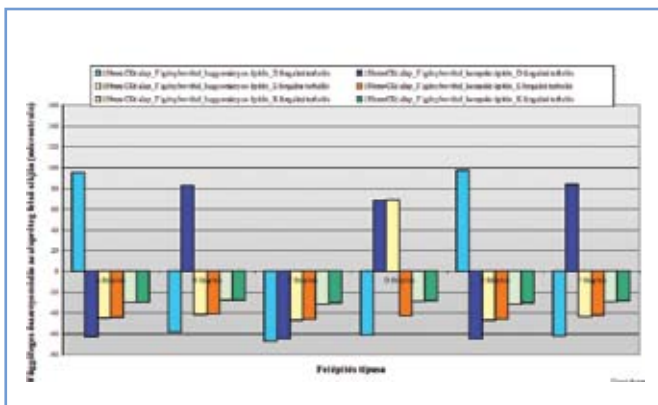
### 5. A MEGLÉVŐ PÁLYASZERKEZETEKBE REJLŐ TARTALÉKOK KIMUTATÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

Az alábbiakban a meglévő pályaszerkezetekben keletkezett mértékadó igénybevételeket hasonlítjuk össze a megengedett igénybevételekkel, és mutatjuk ki elvi alapon, hogy a meglévő szerkezetek milyen hátralévő élettartammal rendelkezhetnek.

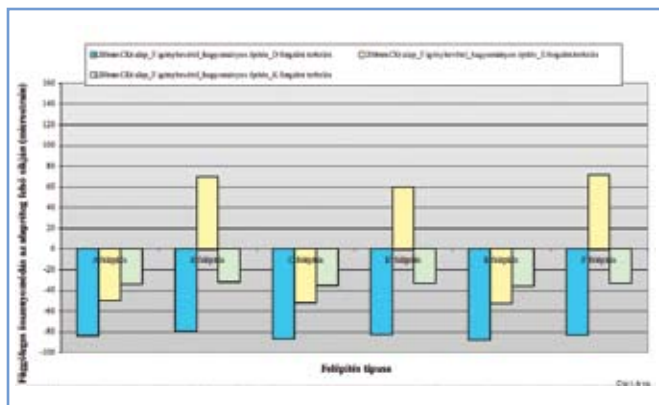
Ehhez azzal a feltételezéssel élünk, hogy a korábban épített pályaszerkezetek mind normál járulékos igénybevételi kategóriának megfelelő aszfaltkeverékekkel készültek, a C és D forgalmi terhelési kategóriára méretezve.

Mivel tehát meglévő pályaszerkezetekből indulunk ki, a kompakt építési módra vonatkozó modelleket nem ellenőriztük (mértéztük).

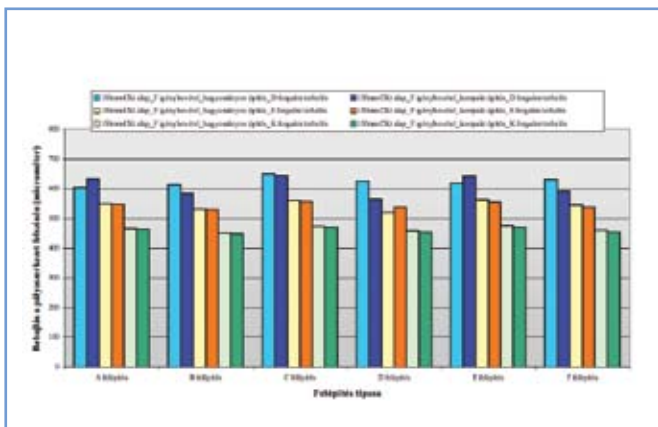
Az aszfaltanyagok mint viszkoelasztikus anyagok merevségi modulusai egyrészt az aszfalt összetételétől (bitumentartalomtól és fajtától), a szabadhézag- és térfogatarányoktól), valamint a terhelési frekvenciától és főképp a hőmérséklettől függenek. Az aszfaltanyagok merevségi modulusait, mint láttuk, laboratóriumi vizsgálatokból, valamint előrebecslő képletek (regressziós összefüggések) felhasználásával lehet megállapítani.



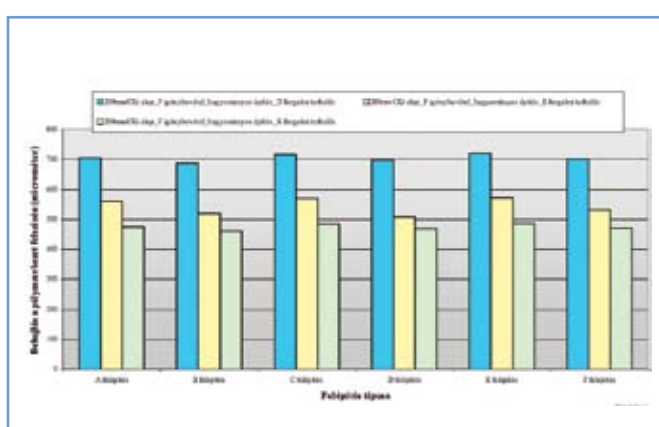
11. ábra: Függőleges összenyomódás az alapréteg felső síkján, a 150 mm vastagságú, hidraulikus kötőanyagú stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben



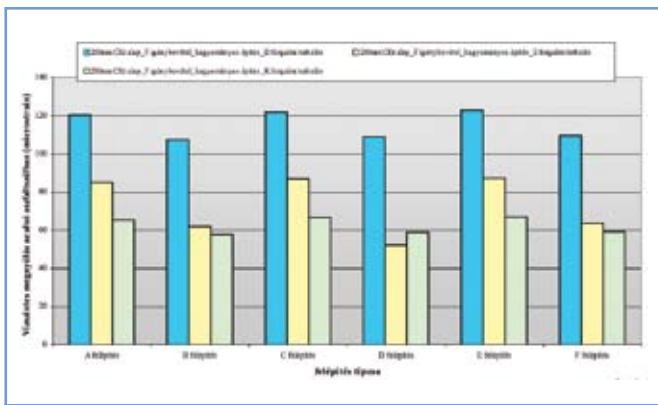
14. ábra: Függőleges összenyomódás az alapréteg felső síkján, a 200 mm vastagságú, hidraulikus kötőanyagú stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben



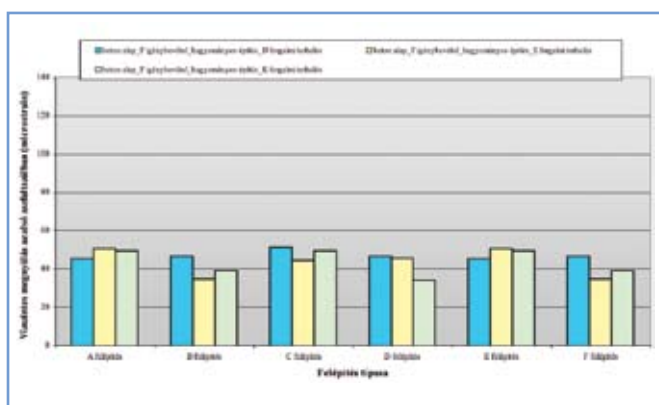
12. ábra: Behajlás a pályaszerkezet felszínén, a 150 mm vastagságú, hidraulikus kötőanyagú stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben



15. ábra: Behajlás a pályaszerkezet felszínén, a 200 mm vastagságú, hidraulikus kötőanyagú stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben



13. ábra: Vízszintes megnyúlás az alsó aszfaltszállban, a 200 mm vastagságú, hidraulikus kötőanyagú stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben



16. ábra: Vízszintes megnyúlás az alsó aszfaltszállban, a 200 mm vastagságú, beton alapréteggel épített pályaszerkezetben

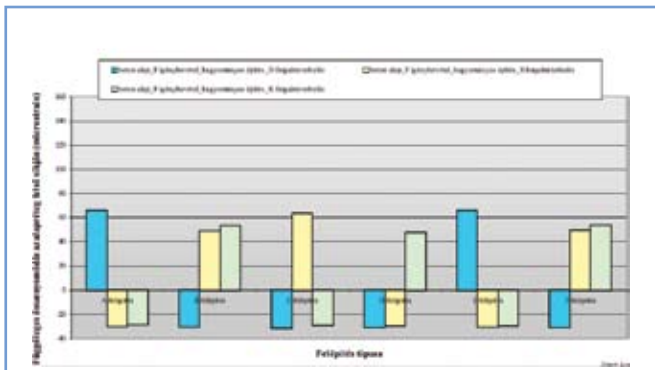
Az aszfalt térfogat-összetételének függvényében, valamint az  $E_{bit}$  bitumenmodulus ismeretében az aszfalt  $E_{aszfalt}$  modulusát a belga Francken és Verstraeten módszerével lehet meghatározni, mely összefüggést a következőkben közlünk.

Először az alacsony hőmérsékleten, rövid terhelésnél érvényes moduluszt ( $E_{végtelen}$ , MPa) kell meghatározni:

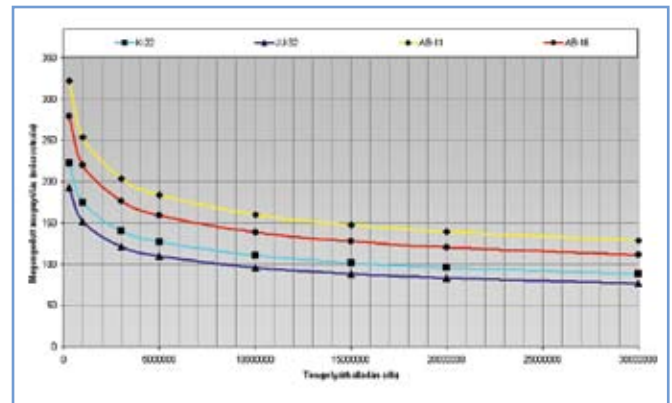
$$E_{végtelen} = 1,436 \cdot 10^4 \left(\frac{k}{b}\right)^{0,55} \exp(-5,84 \cdot 10^{-2} h)$$

Ezt a magas értéket kell egy redukáló  $R$  tényezővel megszorozni ( $R < 1$ ), hogy egy megválasztott hőmérsékleten, megválasztott terhelési időnél megkapjuk az  $E_{aszfalt}$  modulusát.

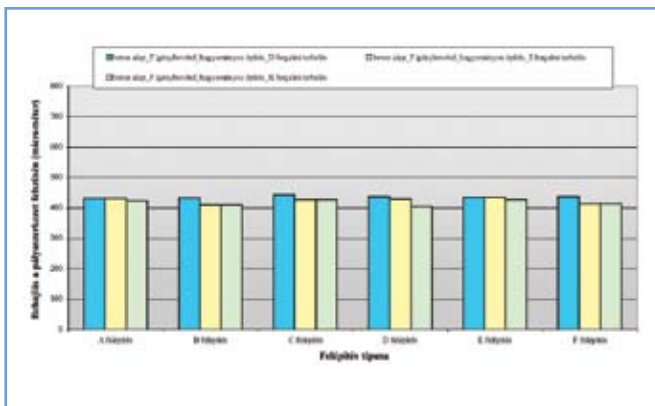
$$\log R = \log S_{bit} \left\{ 1 - 1,35 \left[ 1 - \exp(-0,13 \frac{k}{b}) \right] (1 + 0,1 \log S_{bit}) \right\}$$



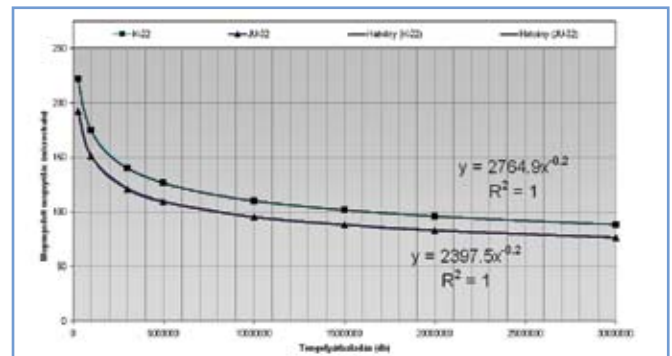
17. ábra: Függőleges összenyomódás az alapréteg felső síkján, a 200 mm vastagságú, beton alapréteggel épített pályaszerkezetben



19. ábra: Megengedett megnyúlás az aszfaltrétegben, a Grand-Couronne-összefüggés alapján



18. ábra: Behajlás a pályaszerkezet felszínén, a 200 mm vastagságú, beton alapréteggel épített pályaszerkezetben



20. ábra: Megengedett megnyúlás az aszfaltrétegben, a Grand-Couronne-összefüggés alapján

A 3. táblázatban közöltük a számításainkhoz felhasznált aszfalt-típusokat, a következőkben a normál igénybevételi kategóriába tartozó aszfalttípusok, az ÚT 2-3.301:2006 szerinti átlag aszfalt-technológiai tervezési paraméterek alapján meghatározzuk a fenti előrebecslő képletek alapján azok méretezési modulusait, azzal a feltételezéssel élve, hogy egy meglévő pályaszerkezetben lévő rétegek modulusai az élettartam alatt a kezdeti modulus 50 százalékára csökkennek.

A felépítések alapján kiszámítottuk a normál igénybevételi kategóriában, C és D forgalmi terhelési kategóriára a típus-pályaszerkezetekben az aszfalt alsó szálában keletkező mértékadó megnyúlásokat.

A mértékadó megnyúlásokat összehasonlítottuk a megengedett megnyúlásokkal. A megengedett megnyúlás értékét laborvizsgálatokkal, vagy előrebecslő módszerekkel lehet meghatározni. Mivel laboratóriumi fáradásvizsgálatokat a normál igénybevételi kategóriában alkalmazható aszfaltokra nem végeztünk el, ezért a széles körűen alkalmazott Shell-Grand Couronne-féle eljárást alkalmaztuk, amely széles laboratóriumi vizsgálsorozatokra alapult. Az összefüggés szerint az  $\epsilon$  fáradási nyúlás és az  $N$  teherisméltési szám között a következő összefüggés áll fenn:

$$\epsilon = \frac{(0,3P_i - 0,015P_{iB} - 0,198)E_{aszfalt}}{N^{0,2}}$$

9. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés alsó határán, teljes aszfalt pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
Teljes aszfalt N igénybevétel hagyományos építés C forgalmi terhelés	300 000	A	210,20	393 762	31	B	0,00	Nem építhető	
		C	207,20	423 105	41	D	0,00	Nem építhető	
	1 000 000	A	166,10	1 278 053	28	B	155,60	868 451	-13
		C	164,00	1 362 002	36	D	153,60	926 482	-7

10. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés felső határán, teljes aszfalt pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam %
Teljes aszfalt N igénybevétel Hagyományos építés C forgalmi terhelés	1 000 000	A	210,20	393 762	-61	B	0,00	Nem építhető	
		C	207,20	423 105	-58	D	0,00	Nem építhető	
	3 000 000	A	166,10	1 278 053	-57	B	155,60	868 451	-71
		C	164,00	1 362 002	-55	D	153,60	926 482	-69

11. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés alsó határán, 200 mm vastagságú, M50 mechanikai stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
M50 alap N igénybevétel Hagyományos építés C forgalmi terhelés	300 000	A	250,80	162 839	-46	B	233,40	114 364	-62
		C	247,40	174 341	-42	D	229,10	125 507	-58
	1 000 000	A	194,80	576 040	-42	B	182,20	394 504	-61
		C	192,10	617 675	-38	D	0,00	Nem építhető	

12. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés felső határán, 200 mm vastagságú, M50 mechanikai stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
M50 alap N igénybevétel Hagyományos építés C forgalmi terhelés	1 000 000	A	250,80	162 839	-84	B	233,40	114 364	-89
		C	247,40	174 341	-83	D	229,10	125 507	-87
	3 000 000	A	194,80	576 040	-81	B	182,20	394 504	-87
		C	192,10	617 675	-79	D	0,00	Nem építhető	

ahol

- $\epsilon$  – a fáradási nyúlás, microstrain
- $PI$  – a penetrációs index
- $b$  – a bitumentartalom, térfogatszázalék
- $E_{aszfalt}$  – az aszfaltkeverék modulusa, MPa

A Shell-Grand Couronne-képlet alapján kiszámított megengedett megnyúlásokat a 19. ábra foglalja össze. A mértékadó igénybevételek és a megengedett igénybevételek összehasonlításánál a kopórétegekre vonatkozó értékeket nem kell figyelembe venni, hiszen a kopórétegekben vízszintes megnyúlás szempontjából mértékadó igénybevétel nem keletkezik (kivéve az alól az az eset, amelyben a kopóréteg hibás kivitelezés és/vagy technológia miatt nem tapad az alatta lévő réteghöz).

A K-22 és JU-32 keverékek fáradási egyeneseire trendvonalat illesztettünk, amelyet a 20. ábra mutat be. A trendvonalak egyenleteit átalakítva olyan összefüggéshez jutunk, amely alapján kiszámítható, hogy az általunk modellezett típus-pályaszerkezetekben keletkező mértékadó igénybevételek (megnyúlások) milyen mértékű forgalmi terheléshez tartoznak.

### TÍPUS-PÁLYASZERKEZETEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA A NORMÁL IGÉNYBEVÉTELI KATEGÓRIÁBAN

A vizsgálat során kiszámítottuk a fajlagos vízszintes megnyúlás értékét az aszfalt pályaszerkezet alsó síkjában (microstrain). Kiszámítottuk továbbá a C és D forgalmi terhelési kategória alsó és felső határán, hogy a fáradási összefüggés alapján milyen mértékű meg-

13. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés alsó határán, 200 mm vastagságú, FZKA stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
FZKA alap N igénybevétel	300 000	A	271,20	110 141	-63	B	251,90	78 100	-74
		C	265,90	121 564	-59	D	248,20	84 098	-72
Hagyományos építés C forgalmi terhelés	1 000 000	A	208,80	407 141	-59	B	0,00	Nem építhető	
		C	205,80	437 694	-56	D	192,30	301 229	-70

14. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés felső határán, 200 mm vastagságú, FZKA stabilizációs alapréteggel épített pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
FZKA alap N igénybevétel	1 000 000	A	271,20	110 141	-89	B	251,90	78 100	-92
		C	265,90	121 564	-88	D	248,20	84 098	-92
Hagyományos építés C forgalmi terhelés	3 000 000	A	208,80	407 141	-86	B	0,00	Nem építhető	
		C	205,80	437 694	-85	D	192,30	301 229	-90

15. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés alsó határán, 150 mm vastagságú, CKt alapréteggel épített pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
150mm CKt alap N igénybevétel	300 000	A	250,50	163 817	-45	B	236,60	106 836	-64
		C	248,50	170 516	-43	D	0,00	Nem építhető	
Hagyományos építés C forgalmi terhelés	1 000 000	A	196,10	557 198	-44	B	184,50	370 520	-63
		C	194,00	588 015	-41	D	181,90	397 768	-60

engedett megnyúlás keletkezhet a szerkezetben. A fáradási összefüggés alapján a méretezési modellben felvett típusszerkezetben keletkező megengedett igénybevételeket a fáradási képlet átalakításával meghatároztuk, és egységtengetly darabszámmá konvertáltuk, majd százalékosan arányba állítottuk a forgalmi terhelési kategória által megszabott forgalmi terhelések nagyságával (alsó, felső határ), kimutatva ezzel, hogy egy fáradási folyamat után lévő szerkezetben milyen tartalékokat lehet figyelembe venni. A kapott eredményeket a 9–22. táblázatok foglalják össze.

Megjegyezzük, hogy a százalékos arányok csak a típus-pályaszerkezetek közötti összehasonlításra alkalmasak, hiszen a méretezési és fáradási modelleket ugyan a valóságot megközelítően vettük fel, de azok nem konkrét, meglévő szerkezetekre vonatkoznak. A számítások végrehajtásával demonstrálni szerettük volna, hogy

meglévő szerkezetek aszfaltmechanikai laboratóriumi és terepi vizsgálatával a pályaszerkezetekben lévő teherbírási tartalékok (vagy hiányok) kimutathatóak.

## 6. EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy az egyes felépítéstípusok között (különböző aszfaltrétegekből felépített pályaszerkezetek között, (A–F)), az azonos igénybevételi kategóriában (D, E, K) eltérő mértékű igénybevételek keletkeznek. A különböző forgalmi terhelési kategóriák között a fáradási törvények miatt eltérő igénybevételek jelentkeznek, a növekvő terhelések (egységtengetlyszám-növekedés, a forgalmi terhelési kategória növekedése) csökkenő mértékadó igénybevételekkel kell, hogy párosuljanak. Ezt számításaink minden esetben alátámasztják.

16. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés felső határán, 150 mm vastagságú, CKt alapréteggel épített pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
150 mm CKt alap N igénybevétel Hagyományos építés C forgalmi terhelés	1 000 000	A	250,50	163 817	-84	B	236,60	106 836	-89
		C	248,50	170 516	-83	D	0,00	Nem építhető	
	3 000 000	A	196,10	557 198	-81	B	184,50	370 520	-88
		C	194,00	588 015	-80	D	181,90	397 768	-87

17. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés alsó határán, 200 mm vastagságú, CKt alapréteggel épített pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
200 mm CKt alap N igénybevétel Hagyományos építés C forgalmi terhelés	300 000	A	220,60	309 293	3	B	0,00	Nem építhető	
		C	0,00	Nem építhető		D	0,00	Nem építhető	
	1 000 000	A	199,00	517 764	-48	B	188,50	332 841	-67
		C	198,10	529 633	-47	D	187,40	342 724	-66

18. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés felső határán, 200 mm vastagságú, CKt alapréteggel épített pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
200 mm CKt alap N igénybevétel Hagyományos építés C forgalmi terhelés	1 000 000	A	220,60	309 293	-69	B	0,00	Nem építhető	
		C	0,00	Nem építhető		D	0,00	Nem építhető	
	3 000 000	A	199,00	517 764	-83	B	188,50	332 841	-89
		C	198,10	529 633	-82	D	187,40	342 724	-89

Természetesen önmagában a kisebb igénybevétel „csak” műszakilag jelent jobb pályaszerkezetet. Az igénybevételek mellé a pályaszerkezet bekerülési költségét is mellé kell rendelni, vagyis a pályaszerkezet értékelemzését el kell végezni.

Az egyes típus-pályaszerkezetek közötti különbség is csak abban az esetben értelmezhető, amennyiben a típus-pályaszerkezetek közötti bekerülésköltség-különbség is kiszámítható. Példaként említjük, hogy a beton alapréteggel épített pályaszerkezetek esetében az aszfalt alsó szálának megnyúlása nagyságrendileg fele/harmad akkora, mint a

többi típus-pályaszerkezet esetében. Ennek a típus-pályaszerkezetnek azonban a bekerülési költsége fajlagosan (elvéileg) a legmagasabb az összes típus-pályaszerkezet közül. Még árnyaltabb képet kapunk, amennyiben a vizsgálatban az egyes típus-pályaszerkezetek fenntartási költségeit is figyelembe vesszük (utólagos süllyedések veszélye, reflexiós repedések kiöntése stb.). A műszaki-gazdasági elemzést nem csak az alsó aszfaltszál megnyúlása alapján kell elvégezni, hanem figyelembe kell venni az alapréteg és a földmű igénybevételeit is, és ezeket a határ-igénybevételekkel össze kell hasonlítani.

19. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés alsó határán, beton alaprétéggel épített pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
Beton alap N igénybevétel hagyományos építés C forgalmi terhelés	300 000	A	77,19	58 964 679	19 555	B	72,77	38 817 826	12 839
		C	0,00	Nem építhető		D	72,92	38 420 214	12 707
	1 000 000	A	76,77	60 595 370	5 960	B	72,28	40 151 554	3 915
		C	76,94	59 928 890	5 893	D	72,51	39 518 782	3 852

20. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés felső határán, beton alaprétéggel épített pályaszerkezetben

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
Beton alap N igénybevétel hagyományos építés C forgalmi terhelés	1 000 000	A	77,19	58 964 679	5796	B	72,77	38 817 826	3782
		C	0,00	Nem építhető		D	72,92	38 420 214	3742
	3 000 000	A	76,77	60 595 370	1920	B	72,28	40 151 554	1238
		C	76,94	59 928 890	1898	D	72,51	39 518 782	1217

21. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés alsó határán, inverz pályaszerkezetben az SN 640 324a szabvány szerint, S1 alacsony földmű teherbírási osztályban (CBR 3–6%)

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés (F100, db)	Többlet élettartam (%)
Inverz szerkezet N igénybevétel Hagyományos építés C forgalmi terhelés	300 000	A	253,40	154 655	-48	B felépítés	239,00	101 579	-66
		C	251,10	161 869	-46	D felépítés	0,00	Nem építhető	
	1 000 000	A	192,40	612 875	-39	B felépítés	0,00	Nem építhető	
		C	190,50	644 054	-36	D felépítés	178,60	435 899	-56

A kompakt pályaszerkezetek az aszfalt fajlagos megnyúlását markánsan nem befolyásolják. A kompakt szerkezetek előnyét nem a fáradási tulajdonságokban tudjuk kimutatni.

Az egyes aszfaltkeverékek más és más tulajdonságokkal rendelkeznek, és ezt a különbséget a típus-pályaszerkezetek nem képesek kezelni, hiszen a típus-pályaszerkezeteket egy átlagos, közelítő aszfaltmodulussal határozták meg. A típus-pályaszerkezetek alkalmazását természetesen nem tartjuk elvetendőnek, azonban műszaki-gazdasági elemzés a mechanikai méretezés egyedi pályaszerkezetekre való alkalmazása nélkül nem hajtható végre. A más (nagyobb/kisebb) „teljesítménnyel” bíró keverékek előnye/hátránya csak a mechanikai méretezéssel mutatható ki.

A meglévő pályaszerkezetek gazdaságos analitikus számítását a jövőben mindenképpen megkönnyítené, ha az OKA-adatok sorába be lehetne emelni a most létesülő új pályaszerkezeteket alkotó keverékek kezdeti merevségi modulusait, valamint beépülő kötő- és alaprétégek fáradási egyeneseit. Ezek ismeretében ugyanis a későbbiekben bekövetkező felújítások alkalmával meghatározhatók a felújítást megelőző időponthoz tartozó merevségi modulusok, illetve az egyes, akkor már a forgalmi terhelés által igénybevett rétegek még hátralévő élettartama. Így, tetszőleges számú régi réteget megtartva, könnyen kialakíthatjuk a leg-gazdaságosabb, illetve a legtartósabb felújítás új rétegtrendjét, technológiáját.

21. táblázat: A pályaszerkezet élettartama (%) a forgalmi terhelés alsó határán, inverz pályaszerkezetben az SN 640 324a szabvány szerint, S1 alacsony földmű-teherbírási osztályban (CBR 3–6%)

Pályaszerkezet	Forgalmi terhelési kategória felső határa, F100, db	K-22				JU-32			
		Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %	Felépítés típusa	Mértékadó megnyúlás	A mértékadó megnyúlás alapján számított forgalmi terhelés, F100, db	Többlet élettartam, %
Inverz szerkezet N igénybevétel Hagyományos építés C forgalmi terhelés	1 000 000	A	253,40	154 655	-85	B	239,00	101 579	-90
		C	251,10	161 869	-84	D	0,00	Nem építhető	
	3 000 000	A	192,40	612 875	-80	B felépítés	0,00	Nem építhető	
		C	190,50	644 054	-79	D felépítés	178,60	435 899	-85

## SUMMARY

### ANALYTICAL DESIGN OF STRENGTHENED PAVEMENTS.

By using softwares during pavement design which softwares are based on analytical calculations pavement design and construction can become economically effective. For this the pavement quality (type of pavement, and strength of pavement) should be known before the calculation. The analytical pavement design in urban environment (tense concrete bases, height strictures) can be used systematically, which results a technologically and economically optimal pavement management.

## AZ AUSZTRÁLIAI ÚTHÁLÓZAT TELJESÍTMÉNYE AZ ÚTHASZNÁLÓK SZEMPONTJÁBÓL

### A ROAD USERS PERSPECTIVE OF NETWORK PERFORMANCE IN AUSTRALIA

CH. WAINGOLD, D. PATERSON

ROUTES / ROADS NO. 334. 2007. 2. P. 35–43. Á:6, T:1, H:6.

Ausztrália állami közúthálózatának fejlesztése és kezelése mindig jól meghatározott teljesítménycélok kitűzésével történt. A közlekedési szervezetek és hatóságok 2004-ben közösen nemzeti teljesítménymutatókat határoztak meg, melyek a hatékonyság javítását szolgálják. A teljesítményi mérőszámok elsősorban a közúti szakirányítás szempontjait elégítik ki, és eddig kevesebb figyelmet fordítottak az úthasználók igényeinek megismerésére. A közelmúltban telefonos kikérdezéssel fordultak az ingázó úthasználókhoz (1200 fő) és a teherfuvarozókhoz (300 fő). A kikérdezés eredménye alapján megállapították az úthasználók részéről megnyilvánuló prioritási sorrendet a teljesítménymutatók tekintetében. Az értékelés két dimenzió mentén történt, a fontosságot és a megelégedettséget egyaránt számításba vették. A legfontosabb tényezőknek az utazási idő és annak megbízhatósága, valamint az elérhető sebesség bizonyult. A teherfuvarozók e tényezők kapcsán elégedetlenséget jeleztek. Érdekes kérdés az utazási idő megbízhatósága, melyet a felvétel során

igyekeztek tisztázni. Az utazási idő és annak még elfogadható túllépése között a kapcsolat nem lineáris. Az ingázók fél órán belüli utazási idő esetén 5 perc, fél és egy óra közötti utazási idő esetén 10 perc időtúllépést képesek elfogadni. A megkérdezettek ugyancsak fontosnak tartották, hogy naprakész információval rendelkezzenek az útállapotokról és a forgalmi helyzetről, különösen csúcsforgalmi időszakokban. A média által közvetített általános helyzetkép helyett jobbnak tartanák a célzott, területileg leszűkített információt például a nagyvárosok alagútjairól. A forgalmi dugók és korlátozások ismerete mellett igény mutatkozik a várható utazási idő előrebecslésére, mely jelenleg még nem megoldott. A közútkezelőknek ezért célszerű megszervezni az utazási idő információ rendszeres gyűjtését és adatbázisba foglalását, majd ennek alapján az úthasználók felé a várható utazási idő közvételét.

G. A.



# AZ ELMÚLT ÉVEK DINAMIKUS TENGELYTERHELÉS-MÉRÉSI EREDMÉNYEINEK VIZSGÁLATA

DR. GULYÁS ANDRÁS<sup>1</sup>

## 1. A JÁRMŰÁTSZÁMÍTÁSI SZORZÓK MEGHATÁROZÁSA

A közúti forgalom egyik lényeges jellemzője a nehéz tehergépkocsi tengelyterhelése, amely az útpályaszerkezetek forgalomból eredő károsodását okozza, és jelentősen hozzájárul az utak és hidak szerkezetének kifáradásához. Az útpályaszerkezet feladata a forgalom által okozott terhelések felvétele, ezért a méretezés szempontjából a nehéz forgalom ismerete különös jelentőséggel bír.

A pályaszerkezet-méretezésben használatos járműátszámítási szorzókat (egységtengety egyenérték-tényezőket) az ÚT 2-1.202:2005 Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése című útügyi műszaki előírás M1. melléklete tartalmazza. Az említett mellékletben található járműátszámítási szorzó értékek az 1996-tól kezdődően folyamatosan végzett dinamikus tengelyterhelés-mérések eredményeiből (Weigh-in-Motion, WIM) származnak, és azokat rendszeresen felülvizsgáljuk.

Korábbi vizsgálatok és az elmúlt években elvégzett mérések szerint a nehéz teherforgalom tengelyterhelései folyamatosan növekednek, ezért a járműátszámítási szorzókat az összevont és részletes járműkategóriákra évente kiszámítjuk az aktuális dinamikus tengelyterhelés-mérési eredmények alapján.

A 2007. évi dinamikus tengelyterhelés-mérési eredmények feldolgozása során a számításba bevonható mérőhelyeket az ISO 5725-2 elemző tesztjével (Grubbs' outlier test) válogattuk ki [1]. Az eljárás lényege, hogy egy erre alkalmas statisztikai mérőszámot egy előre megadott határértékhez viszonyítva kizárhatók a „sorból kilógó” adatokat adó mérőhelyek. Az ilyen mérőhelyeket ezután mielőbb újra kalibráltjuk.

Az iteratív módon megismételt teszt a figyelembe vett mérőhelyek számát ugyan csökkenti, de a megmaradó adatok megbízhatóságát növeli. A feldolgozáskor főként a kevés mért járművel és ebből következően nagy szórással rendelkező mérőhelyek, illetve jellemzően az újrakalibrálást igénylő mérőhelyek estek ki.

A statisztikai kézikönyvekben a Grubb's tesztekhez megtalálhatók azok a 95%-os megbízhatósági szintre megadott táblázatos értékek, amelyekkel a számított értékeket összehasonlítva az adatok kivülállósága megállapítható. Az iterációs feldolgozás során az eredeti 17 mérőhelyből megmaradt tíz mérőhely adatait vettük figyelembe a járműátszámítási szorzók meghatározásánál. Az összesített relatív szórás 15%, ami lényegesen kedvezőbb, mint a korábbi feldolgozások hasonló jellemzője.

A 2007. évi feldolgozásban megjelennek az új telepítésű WIM-mérőhelyek, melyek a 7. és 8. főút Székesfehérvárt nyugatról elkerülő szakaszán, valamint az M3 keleti részén, az M5, az M6 és az M7 autópályákon találhatók. Ezek a mérőhelyek is jelentős mennyiségű jármű adatait mérték meg, így összesen mintegy 3,24 millió mérést lehetett feldolgozni.

Az 1. táblázatban mind az ÚT 2-1.202 M1.1 táblázatában szereplő összevont járműkategóriák, mind az ÚT 2-1.202 M1.1 ábráján szereplő részletes járműkategóriák 2007. évi adatokból számított járműátszámítási szorzóit megadtuk. A 2. táblázat és az 1. ábra bemutatja a jelenleg alkalmazott és a 2007. évi mérési eredményekből meghatározott járműátszámítási szorzók alakulását. Az ÚT 2-1.202 szerinti értékek és a 2007. évi eredmények matematikai-statisztikai vizsgálata (kétmintás t-próba) alapján megállapítható, hogy az eredmények statisztikailag nem térnek el egymástól. A domináns E2 járműkategória (öttengetyes nyerges szerelvénnyel 1+1+3 tengelyelrendezéssel) szorzója nem változott. *Összességében tehát az útügyi műszaki előírás járműátszámítási szorzóinak módosítása nem indokolt.*

A vizsgálatokat elvégeztük a 2006. és 2007. évi WIM-mérési eredmények összevontásával is. 2006-ban kevesebb feldolgozható mérést végeztek, ezért mintegy 425 ezer nehéz jármű adatait lehetett vizsgálni, melyek feldolgozott eredményeit az egyes járműkategóriákban mért járműszámok szerint súlyozva összevontuk a 2007. évi mérési eredményekkel. A 3. táblázat és a 2. ábra mutatja be ezeket az összevont 2006–2007. évi eredményeket, melyek alapján az előbbiekhöz hasonló következtetések vonhatók le, vagyis az útügyi műszaki előírásban szereplő járműátszámítási szorzók értéke több éves távlatban is megfelelő.

## 2. A 11,5 TONNA MEGENGEDETT TENGELYTERHELÉS FIGYELEMBE VÉTELE

Az ÚT 2-1.202:2005 Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése című útügyi műszaki előírásban az egyes 115 kN-as tengely (és a megfelelő kettős tengelyek) többlet fűrésztő hatásának figyelembevételére egy külön általános  $z = 1,5$  tényező szolgál. Az útügyi műszaki előírás átdolgozásakor felmerült az igény a többlet fűrésztő hatás differenciáltabb figyelembevételére. A vizsgálatok a részletes WIM-mérési eredmények felhasználásával történtek.

Minden járműosztály mindegyik tengelyére elvégeztük a tengelyterhelés eloszlásfüggvényéből a terhelés ötödik hatványával számított rongáló (fűrésztő) hatás elemzését, és megállapítottuk a többlet fűrésztő hatás mértékét. Erre példát a 3. és 4. ábrák mutatnak, melyek a leggyakoribb előfordulású E2 járműosztály

<sup>1</sup> Okl. építőmérnök, szakmérnök, PhD., közúti információs igazgató Magyar Közút Nonprofit Zrt., e-mail: gulyas@kozut.hu

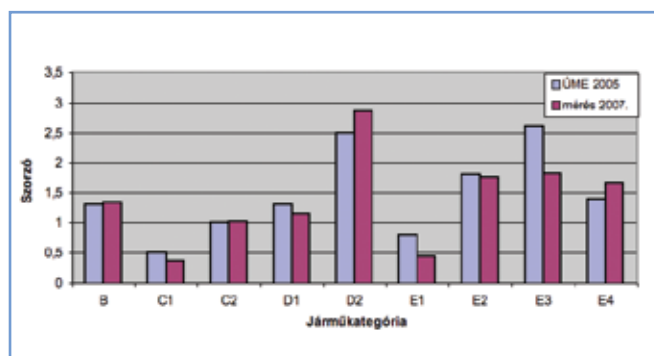
1. táblázat: Egységtengely-átszámítási szorzók meghatározása, 2007.

Járműkategória	Jármű db	Kategória arány	ET szorzó	Relatív szórás	ÚME 2005	Mérés 2007	Eltérés
B1 Szóló busz	280 502	9%	<b>1,348</b>	27%			
B2 Csuklós busz	20 458	1%	<b>1,128</b>	84%			
C1 Kéttengelyes tehergépkocsi	136 885	4%	<b>0,366</b>	82%	0,5	0,4	-0,1
C2 Többtengelyes tehergépkocsi	23 126	1%	<b>1,026</b>	21%	1,0	1,0	0,0
D1 Kéttengelyes tehergépkocsi pótkocsival	334 808	10%	<b>1,146</b>	37%	1,3	1,1	-0,2
D2 Többtengelyes tehergépkocsi pótkocsival	103 662	3%	<b>2,853</b>	23%	2,5	2,9	0,4
E1 Nyerges szerelvény 1+1+2	407 400	13%	<b>0,444</b>	39%	0,8	0,4	-0,4
E2 Nyerges szerelvény 1+1+3	1 870 342	58%	<b>1,752</b>	11%	1,8	1,8	0,0
E3 Nyerges szerelvény 1+2+2	54 512	2%	<b>1,818</b>	35%	2,6	1,8	-0,8
E4 Nyerges szerelvény 1+2+3	10 883	0%	<b>1,658</b>	32%	1,4	1,7	0,3
B Egyes és csuklós autóbusz	300 960	9,3%	<b>1,333</b>	27%	1,3	1,3	0,0
C Egyes nehéz tehergépkocsi (7,5 t felett)	160 011	4,9%	<b>0,461</b>	77%	0,6	0,5	-0,1
D Pótkocsis tehergépkocsi	438 470	13,5%	<b>1,550</b>	33%	1,6	1,5	-0,1
E Nyerges szerelvény	2 343 137	72,3%	<b>1,526</b>	10%	1,7	1,5	-0,2
D+E szerelvények	2 781 607	86%	<b>1,530</b>	13%			
<b>Összes nehéz jármű</b>	<b>3 242 578</b>	<b>100%</b>	<b>1,459</b>	<b>15%</b>			

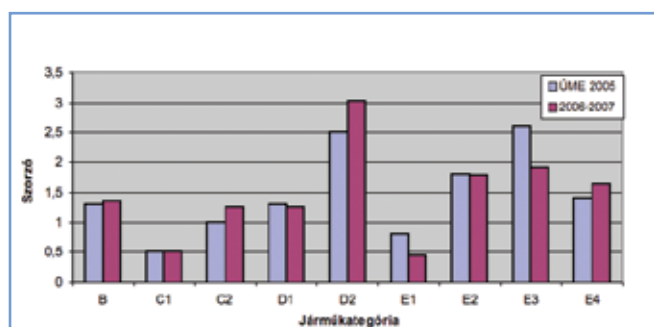
10 mérőhely adataiból

2. táblázat: Járműátszámítási szorzók összehasonlítása a 2007. évi mérésből

Járműkategória	ÚME 2005	Mérés 2007	Eltérés
C1 Kéttengelyes tehergépkocsi	0,5	0,4	-0,1
C2 Többtengelyes tehergépkocsi	1,0	1,0	0,0
D1 Kéttengelyes tehergépkocsi pótkocsival	1,3	1,1	-0,2
D2 Többtengelyes tehergépkocsi pótkocsival	2,5	2,9	0,4
E1 Nyerges szerelvény 1+1+2	0,8	0,4	-0,4
E2 Nyerges szerelvény 1+1+3	1,8	1,8	0,0
E3 Nyerges szerelvény 1+2+2	2,6	1,8	-0,8
E4 Nyerges szerelvény 1+2+3	1,4	1,7	0,3
B Egyes és csuklós autóbusz	1,3	1,3	0,0
C Egyes nehéz tehergépkocsi (7,5 t felett)	0,6	0,5	-0,1
D Pótkocsis tehergépkocsi	1,6	1,5	-0,1
E Nyerges szerelvény	1,7	1,5	-0,2



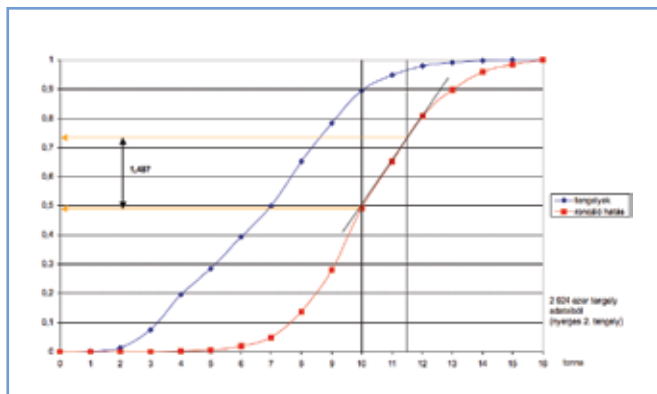
1. ábra: Egységtengely-átszámítási szorzók alakulása, 2007.



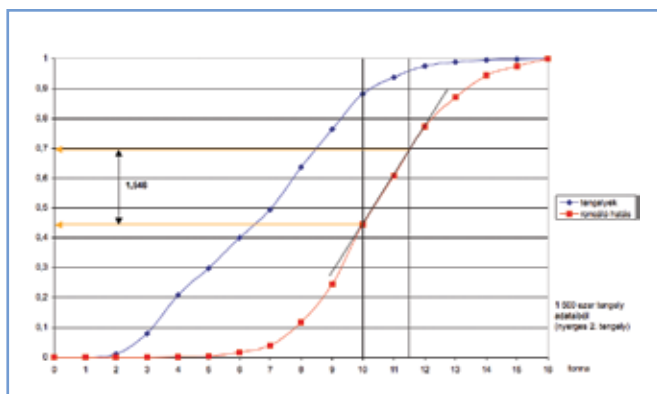
2. ábra: Egységtengely-átszámítási szorzók alakulása, 2006–2007.

3. táblázat: Járműátszámítási szorzók összehasonlítása a 2006–2007. évi mérésekből

Járműkategória	ÚME 2005	Mérés 2006-2007	Eltérés
C1 Kéttengelyes tehergépkocsi	0,5	0,5	0,0
C2 Többtengelyes tehergépkocsi	1,0	1,3	0,3
D1 Kéttengelyes tehergépkocsi pótkocsival	1,3	1,3	0,0
D2 Többtengelyes tehergépkocsi pótkocsival	2,5	3,0	0,5
E1 Nyerges szerelvény 1+1+2	0,8	0,4	-0,4
E2 Nyerges szerelvény 1+1+3	1,8	1,8	0,0
E3 Nyerges szerelvény 1+2+2	2,6	1,9	-0,7
E4 Nyerges szerelvény 1+2+3	1,4	1,6	0,2
B Egyes és csuklós autóbusz	1,3	1,4	0,1
C Egyes nehéz tehergépkocsi (7,5 t felett)	0,6	0,6	0,0
D Pótkocsis tehergépkocsi	1,6	1,7	0,1
E Nyerges szerelvény	1,7	1,6	-0,1



3. ábra: Többlet fásztóhatás mértéke, 2000–2003.



4. ábra: Többlet fásztóhatás mértéke, 2002–2004.

4. táblázat: Többlet fásztóhatás arányai (11,5 tonna / 10 tonna)

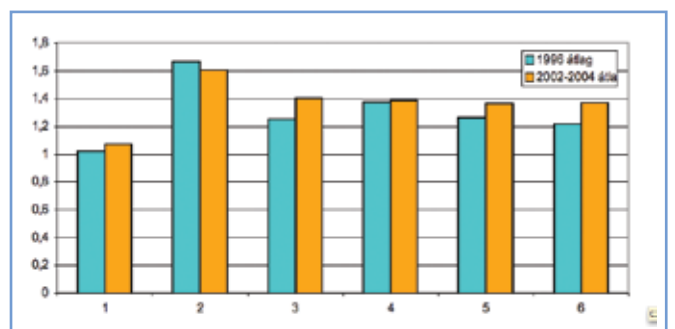
Jármű-kategória	Tengely					
	1	2	3	4	5	6
B1	1,045	1,888				
B2	1,014	1,479	1,684			
C1	1,150	1,541				
C2	1,122	1,610	1,398			
D1	1,085	1,599	1,370	1,492	1,299	
D2	1,095	1,721	1,289	1,447	1,418	1,355
E1	1,029	1,319	1,241	1,324		
E2	1,034	1,546	1,307	1,208	1,203	
E3	1,074	1,966	1,545	1,453	1,504	
E4	1,063	1,360	1,360	1,385	1,381	1,387
Átlag	1,071	1,603	1,399	1,385	1,361	1,371
Szórás	0,043	0,208	0,147	0,105	0,115	0,023
Relatív szórás	4%	13%	10%	8%	8%	2%

(1+1+3 tengelyes nyerges szerelvények) leginkább terhelt második tengelyének adatait veszik figyelembe. Az ábrákból látható, hogy a nagyszámú mérésből egyrészt statisztikailag azonos eredményt kaptunk (az eltérés csak 4%), másrészt a tengelyterhelések abszolút értéke az időben növekszik.

A részletes elemzéshez a 2002–2003–2004. év WIM-mérési eredményeit használtuk fel. A 4. táblázat tartalmazza a számítások eredményeként kapott többlet fásztóhatást járműkategóriák és tengelyek szerinti bontásban. Az 5. táblázat és az 5. ábra tengelyenként összehasonlítja az eredményeket egy korábbi (1996) vizsgálat eredményeivel. A 6. táblázatban láthatók azok a járműátszámítási szorzók, melyek akkor lennének alkalmazhatók, ha a méretezés új alapja a 11,5 tonna egység tengely lenne. Ezeknek a fiktív járműátszámítási szorzóknak a vizsgált járműszámokkal súlyozott átlaga (1,46) a jelenleg alkalmazott 1,5 értékű általános tényezővel igen jó egyezést mutat. Az ismertetett elemzés

5. táblázat: Tengelyek fásztó hatása, összehasonlítás az 1996. évi adatok vizsgálatával

Megnevezés	Tengely					
	1	2	3	4	5	6
1996 átlag	1,023	1,668	1,253	1,375	1,264	1,216
2002–2004 átlag	1,071	1,603	1,399	1,385	1,361	1,371
Eltérés	5%	-4%	12%	1%	8%	13%



5. ábra: Tengelyek fásztó hatása, összehasonlítás az 1996. évi adatok vizsgálatával

azonban kizárólag tudományos jellegű, mert a gyakorlatban a pályaszerkezet-méretezés alapja továbbra is a 10 tonna egység-tengely marad.

## IRODALOM

[1] Gulyás A.: Az aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésénél használatos járműátszámítási szorzók felülvizsgálata. Közúti és Mélyépítési Szemle, 2002. 4.

## SUMMARY

### ANALYSIS OF WEIGH-IN-MOTION MEASUREMENT RESULTS OF RECENT YEARS

Axle loads of heavy vehicles are the main cause of deterioration of road pavement structures. Weigh-in-motion (WIM) measurements have been performed in Hungary since 1996. Technical specification for flexible pavement structural design contains equivalent standard axle load (ESAL) factors based on WIM measurement results. These factors are revised regularly. Current revision includes results from recently implemented WIM stations on newly constructed sections. Altogether more than 3 million heavy vehicles data have been used in the analysis. Results show that there is no statistical difference between existing and presently calculated ESAL factors therefore there is no need for modification of the technical specification. The second part of the analysis deals with the potential effect of 11.5 ton standard axle load instead of the existing 10 ton standard axle load. Calculations of deterioration effect demonstrated that the 1.5 factor generally used in pavement structural design for concerning the effect of 11.5 ton maximum permitted axle load was correct.

6. táblázat: Járműátszámítási szorzók 11,5 tonna feltételezett egység-tengelyre

Járműkategória	ET 11,5 t	ÚME 2005	Arány
C1 Kéttengelyes tehergépkocsi	0,74	0,5	1,48
C2 Többtengelyes tehergépkocsi	1,57	1,0	1,57
D1 Kéttengelyes tehergépkocsi pótkocsival	1,87	1,3	1,44
D2 Többtengelyes tehergépkocsi pótkocsival	3,66	2,5	1,46
E1 Nyerges szerelvény 1+1+2	0,48	0,8	0,60
E2 Nyerges szerelvény 1+1+3	2,29	1,8	1,27
E3 Nyerges szerelvény 1+2+2	4,95	2,6	1,90
E4 Nyerges szerelvény 1+2+3	2,47	1,4	1,76
B Egyes és csuklós autóbusz	2,44	1,3	1,88
C Egyes nehéz tehergépkocsi (7,5 t felett)	0,92	0,6	1,53
D Pótkocsis tehergépkocsi	2,37	1,6	1,48
E Nyerges szerelvény	2,09	1,7	1,23
D+E szerelvények	2,16	1,4	1,56
Összes nehéz jármű	1,90	1,3	1,46

## TENGELYTERHELÉS-MEGOSZTLÁS MEGHATÁROZÁSA A TEHERGÉPKOCSIK ÖSSZSÚLYÁBÓL ÉS SZÁMÁBÓL

### RELATING AXLE LOAD SPECTRA TO TRUCK GROSS VEHICLE WEIGHTS AND VOLUMES

S. W. HAIDER, R. S. HARICHANDRAN

JOURNAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING VOL. 133., 2007. 12. P. 696–705. Á:7, T:3, H:23.

Az USA-ban alkalmazott új mechanikai-empirikus pályaszerkezet-tervezési útmutató egyik fontos bemenő adata a tengelyterhelések megoszlása. A tényleges tengelyterhelések ismeretében a forgalom hatására létrejövő szerkezeti változások és hibák megbízhatóbban modellezhetők. Az ilyen részletességű adatgyűjtés azonban bonyolult és költséges, továbbá rendkívül munkaigényes. Ismerve a közúti szakirányítás korlátozott forrásait, a tervezési útmutató különböző forgalmi adatgyűjtési szinteket határozott meg az egyes mérőhelyektől a regionális átlagértékekig. A cikk egy gyakorlati módszert ismertet, mellyel a tehergépkocsiak össz súlyából és számából meghatározhatók a tengelyterhelések. A tehergépkocsiak össz súlyának megoszlása és az egyes járműkategóriák mennyiségi aránya együttesen alkalmas a különböző tengelykonfigurációk terheléeloszlásának jó közelítésű becslésére.

A többszörös regressziós elemzéssel létrehozott becslés pontosabb adatokat biztosít a méretezés számára a regionális átlagok felhasználásához képest. A tengelyterhelések és az össz súly eloszlásfüggvényeit két normális eloszlásból kiindulva összetett eloszlásfüggvényként határozzák meg, ahol a komponensek az üres és a terhelt járműveket reprezentálják. Bizonyos járműosztályok nagyobb jelentőséggel bírnak az egyes tengelyek eloszlásának számításában, míg más járműosztályok a többes tengelyek terheléeloszlását befolyásolják elsősorban. A leggyakrabban előforduló domináns járműkategória mindkét esetben meghatározó jelentőségű. A gyakorlatban elegendő néhány fontosabb járműosztály össz súlyeloszlásának ismerete a megfelelő megbízhatóságú tengelyterhelés-megoszlás becslésére.

G. A.

# AZ ÚTPÁLYASZERKEZETEK VÍZTELENÍTÉSE

TÁRCZY LÁSZLÓ<sup>1</sup> – DR. BUZÁS KÁLMÁN<sup>2</sup>

*Soha ne feledjük:*

*a nem megfelelő víztelenítés = rövid élettartamú út  
Az út legnagyobb ellensége a víz.*

## 1. BEVEZETÉS

Az útvíztelenítés komplex feladat, amelynek tervezése során nem elegendő az úttervek geometriáját követő elvezető árkok rutinszerű kijelölése és méreteinek meghatározása, hanem keresni kell az optimumot a különféle, néha nehezen összeegyeztethető tervezési szempont között. A klasszikus hidrológiai, hidraulikai méretezésen túl olyan talajmechanikai, környezetvédelmi, ökológiai, helyenként szerkezetépítési, vagy kárelhárítási kockázatot is mérlegelni kell a megoldás kiválasztása során, amely szempontokra korábban kevesebb figyelem összpontosult mind az előkészítési, mind a megvalósulási és üzemeltetési fázisban.

A tervezés során figyelemmel kell lenni az elvezető rendszer egymásra épülő, a legtöbb esetben egymással kölcsönhatásban lévő elemeinek azon sajátosságaira, melyek műszaki megoldásainál érvényesíteni kell az érintett természetes vízfolyások sajátos és sokszor az útépitéstől távoli igényeit, továbbá

- a felszíni csapadékvíz lefolyásának és elvezetésének,
- a pályaszerkezet víztelenítésének,
- az esetlegesen érintett (ivó)víz készlet védelmének,
- a talajvízhelyzet és -változás pályaszerkezetre gyakorolt hatásának, végül
- a tervezhető és a nem tervezett közúti üzem működéséből eredő környezetszennyezés mértékének esetenként szükségessé váló kezelési igényeit. A legbonyolultabb esetekben a felsorolt feladatok megoldási igénye együttesen jelentkezhet.

Az útvíztelenítés tervezésekor három, jól körülhatárolható részfeladat külön-külön is megfelelő megoldását és összhangba hozását kell biztosítani:

- a pályatestről és a külterületekről lefolyó csapadékvizek elvezetése,
- a pályaszerkezetbe jutó csapadékvizek kivezetése, és
- az üzemszerű működés és a havaria események során, a csapadékvíz-lefolyással keletkező környezetszennyezés megakadályozása.

A pályaszerkezet-víztelenítés része, de legalábbis érintettje mindhárom tervezési részfeladatnak.

## CSAPADÉKVIZEK ELVEZETÉSE

A felszíni csapadékvíz elvezetését a létesítmény védelme és a közlekedés biztonságos lebonyolítása érdekében tervezzük. Azonban mindkét cél elérése szempontjából kritikus helyzet alakult ki, amennyiben az elmúlt évtizedek klímakutatásai azt igazolják, hogy a tervezés hidrológiai alapjául szolgáló csapadékvízviszonyok megváltoztak, és a tervezési csapadékvízviszonyok érvényessége megkérdőjelezhető. Az 1970-es években kidolgozott csapadékvízviszonyok ma már nagy valószínűséggel nem érvényesek, a nagycsapadékok

előfordulási gyakorisága növekedett, és az előrejelzések szerint ez a jövőben tovább fog növekedni. Ezért a már üzemelő létesítményeknél és főleg az új tervezésűeknél valójában ismeretlen, de csökkent mértékű az elvezetés biztonsága. Egyes, az elmúlt évtizedek csapadékesemény-idősorainak még nem kellően részletes kiértékelése hiányában – csak becslésnek tekinthető vélemények szerint – a biztonság mértéke megfelelő volt. Például egy százéves visszatérési idejű csapadékokra, a jelenlegi csapadékvízviszonyok alapján méretezett áteresztelhetőségi gyakorisága már ötvenévente bekövetkezik, és a tendencia folytatódik. A várható következmények értékelése még előttünk álló komoly feladat, különösen az előrejelzések bizonytalanságát figyelembe véve. A probléma valójában nem csak az útépités létesítményeit érinti, de az utaknak a vízi környezetre gyakorolt hatása is módosulhat, mert a klímaváltozás a kapcsolódó természetes vízrendszert is érinti, módosítva ezzel az utak létesítésével az azokon jelentkező hatások következményeit is, és ez visszahat a víztelenítés tervezési elveire is.

## ÚTPÁLYASZERKEZETEK VÍZTELENÍTÉSE

Az útpályaszerkezet megfelelő víztelenítése a hosszú távú, tartós igénybevételeknek ellenálló pályaszerkezet kialakítását szolgálja. Az életciklus alatti stabil teherbíró földmű, az alépitmény feladata tartós betöltésének biztosításához, az oladási és fagykárak megelőzéséhez elengedhetetlen az útpályaszerkezet vízelvezetése tervezésével is foglalkozni. Ebben a tekintetben klímaváltozás hatása az első tervezési szempontnál jelentéktelenebb, sőt a várhatóan enyhébbé váló telek következtében csökkenhet a fagyás-olvadás előfordulási gyakorisága.

## A KÖRNYEZETSZENNYEZÉS MEGAKADÁLYOZÁSA

A harmadik elemet is magába foglaló útvíztelenítési terv több cél elérését is szolgálja: így a havária okozta környezeti károk mérséklése mellett a közúti üzemből eredő állandó környezetszennyezések és az út építésének kedvezőtlen környezeti hatásainak csökkentését. A helyes tervezési megoldások a káros következmények mellett a kedvezőtlen események előfordulási kockázatának mérséklését is eredményezik. Az ökológia, a környezetvédelem érdekeinek érvényesítése egyre nagyobb szerepet kap az útvíztelenítési tervekben. A klímaváltozás miatt a kedvezőtlen hatások előfordulási kockázata emelkedik.

## 2. AZ ÚTPÁLYASZERKEZET-VÍZTELENÍTÉS DEFINÍCIÓJA, A RÉTEGEKBE JUTÓ VIZEK EREDETE, BECSÜLT MENNYISÉGE

Pályaszerkezet-víztelenítésen olyan elvezető rendszert, hálózatot értünk, amely az út belső részébe jutó, és abban szivárgó vizet összegyűjti és a lehető leggyorsabban el(ki)vezeti. A köznapi használatban a pályaszerkezet drénezésének is szokták nevezni ezt a típusú tervezési feladatot. A probléma megoldásának alapja annak a tisztázása, hogy hogyan kerül(het) víz a pályaszerkezetbe? A teljesen víztaszító, vízzáró kopóréteg és a pályaszerkezet illúziójával teljes egészében le kell számolnunk.

<sup>1</sup> Útépitési és fenntartási üzemmérnök ügyvezető, Reformút Kht.

<sup>2</sup> Budapesti Műszaki Egyetem, Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék

Az építési hibák, valamint az üzemeltetés és a fenntartás hiányosságai mindig lehetőséget nyújtanak a víz bejutásához. A burkolat öregedése miatt keletkező repedések ezt a folyamatot felgyorsítják. Az eltérő anyagok érintkezési felületei az eltérő hőtágulási jellemzők miatt is kritikusak lehetnek a víz beszivárgása szempontjából.

A hajlékony, félmerev, és még inkább a makadám és az FZKA-jellegű pályaszerkezetek különösen sebezhetőek. A víz beszivárgása, a szerkezetben való megrekedése köztudottan a pályaszerkezet gyors tönkremeneteléhez vezet.

Az ilyen rétegrendben, különösen, ha az altalaj is fagyérzékeny vagy fagyveszélyes a fagyás és az olvadás váltakozása és a forgalom együttes pumpáló hatása rongálja a szerkezetet, további utat nyitva a beszivárgásnak. Így végezetül a bejutott víz lesz a fő felelőse a létesítmény tönkremenetelének. A megfelelő tervezési megoldással és gondos kivitelezéssel azonban az esetek jelentős részében a jelenség elkerülhető, illetve a károk döntő része megelőzhető. A víztelenítő (drén) szerkezet tervezése nem lehet rutinszerű, komoly mérlegelést, vizsgálatot, magas szakmai tapasztalatot és annak helyes alkalmazását igényli a tervezőktől.

A pályaszerkezet belső víztelenítési megoldásai alapvetően különböznek a felszíni csapadékvíz elvezetésétől. Általában elmondható, hogy a magyar klíma és a talajadottságok megkövetelik az altalaj, a tükör és a pályaszerkezet drénezésének vizsgálatát és kialakítását, néhány sajátos körülmény és helyszíni adottság kivételével. Ahhoz, hogy el tudjuk dönteni, hol kell feltétlenül drénezés, hol ajánlott és hol hagyható el, tekintsük át az előforduló állapotokat!

Megkülönböztetünk jól drénező talajokat, ahol a földmű és a megfelelő védőréteg közé nem kell külön drénréteget tervezni. Ilyen talajok a durva szemcséjű (szemcsés), nem plasztikus talajok (0,063 mm alatti szemcse 40% alatti,  $I_p \leq 10$ ).

Egy másik csoportot alkotnak a kedvezőtlen öndrénezési tulajdonságú talajok. Itt drénezéssel kell a pályaszerkezetet, a padkát és a földművet szárazon tartani. Ide sorolhatók a finom szemcséjű kötött talajok (0,063 mm alatti rész 40%-nál nagyobb,  $I_p \geq 10$ ), és a kissé plasztikus, közepesen plasztikus talajok.

Ezt követik a nagyon csekély szivárgási tényezőjű, közel, vagy gyakorlatilag teljesen vízzáró talajok ( $I_p \geq 30$ ), amelyeknél fokozott gondossággal kell a drénezést megtervezni.

A drénezés szempontjából a bitumennel kezelt rétegek előnyösebb tulajdonságúak a hidraulikus kötőanyaggal kezeltéknél és a betonoknál, mert utóbbiaknál a bennük kialakuló repedések miatt a drénezés elhagyhatatlan. Igen előnytelenek a drénezés szempontjából a nem kezelt tört rétegek (makadám, FZKA stb.), amelyek viselkedését alapvetően az altalaj, és a bennük levő víztartalom befolyásolja.

Mindig drénréteget kell tervezni a szélesítésekben a pályaszerkezet, és a padka víztelenítése érdekében. A drén tervezése során minden esetben vizsgálni kell továbbá az alábbi, kritikus kereszt-szelvényeket, szakaszokat:

- középső szigetek,
- elválasztósáv, ha van ilyen,
- bevágás és töltés találkozás „0” pontja,
- hosszú emelkedő esete,
- mélypont a hossz-szelvényben,
- hidak előtti szakasz esésben, és
- túlemelés-átfordítás kis hosszúságú szakaszai.

A drénezés lehetséges negatív következményeire is tekintettel kell lenni. Például a környező növényzet kiszáradhat (cserjék), a bevágásban hirtelen lesüllyesztett talajvízszint hatására csúszás, esetleg szélső esetben talajtörés következhet be, egy korábban vízes zóna drénezése miatti száradás felboríthatja a korábbi egyensúlyt, és süllyedések is keletkezhetnek, különösen, ha elmaradt a kellő mértékű tömörítés.

A burkolatfelújítási, pályaszerkezet-megerősítési feladatoknál a víztelenítés tervezése során a korábban elhanyagolt földmű védelmét is meg kell oldani, különösen a kötött, nagy térfogatváltozásra hajlamos altalaj esetén ( $I_p > 20$ %).

A hossz-szelvény mentén a „0” pontok környezetében, a bevágás és töltés találkozási szakaszán mindig szükség van a földmű alatt kb. 1,0 m-es kereszt-szivárgóra. Nagy, 5% feletti esésnél, ahol az 500 m, vagy azt meghaladó hosszúságú, 25–50 m-ként kereszt-szivárgókkal lehet és kell a földművet megfelelő száraz állapotban tartani.

A fagyérzékeny és fagyveszélyes talajok (iszapos kavics, iszapos homok, sovány agyag, közepes agyag, közép agyag, finom homok, iszapos finom homok, iszap) drénezése elengedhetetlen.

A jelentős mennyiségben felhalmozódott és ezidáig nem hasznosított, vagy újonnan keletkező mart aszfaltokat a padka alsó rétegeként vízáteresztő (drén) réteggént hasznosíthatjuk a drénezett víz kivezetésére. Alkalmazásakor célszerű geotextíliába burkolni és 10-15 cm-es réteggént a legalsó alapréteg alá 5-8 cm-rel elhelyezni. Ezt a réteget a padkáig, árokig ki kell vezetni, a rézsún a kivezetés megvédésével.

A burkolaton megjelenő hosszirányú repedések esetén, főleg ha a burkolat több helyen is repedezett, az alábbi típusmegoldás javasolható: A töltésrészűt 40-50 cm magas lépcsőkkel be kell lépcsőzni. A lépcsők felszínlejtése az árok felé legalább 4% legyen. A belépcsőzött földművet tömöríteni, és vízzáró anyaggal, pl. geomembránnal le kell zárni. A geomembránt 15 cm-es átfedéssel, a cserépfedéshez hasonlóan, kell a szabad vízfolyást biztosító módon fektetni, és az oldalárokba le kell vezetni. Ezt követően a rézsút szemcsés talajjal való feltöltéssel kell kialakítani, és a felületet füvesíteni.

A teljes pályaszerkezet-cserére ítélt szakaszon a földmű felső részébe két réteg vízzáró geomembrán elhelyezése javasolható. Erre szemcsés anyagot, pl. homokos kavicsot terítve lehet elérni a megfelelő pályaszerkezet-alapozást. A megoldás a kapilláris vízemelkedés káros hatásait ugyanúgy kivédi, mint a páramozgásból vagy a rézsúk felől érkező nedvességek negatív hatásait. Alkalmos továbbá a kiszáradási folyamatok okozta zsugorodás megakadályozására is.

Kötött talajok esetén a meszes kezelés, iszapos talajoknál a cementes stabilizáció vezethet megfelelő eredményhez. Ezzel vízzáróvá tehetjük a földmű tetejét, amivel elejét vehetjük jelentősebb mennyiségű víz bejutásának, a későbbi teherbírás-csökkenésnek.

Az útpályaszerkezet tönkremenetelének felgyorsulását – a forgalmi terheléstől szinte függetlenül – a legkülönfélébb helyekről a pályaszerkezetbe jutó vizek okozzák. Ez a tönkremenetel fokozottan jelentkezik a váltakozó fagy- és olvadási jelenségek hatására. Ahogy a becsült értékekből látni fogjuk, nem jelentéktelen az a vízmennyiség, ami az öregedéssel együtt megjelenik a pályaszerkezetben, és ott károkat okoz. Azt is figyelembe kell venni, hogy a tönkremenetelt az alábbi kedvezőtlen feltételek még fokozzák is:

- nem a használati forgalomhoz illeszkedő teherhordó képessé-  
gű a pályaszerkezet és a földmű,
- a felszíni csapadékvíz-elvezetés nem megfelelő, a padkák „fel-  
hízottak”, a víz beszivárog a padkán át a pályaszerkezetbe  
majd a földműbe, abban károsodást idézve elő, illetve a káro-  
sodás mértékét a forgalmi terhelés jelentősen növeli,
- a pályaszerkezet víztelenítésének teljes hiánya (korábban nem  
volt tervezési feladat a pályaszerkezet víztelenítése),
- a földmű anyagösszetételének, tömörségének, homogenitásá-  
nak a hiányosságai,
- fagy- és oladási károkkal szemben a földmű és a szerkezet  
nem kellően ellenálló,
- nincs a koronaélen túl vízvezetés (sem árok, sem egyéb gravi-  
tációs vízevezetési lehetőség).

Az 1. ábrán bemutatjuk, hogy hol léphet be víz a pályaszerkezet-  
be. Az 1. táblázatban pedig a beszivárgó fajlagos mennyiségek  
tapasztalati értékeit, a mennyiségek tartományát összegezzük.  
A növekvő víztartalom a merevségi modulust és ezzel a teherbíró  
képességet lerontja, a deformációval szembeni ellenálló képessé-  
get lecsökkenti.

Az összegzett vízterhelés hatására, ha nincs kellően drénezve a  
rendszer, a pályaszerkezet összeropedezik, keréknyomvályúsodá-  
sa felgyorsul. A fagy- és oladási kár ráakodik az egyébként is  
kritikus állapotra és a leromlás már progresszív irányt vesz.

### 3. NÉHÁNY TERVEZÉSI SZEMPONT NAPJAINKBAN KEDVELT ÚTFELÚJÍTÁSI MEGOLDÁSOKHOZ

#### 3.1. KÖTŐANYAG NÉLKÜLI ALAPRÉTEG ESETE

Az oldalárok nagyjelentőségű, ha nincs, létesítését a terület-  
igénybevételi korlátok figyelembevételével elő kell irányozni. Eb-  
be a nyílt árokba kell kivezetni a földmű felső részében, a padka  
alatt végigfutó szemcsés talajt. Ez a külön vízvezető szűrőréteg,  
néhány kivételtől eltekintve mindig szükséges. A szűrőréteg fogja  
a pályaszerkezetbe beszivárgó vizeket, a páramozgásból lecsa-  
pódó vizeket, vagy oldalszél miatt bekerülő vizeket elvezetni a  
szivárgókba, vagy oldalárkokba.

A réteg a kapilláris vízelmelkedés ellen is véd, és jól szolgálja az ol-  
vadási és a fagykár következményeinek mérséklését. A rétegal-  
kotó anyag szerkezetére a szűrőszabályt kell alkalmazni:  $D_{15}/D_{85} \leq 5$ . A paplanszerű kivezetés tetejére a beszerezhető legvékonyabb  
geotextília térítése javasolt. A szűrőréteget a meglévő pályaszer-  
kezet alatt 5-10 cm-rel elindítva, legalább 4% oldaleséssel kive-  
zetve kell tervezni.

#### 3.2. MEREV, FÉLMEREV ALAPRÉTEG ESETE

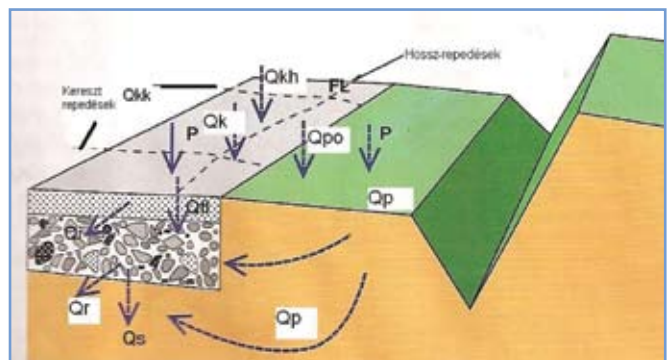
A hidraulikus kötésű alaprétegek jellegük miatt kevésbé, vagy  
egyáltalán nem érzékenyek a vízbehatásokra mindaddig, amíg  
nem repedeznek, de ez igen rövid életciklus alatt bekövetkezik.

- Károkat azonban okozhatnak, mert
- a keresztrepedéseknél a víz bejutása tágítja a repedéseket és  
csökkenti a rétegek közötti ragasztás mértékét,
  - a függőleges repedések miatt, ha leérnek a földműig a bejutó  
víz csökkenti a teherbírást, a pumpáló hatás révén sár kerül a  
pályaszerkezetbe, ami így terhelés hatására igen rövid időn be-  
lül darabokra eshet,
  - ha a hidraulikus kötésű alapoknál az összedolgozás tömörsége  
nem kielégítő.

A fagy és oladási károk értékelése, az altalaj minősége, az alap-  
réteg állapota dönti el, szükség van-e szemcsés réteg beépíté-  
sére.

1. táblázat: A pályaszerkezetet és földművet terhelő vízmennyiségek  
becsült értékei

Rövidí- tés	Elnevezés	Vízhozam		Vízhozam maximum 3,5 m-es főpályára vonatkoz- tatva
		mini- mum	maxi- mum	
l/h				
$Q_k$	A kopóréteg vízáteresztő képességével arányos vízho- zam	0,0125	3,75	125 Drénaszfalt
$Q_{kk}$	A keresztirányú repedések áteresztőképes- ségével arányos vízhozam	1,25	25,0	250
$Q_{kh}$	A hosszrepe- dés áteresztő- képességével arányos vízho- zam	1,0	15,0	150
$Q_p$	A padka vízáteresztő képességével arányos vízho- zam	1,8	18,0	18,0
$Q$	Összes számba vehető vízho- zam	4,6	61,75	543
$Q_{100}$	Teljes vízhozam 100 m-re vetítve	406	6175	54 300



1. ábra: A pályaszerkezetet és földművet terhelő vizek lehetséges  
belépési helyei és szivárgási pályái

#### 3.3. ASZFALTBURKOLATÚ PÁLYASZERKEZETEK ESETÉBEN

Az állapotromlásban a mechanikai fáradás meghatározóbb, mint  
a víz beszivárgása. A repedezett aszfaltburkolatoknál azonban  
a bejutó vizek a kötőanyag nélküli alaprétegnél leírt jelenségeket  
eredményezik.

A 0-1,5% hosszsesés esetén különleges beavatkozásra nincs  
szükség. Az 1,5-5% feletti hosszsesés esetén a bejutott vizeket

mintegy 100 m-ként ajánlott keresztzivárgóval „megfogni” és kivezetni, megszakítva ezzel a hosszirányú szivárgási pályákat. 5%-nál meredekebb lejtésnél elengedhetetlen legalább 50 m-ként keresztzivárgót tervezni kivezetéssel együtt. Műtárgyak előtt, lejtős szakaszokon a mélyszivárgó beépítése szintén elengedhetetlen.

### 3.4. BETONBURKOLAT ESETÉN

A legrégebbi beton pályaszerkezeteink teherátadó acélbetétek nélkül épültek. A pumpáló hatás vízföldúsulást eredményez, amely „lépcső” képződéshez vezet. Sok évig érzékelhettük a jelenség kialakulását az M7 betonján. Megoldásként a beton táblák 1,5-2,0 m<sup>2</sup> táblákra törése és az átburkolás lehetséges (M7 Budapest–Zamárdi).

Ebben az esetben a szemcsés védőréteg kivezetésének a padka alatt el kell készülniük. A legkisebb vastagság 10 cm legyen. Geotextília szűrőréteg elhelyezése ajánlott. Mart aszfalt felhasználható dréncivezetésként. Geomembrán is alkalmazható, ha a hosszútávú működés feltételei biztosítottak.

Külföldi példák szalagdréneket, vízelvezető betont (drén) is használnak a padkák vízelvezetésére, a pályaszerkezet kiszellőztetésére, ezek alkalmazása sem tiltott.

### 3.5. KŐBURKOLATOK ESETE

Kőburkolatnál mindig számolni kell a víz ágyazatba jutásával, tehát annak kivezetéséről is gondoskodni kell. A drénezés elengedhetetlen.

### 4. ÖSSZEZÉS

A Magyar Útügyi Társaság felkérésére, az Útügyi Műszaki Előírás korszerűsítésének keretében készül a közutak víztelenítési előírásának módosítása is.

Az átfogó munka a klímaváltozás hatásainak vízepítésre gyakorolt hatásainak várható következményeit értékelve mindhárom alapfeladat, a felszíni csapadékvíz elvezetés, az útpályaszerkezet víztelenítés, és az útüzem tervezhető és nem tervezhető negatív hatásainak (havária) mérséklési megoldásaihoz segítő szándékú anyagot ad át a tervezőknek.

Az elmúlt évek tervellenőrzései azt bebizonyították, hogy nem fordítunk kellő figyelmet – talán kevés háttérrodalom miatt is – a pályaszerkezet víztelenítésére.

Ez a cikk, az adott szűk keretek között, a legfontosabb tervezési alapelveket tisztázza. A választható szerkezetek, megoldások talán jobban ismertek, de hogy mikor és milyen mértékben kell ezeket érvényesíteni a tervekben, az kevésbé.

A készülő előírás természetesen mélyebben fogja tárgyalni ezt a részfeladatot is, de az előírás megjelenését megelőző, időszériúknak láttuk e cikk megírását.

### IRODALOMJEGYZÉK

1. Guide Technique Drainage Routier, Sétra 2006. Mars
2. Guide Pratique de Construction Routiere, 10. Drainage et Assainissement
3. Guide Technique Chantiers Routiers et Préservation du Milieu Aquatique, Sétra 2007 Juilliet

## SUMMARY

### DRAINAGE OF ROAD PAVEMENTS

The specifications regarding drainage of roads are being modified in the framework of upgrading the Highway Technical Specifications, as requested by the Hungarian Highway Association.

This comprehensive scheme evaluates the effects of climate changes on the water engineering works and provides assistance for the designers in finding solutions for the three basic problems, i.e. the discharge of the surface water, the drainage of road pavements and the mitigation of foreseeable and unforeseeable negative effects (unexpected occurrences) of highway operations.

The checking of designs in recent years has proved that inadequate attention has been paid to the drainage of pavements, possibly also due to the shortage of relative reference literature. This paper briefly clarifies the most important design principles. The available structures, solutions may be more familiar, while it is less known when and to what extent these should be applied in the design.

The new specifications will of course address this subject in more detail, but preparation of this article is considered relevant before the issue of the specifications.

## 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).

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 sorszámokkal és címmel legyen ellátva.

Kérjük, hogy a cikkhez egy 40-80 szó terjedelmű **angol nyelvű kivonatot** 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.

(szerk.)



# AZ ALFÖLDI AUTÓÚT

DR. RIGÓ MIHÁLY<sup>1</sup>

## A JELENLEGI HELYZET

A mellékelt térképen feltüntettem a magyar Alföldön és a szűkebb környezetében elképzelt/elfogadott gyorsforgalmi úthálózatot, beleértve a romániai, a határunkhoz legközelebbi vonalakat is. (1. ábra) Amikor sokadszorra ismét előjön az M47 gyorsforgalmi út gondolata mint a 47 sz. főút vonala fejlesztési kérdései, akkor véleményem szerint érdemes lenne az alternatív lehetőségeket is elemezni.

Elég a térképre nézni. Látható az, hogy szerencsére az Alföldön elegendő sűrűségben vannak és lesznek nyugat és kelet irányú gyorsforgalmi utak. Hiányzik azonban az észak–déli irányú gyorsforgalmi út. A feltáratlan, az ellátatlan terület határai: az M5 autópálya és a romániai Szatmárnémeti–Nagyvárad–Arad irányú gyorsforgalmi út. Mint a rajzon látható, a nyugat–kelet irányú gyorsforgalmi utak a szlovák és a szerb határ közötti Magyarországot öt, közel azonos szélességű sávra osztják. Ez a sűrűség elegendőnek látszik, elfogadható. Nem így azonban az észak–déli irányban. Az M6, az M5–M2 vonala után keleti irányban semmi sincs! Közép-Európában a nyugat–kelet irányú irány ugyanolyan fontos, mint az észak–déli. Ebben az irányban is kell tehát kapcsolatot biztosítani.

## EGY KIS ELŐZMÉNY

Korábbi gondolat volt a mi térségünkben a Déli autópálya, amelyet mindenki tiltott, tagadott, megvetett. Nem sokkal a vihar elülte után azonban megszületett a sugaras-gyűrűs



1. ábra: Az Alföldi autóút Kassa és Temesvár között

autópálya-hálózat gondolata, amelynek déli gyűrűje gyakorlatilag a Déli autópálya vonala volt, csak más terjesztette elő. Ennek a déli gyűrűnek volt a rész az M47 gyorsforgalmi út. Majd jött az újabb fordulat, amely szerint nem kell az M47, mert a románok megépítik a határ mellett, a határ román oldalán. Most újra M47-et tervezet a főhatóság. Az Alföld Magyarország különleges területe. A Dunától keletre eső országrész az ország területének fele. Mezőgazdasága szebb időkben világhírű volt. Melegvízkészlete miatt Közép-Európa gyógyhelye lehetne. Lakossága munkaszerető. A Tisza a Föld egyik legkedvesebb folyója. Kellene egy új hálózati elem, amelyet Alföldi autóútnak neveztem el (1. ábra), amely javítana az irányonként nagyon különböző hálózatsűrűségen. Vonalát a rajzon feketével jelöltem.

Valamikor a Budapesten kívüli városkört olyan nagy városok alkották, mint Pozsony, Kassa, Temesvár, Zágráb. Ezek közül kettőt kötne össze az Alföldi autóút, miközben az Alföld súlyvonalában, az M5 és a határ menti romániai út által alkotott szög szögfelezőjében haladna. A nyomvonal északi része az M3-ból Miskolc mellett kiváló M30 lenne, amely gyakorlatilag a Miskolc–Kassa-kapcsolat.

## AMI NYILVÁNVALÓ, AMIT ORVOSOLNI KELLENE

Az Alföldön nyugat–kelet irányban fog haladni az M3, az M8–M4, az M44, és az M9–M43, azaz négy gyorsforgalmi út. Észak–déli irányban azonban az M5–M2-ön kívül nincs egyetlenegy sem!

## A JAVASOLT ÚT VÉGPONTJAI

A javasolt út északi végpontja ezért az M3–M30 autópálya csomópont. Egyértelmű a déli végpont is. A Csongrád megyei Magyarcsanak mellett, a Maroson állt egykor egy közúti Maros-híd, amelyet felrobbantottak. Phare CBC forrásból tanulmányterv készült a híd újjáépítésére. Később Interreg forrásból engedélyezési tervet készítettünk. A kétsávos híd engedélyezési eljárása folyamatban van.

E két pont között a nyomvonalat úgy vettem fel, hogy megnéztem az egyes megyei rendezési terveket, és igyekeztem a rengeteg valamilyen szempontból védett területet kikerülni, elkerülni.

## A NYOMVONAL MEGYÉNKÉNT

### Borsod-Abaúj-Zemplén megye

Az M3–M30 csomóponttól délre nem lehet haladni, mert ott van a Mezőcsáttól a Tiszáig tartó nagy védett terület. Mezőcsátot ezért északkelet felől lehetne elkerülni. Ároktónél a falut nyugatról kellene kerülni. A Tiszát az ároktői komp környezetében híddal kellene keresztezni. Innen Tiszacsegétől délre, Egyektől nyugatra haladna a vonal.

<sup>1</sup> Okleveles erdőmérnök, okleveles építőmérnök, MMTLO osztályvezető, Csongrád Megyei Igazgatóság, Magyar Közút Kht, e-mail: rigo@csongrad.kozut.hu

### Jász-Nagykun-Szolnok megye

Tiszafüredtől keletre lépniük be a megyébe. A javasolt tengelypontok Tiszaigaz és Tiszaszőlős, Kunmadaras és Tomajmonostora, Kunmadaras és Kunhegyes, Kenderes és Fegyvernek, Kisújszállás és Törökszentmiklós, Örményestől keletre, Túrkeve és Kuncsorbán között lenne. Mezőtúrt nyugatról kerülhetnének el. A Köröst Szarvas és Mezőtúr között kereszteznénk.

### Békés megye

Szarvas és Csabacsúd, Orosháza és Csorvás, Kardoskút és Tótkomlós, Tótkomlós és Békéssámszon között haladnánk.

### Csongrád megye

Rákos és Királyhegyes között elhaladva bekötne az M43 épülő csomópontjába, amely Királyhegyes és Magyarcsanak között lesz. Ezen csomóponttól délre lenne a magyarcsanádi Szent Gellért híd a Maroson. Van egy alternatív Csongrád–Békés megyei nyomvonal is: Nagyszénás–Gádosor között, Orosháza–Székkutas között, Békéssámsontól keletre haladva kötne be Királyhegyestől délre, az M43 csomópontba. Csongrád megye északi szélén sok a védett terület, így ott áttörni nehéz lenne. Nyilvánvaló az, hogy részletesebb vizsgálattal a nyomvonal finomítható lenne. Nyilvánvaló, hogy az Alföld autópálya át kell haladni a metszett gyorsforgalmi utak csomópontjain. Ahol még lehetséges, az új autópályát figyelembe kellene venni a nyugat–kelet irányú gyorsforgalmi utak csomópontkiosztásánál.

## BELSŐ PERIFÉRIÁK FELTÁRÁSA

Még abban az esetben is, ha elkészülne a rendkívül nagy hátlózsűrűségű gyorsforgalmi úthálózat, maradnának feltáratlan, „fehér” foltok az utak közötti területeken. Az új autópályát ezeket is felfűznék, területüket csökkentenék.

## A BECSÜLT ÚTHOSSZ

Az út becsült hossza az M3–M30-csomópont és a magyarcsanádi Szent Gellért híd között, kb. 220 km. Soknak tűnhet, de csak Békés megyében 80 km hosszon szeretnék új nyomvonalra helyezni a mai 47. sz. főutat. Ez a hossz változhat, ha a részletes vizsgálat eredményeként még több védendő területet kell kikerülni. Ma a védett területek nagysága kb. az ország 21%-a. Ha ez az arány nőni fog, akkor az úthossz nőhet.

## A VALÓDI AUTÓÚT

Valódi, mert nem egy elkorcsosított autópálya, nem a „rongyosok” autópályája. Tervezési sebessége 110 km/óra. A lassú járművek nem használhatják. Keresztmetszete lehet kétsávos, „2+1” sávos, négy-sávos. A lényeg az, hogy minél nagyobb hosszon fizikai akadállyal el legyenek egymástól választva az ellenkező irányú forgalmi áramlatok. Csomópontjai lehetnek szintbeniek.

Ha a mai 47. sz. főutat négy-sávosítjuk, akkor a lassú járműveket a hossz nagy részén rajta kell hagyni, mert nincs párhuzamos út, melyre leterelhetők lennének. Nem lehet egy út egyszerre, egy időben gyorsforgalmi út is és másodrendű főút is, mint ma. Ez a képtelenség kategóriája.

## AZ ÖRÖKÖS KÉRDÉSEK

Kell-e ide autópálya?

Mikor lesz akkora a forgalom, hogy autópálya épüljön? Mi legyen a lassú járművekkel? Felhasználjuk vagy nem a meglévő burko-

latokat? Épüljenek-e nagy hosszúságú elkerülőutak? Autópályák-e valami, ha pályaszerkezetének teherbírását megnövelték? (Nyilvánvaló az, hogy a pályaszerkezet erősítése 115 kN tengelysúlyra nagy költségű. A nagy ráköltött költségre hivatkozva kockázatos a sebességet emelni, hiszen ott maradnak a lassú járművek, emiatt nagy a sebességek szórása, ott maradnak az útszéli fák, a szakadék méretű árkok, az átkelési szakaszok.)

## A VÉDETT TERÜLETEK LÉTE, KERÜLGETÉSE

Egyre nagyobb gondot fog az úthálózat-tervezőknek okozni a védett területeken az utak tervezése. Valószínű az, hogy a Natura 2000 területek kijelölését nem látta, nem hagyta jóvá az aktuális Közlekedési Minisztérium. A „zöldek” ki tudja milyen érdekek szerint teleszórták az országot védett területekkel. Nem tudok róla, hogy ezt a társadalom jóváhagyta volna. Ha ugyanis a minisztériumban valaki ránézett volna erre az elkapkodott „foltzásra”, akkor láthatta volna, hogy ezek léte szinte kizár minden útépitést, hidépítést. Ezek után pedig a zöld hatóságnak rengeteg ideje van, egyre költségesebb vizsgálatokat rendelhet el, a mások pénzén, minden következmények nélkül. Míg a brazil őserdők helyén nyugodtan lehet szójaültetvényeket létesíteni, itt-hon egy légy, egy béka sokszor fontosabb, mint az ember. Mivel ma ilyen építéssel szemben a hangulat, a szabályozás, nekünk nagyon figyelembe venni ezeket a foltokat, már a 47. sz. főút különféle „gyógyításainál” is, mert ez az út is áthalad védett területeken.

## A JAVASLAT

A 47. sz. főút maradjon meg főútnak. Ha kell, akkor erősítsük meg a pályaszerkezetét. Na nem a nagyobb sebesség elérése céljából, hanem a romboló kamionok miatt. Tegyük mellé külterületen kerékpárutat. Ha lehet, vonjunk össze minél több útcsatlakozást. Építsünk rajta körforgalmú csomópontokat. Ahol kell, legyen négy-sávos, legyenek rövidebb elkerülői, de kozmetikázással ne próbáljuk megfiatalítani, mert az itt sem fog sikerülni.

Mindezek mellett, más elvek alapján, kezdjük el tervezni az észak–déli Alföldi autópályát, akár megépítjük, akár nem a románok a határ túloldalán a saját útjukat. Kassa Szlovákia, Temesvár pedig Románia második legnagyobb települése. Összekötésük a magyar Alföldön át annak mindenképpen előnyére válna. Két ekkora város között a fejlett világban nem nagyon kellene indokolni egy autópályát.

Egy előbbiek szerinti kialakítású autópálya olcsóbb, mint ugyanitt egy autópálya. Eljutási időben pedig minimális az autópályát és az autópálya közti időkülönbség, főleg ilyen kis táv esetén.

## SUMMARY

### THE HUNGARIAN GREAT PLAINS EXPRESSWAY

This article proposes the more thorough analysis of an alternative of the M47 Motorway Concept on the Hungarian Great Plains in North-South direction. The brief alignment of the route, which would be approximately 220 km long, is described for every affected county. The design speed is proposed to be 110 km/h, with grade crossings. It is anticipated that the recently declared Natura2000 areas will mean a significant hindrance in the planning process.

The existing main road No.47. is proposed to be strengthened, with additional separate bicycle lanes on rural areas and roundabouts on built-up sections.

# MAGISTRALE EURÓPÁNAK

DR. HORVÁT FERENC<sup>1</sup> – FISCHER SZABOLCS<sup>2</sup>

## 1. BEVEZETÉS, ELŐZMÉNYEK

A 20. század utolsó évtizedeiben, valamint a 21. század elején a vasúti közlekedés egyre nehezebb helyzetbe került. A közúti és a légi közlekedés bírt – és egyes esetekben bír ma is – egyre nagyobb jelentőséggel, utóbbi főleg a manapság terjedő fapados járatok térhódításának köszönhetően. Emiatt a vasúttársaságoknak versenyképességük megőrzésében, esetleg növelésében újabb, jobb megoldásokat kellett keresniük. Felismerve ezt a problémát, vizsgálatok alapján arra jutottak, hogy a versenyképességet nagyjából az elővárosi, valamint a nagy regionális központok közötti távolsági közlekedésben lehet biztosítani.

Ennek megfelelően az elmúlt évtizedekben világszerte több országban is építettek nagysebességű vasútvonalakat, egyes esetekben kifejezetten személyszállítási, máshol pedig vegyes (személy- és teherszállítás) forgalom céljából. Az elkészült ilyen típusú vasútvonalak kizárólag villamosítottak, így a környezetvédelmi irányelveknek is jobban meg tudnak felelni a manapság már csak néhány helyen használatos dízelvonattal szemben.

A nagyvárosok között épült nagysebességű vasútvonalak tökéletesen helyettesíteni tudják a rövid távú légi közlekedési járatokat, kiemelve a magasabb komfortérzetet és a – reptéri egyéb teendők plusz idejének figyelembevételével – jelentősen kedvezőbb eljutási időket. Fontos megemlíteni, hogy ezeknek a nagysebességű vasútvonalaknak az építése olyan területeken célszerű, ahol az érintett országokban helyileg viszonylag messzebb eső, nagy agglomerációs vonzással bíró központi városok vannak. Ilyen országok például Spanyolország Madriddal, Barcelonával, Franciaország Párizssal, Strasbourggal, Olaszország Rómával, Milánóval. Ellenpéldaként említhető Németország a sűrű, de közepes nagyságú városokból álló településszerkezetével, ahol ez az előny nem jelentkezik olyan mértékben, mint az előbb említett országokban, mivel a közlekedési igény sokkal szétszórta.

Az európai közlekedésfejlesztésről Prágában az Első Páneurópai Közlekedési Konferencián már 1991-ben tárgyaltak az Európai Bizottság és az érintett országok képviselői, ahol a közlekedési infrastruktúrára vonatkozó egységes koncepció kialakítása volt a fő célkitűzés. Ezen a konferencián alkották meg az ún. Pán-európai Közlekedési Folyosók koncepcióját. Itt eredetileg Nyugat- és Kelet-Közép-Európára kiterjedő hálózatban állapodtak meg, de az 1994-es kréti és az 1997-es helsinki konferencián döntöttek a rendszer kiterjesztéséről: tíz ún. Helsinki folyosó jelöltek ki, melyek lefedik az EU, a Balkán és egyes szovjet utódállamok területét is.

1990-ben 16 város (Párizs, Reims, Metz, Nancy, Strasbourg, Karlsruhe, Stuttgart, Ulm, Augsburg, München, Salzburg, Linz, St. Pölten, Bécs, Győr és Budapest) és a hozzájuk tartozó régiók, ipar- és kereskedelmi kamarák együttműködésével egy, a Helsinki folyosók fejlesztési irányaitól eltérő vonalú kezdeményezés indult az őket összekötő vasútvonal gyorsabb ütemű modernizálására. Ez a projekt Nyugat- és Kelet-Európa gazdasági, politikai kulturális integrációját segítheti. Az így kialakítandó nagysebességű vasútvonalat nevezték el később Magistrale-nak, a projekt pedig a „Magistrale Európának” nevet kapta.



1. ábra: A projekt által érintett nagyvárosok  
(Forrás: www.magistrale.org) /

## 2. A MAGISTRALE EURÓPÁNAK PROJEKT ÉS EURÓPAI SZINTŰ JELLEMZŐI

A „Magistrale Európának” közép-európai projekt a Párizs–Strasbourg–München–Bécs–Budapest nagysebességű vasúti összeköttetés megvalósítását tűzte ki célul. A teljes vonalhossz 1500 km. Földrajzilag az Északi- és Földközi-tengerek közötti távolság felében fekszik és központi Nyugat-Kelet-tengelyt alkot Európában. A vonal vonzáskörzete Francia- és Németországban, Ausztriában, Szlovákiában és Magyarországon 35 millió lakost, 16 millió munkavállalót érint. A Magistrale vasúti korridor nagy gazdasági és kulturális jelentőséggel bíró városokat köt össze. (1. ábra)

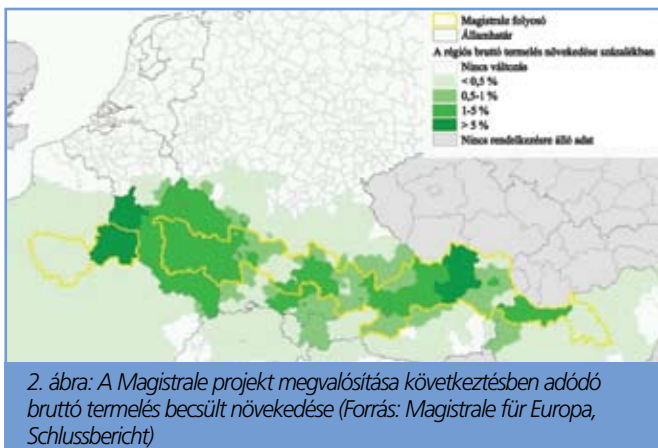
Az ábrán látható egy eddig nem említett európai főváros, Pozsony. Felmerült a fejlesztési irányok kijelölésében a Párizs–Strasbourg–München–Bécs–Pozsony irány is. Erre a későbbiekben még vissza kell térnünk.

A 2001-es tanulmány zárójelentése szerint a „Magistrale-ra mint személy- és teherszállítási (vasútvonalra, már évszázadok óta szükség van Európának, ezért a Magistrale sokkal több, mint egyszerű vasúti közlekedési nyomvonal: ez inkább egy régiókat és országokat összekötő politikai eszme, amely a vonzáskörzetben lakó embereket közelebb hozza egymáshoz, és ami a gazdasági erőt, valamint az életminőséget is növeli”.

Részletes vizsgálatokat végeztek a megépülő nagysebességű vasútvonal kivitelezése utáni hatásokra kiterjedően, ezek közül kiemelendő a bruttó belföldi termelés becsült növekedése, amelyet a 2. ábrán láthatunk. A mellékelt jelmagyarázat segítségével azonosíthatók a különböző régiók fejlődési értékei. Látható, hogy főleg a kelet-franciaországi és a közép-ausztriai területeken várható 5%-nál nagyobb javulás a bruttó hazai termelés tekintetében, míg területileg általában 0,5–5% közötti változás prognosztizálható.

<sup>1</sup> Okleveles építőmérnök, CSc, főiskolai tanár, Széchenyi István Egyetem, Közlekedéspítési és Települmérnöki Tanszék, Győr, e-mail: horvat@sze.hu

<sup>2</sup> Okleveles építőmérnök, PhD-hallgató, Széchenyi István Egyetem, Közlekedéspítési és Települmérnöki Tanszék, Győr, e-mail: fischerzs@sze.hu



2. ábra: A Magistrale projekt megvalósítása következtében adódó bruttó termelés becslült növekedése (Forrás: Magistrale für Europa, Schlussbericht)

Az ütemes menetrend, a kedvező átszállási idők, új közvetlen kapcsolatok kiépítése, a magas utazási komfort a vasutat versenyképessé teszi az egyéb lehetőségekkel (közút, repülés) összehasonlítva. Különösen igaz ez a közúttal szemben a 200 ... 700 km közötti távolságok esetében. Becslések szerint a Magistrale akár 30%-kal is növelheti a vasúti utazások számát az érintett nyomon, jelentősen gyorsíthatja a teherforgalmat, emelheti a teherszállítási kapacitást.

Számítások alapján a Párizs–Budapest viszonylatban az átlagsebesség a mostani 90 km/h-ról 130 km/h-ra nőhet, amivel a teljes szakaszon nagyjából 30%-kal, míg részzszakaszokon akár 50%-kal is csökkenthető az utazási idő. (2001-es vizsgálatok szerint a Párizs–Budapest közötti út 11 óra 55 percre csökken majd.)

A kivitelezés természetesen óriási költségvonzattal is rendelkezik, amely valószínűsíthetően a jövőben belátható időn belül meg fog térülni. 2005. évi árakon az építési költségek alakulása a 3. ábrán látható. Összességében ezen az áron 15,4 milliárd euróba kerülne a Magistrale, amely arányaiban természetesen nagyságrenddel több, mint a „hagyományos” közepes és nagyobb sebességű vasutak bekerülési ára, de a vasútvonal – a jövőben az érintett régiókra, országokra gyakorolt, remélhetőleg gyors fejlődést elősegítő hatását figyelembe véve – előnyös európai gazdasági beruházásnak ígérkezik.

A Magistrale Európának projekt 2001-es tanulmánya és a Budapesten a Főpolgármesteri Hivatalban tartott nemzetközi konferencia következtetése alapján, belátható időtávon belül a Párizs–Strasbourg nagysebességű vasúti kapcsolat kivitelezésének van lehetősége. A DB (Deutsche Bahn) és az ÖBB (Österreichische Bundesbahnen) emelt sebességű pályafejlesztéssel kalkulálnak, ezzel szemben magyarországi területen a közeljövőben a Hegyeshalom országhatár–Budapest Kelenföld vonal átépített emelt sebességű szakaszának továbbfejlesztését elégségesnek tartották. Mindez azt vonja maga után, hogy várható a Párizs–Bécs–Budapest szakaszon a nagysebességű ICE-szerelvények forgalomba állítása és közlekedtetése, azonban teljes hosszban új,



3. ábra: A projekt egyes országokra eső, becslült költségei (Forrás: Magistrale für Europa, Schlussbericht)

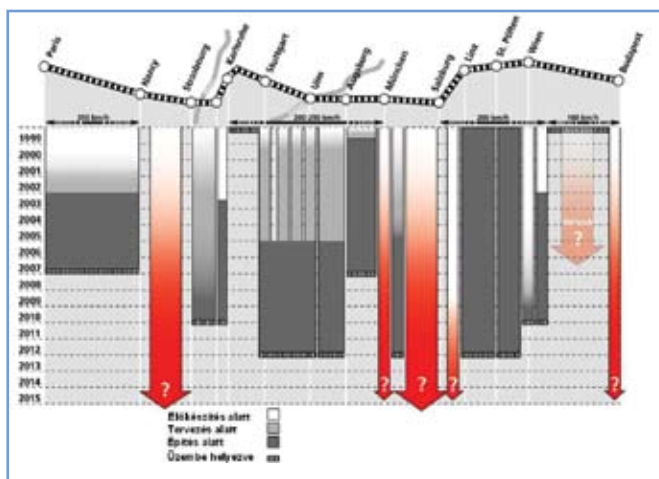
ténylegesen nagysebességű nyomvonal kivitelezésének és átadásának a távolabbi jövőben lesz csak realitása.

A projekt előkészítése kapcsán következő állomásként 2003-ban Párizsban rendeztek újabb nemzetközi szintű konferenciát, ahova Párizs, München, Bécs, Budapest és Belgrád polgármestereit is meghívták. Sajnos a bizakodást adó kezdeményezések után a Bécs–Budapest nagysebességű összeköttetés kialakítása kikerült a közeljövőben megvalósítható fejlesztések közül.

Mivel korlátozott mértékű források állnak az Európai Közösség rendelkezésére, ezért csak olyan projekteket támogatnak az Európai Parlamentben és annak Közlekedési Bizottságában, amelyeket a tagállamok, a regionális és helyi szereplők is határozottan támogatnak, a projektek koordinációja megfelelő, és a prioritások a vonal teljes hosszában azonos irányba mutatnak. Ezzel összhangban 2004-ben meghatározásra kerültek az Európai Unióban a kiemelt fontosságú tervek, amelyek között 17. számú TEN (Trans-European Transport Network)-projektként rögzítésre került a Magistrale, de – Magyarország legnagyobb sajnálatára – első ütemben csak Párizs–Strasbourg–München–Bécs–Pozsony nyomvonalon (4. ábra). Ez többek között annak a ténynek is köszönhető, amit a Karlsruhei Koordinációs Iroda szakértője úgy fogalmazott meg, hogy „a Magistrale projektben Magyarország alszik.” Bizalomra adhat okot, hogy a projekt koordinálására magyar EU-biztost neveztek ki Balázs Péter személyében, és bár a Magistrale keleti bővítése a következő években, évtizedekben nem valószínű, hogy megtörténik, de Magistrale-CentRail néven kezdeményezés jött létre a projekt további fejlesztéseinek figyelembevételével.



4. ábra: A 17. számú kiemelt EU-nagyprojekt (Forrás: TEN-T – Implementation of the Priority Projects)



5. ábra: A projekt állása 2008 februárjában és a tervezett folytatás (Forrás: Magistrale für Europa, Schlussbericht) /

A projekt 2008. februári helyzetét és a folytatás ütemezését az 5. ábra mutatja. Alapvető gond három szakaszon van:

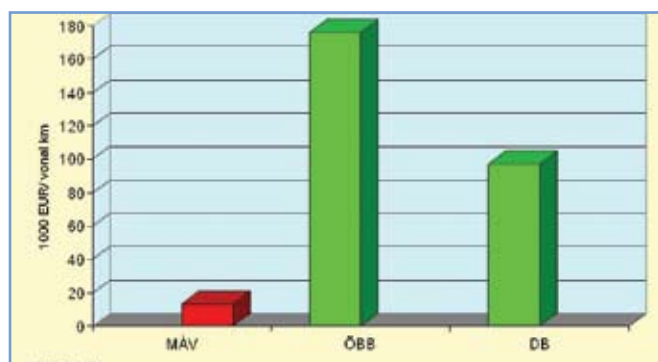
- Nancy és Strasbourg között terület-igénybevételi és domborzati nehézségek hátráltatják a megvalósítást.
- A német kormány a München–Mühldorf–Freilassing–Salzburg közötti fejlesztést másodrangúnak minősítette és így 2015 előtt nem építik meg. (A Német Szövetségi Köztársaság Közlekedési, Építési és Lakásügyi Minisztériuma 2003. november 3-i sajtóközleménye szerint a Német Szövetségi Köztársaság az EU-tól TEN-fejlesztésre megítélt várhatóan 23,71 millió eurós támogatásból a Magistrale kiépítésére semmit sem fordít.)
- Gond van a budapesti bevezetéssel, illetve a dél-európai fejlesztésből fakadó folytatási igény miatt a városon keresztül történő átvetéssel. Az 5. ábra a magyarországi szakaszt egyébként „üzembe helyezve” jelzéssel látja el. Ez azonban a különböző projektek keretében – még a nem is teljes hosszában – felújított Budapest Kelenföld–Hegyeshalom vonalra vonatkozik, amelyen csak egyes hosszakon igaz a  $V=160 \text{ km/h}$  sebesség. Ez is elsősorban elvileg érvényes, mert a vágányok források hiányában, illetve a kiszervezett fenntartási tevékenység alacsony színvonalra miatt nem megfelelő állapota lassújelek sokaságának bevezetését követelte ki. Ennek következménye, hogy jelentősen nőtt az utóbbi években a menetrendi idő a vonalon. A hazai és a nemzetközi személyszállító vonatok (IC és EC) néhány évvel ezelőtti 1 óra 10...15 perces Budapest Keleti pályaudvar–Győr menetidője mára 1 óra 29...35 percre növekedtek (menetrendileg!) és rendszeresen az ehhez még hozzáadandó 5-10 perces késések.

Ahogy azt az 5. ábrán láthatjuk, a Párizs–Nancy közötti szakasz már 2007-ben átadásra került  $350 \text{ km/h-s}$  közlekedést lehetővé téve, ezzel szinte egy időben az Augsburg–München közötti vasútvonal is elkészült  $200\text{--}250 \text{ km/h-s}$  sebességre. Néhány részzakaszon 2010–2012-es befejezésű munkálatokkal lehet számolni. A Bécs–Pozsony közötti szakasz építési munkái a tervek szerint 2010-ben kezdődnek és 2013-ra érnek véget. A kivitelezéssel párhuzamosan, szinte a projekt részének tekinthetően a bécsi tranzitpályaudvar átalakítása is meg fog történni az Osztrák Közlekedési Minisztérium, Bécs tartomány és az Osztrák Szövetségi Vasutak (ÖBB) 2003 októberében kiadott közös szándéknyilatkozata alapján. A teljes 17. számú projekt döntő része építésének befejezése 2015-re, egyes rövidebb szakaszoké 2020-ra várható.

A Magistrale mellett természetesen más fejlesztési lehetőségek is felmerültek Nyugat- és Közép-Kelet-Európában. Az 1990-es évek közepén-végén megtervezésre került a Hamburg–Berlin közötti nagysebességű vasúti összeköttetés, amely nem a hagyományos adhéziós



6. ábra: A Magistrale fejlesztési irányai és kapcsolatai a Helsinki folyosókkal (forrás: www.magistrale.org)



7. ábra: A vasúti infrastruktúra állami támogatása (Forrás: UIC, EU)

vontatású üzemmel, hanem mágnesvasúti kialakítással került volna megépítésre. Ennél a vasútvonalnál is szóba került, hogy keleti irányban is meghosszabbítják majd a későbbiekben, de pénzügyi-finanszírozási okokból a megvalósítást Németországban is leállították.

Általánosságban kijelenthető – az eddigi tapasztalatok alapján –, hogy mágnesvasút hálózati szintű kiépítésére Európában nincs nagy lehetőség.

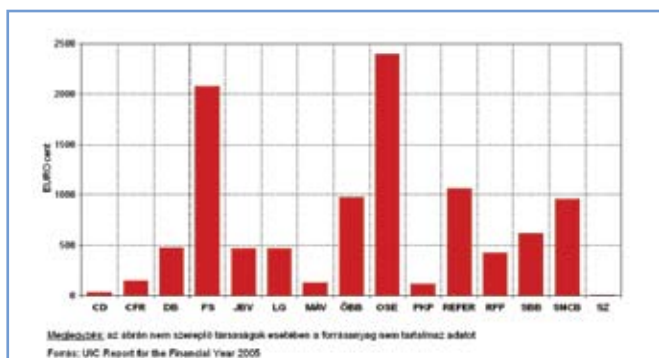
A Magistrale vasútvonal kivitelezésénél – mivel hagyományos, kizárólag személy-, illetve személy- és teherforgalmat is egyszerre lebonyolító adhéziós vontatású vasútról van szó – döntően a településszerkezet, a földrajzi adottságok, domborzati viszonyok meghatározóak. Az utazási igényt az érintett terület településsűrűsége határozza meg, valamint – ahogy arra már utaltunk – az összekötni kívánt főbb városok lakosság száma és a kölcsönös gazdasági kapcsolatok.

Mivel a Magistrale vasútvonal sem létezhet elkülönülten az európai vasúti közlekedési hálózatban, ezért bizonyos fejlesztési-kapcsolati irányok lettek meghatározva (6. ábra). Látható, hogy milyen szoros kapcsolatban lesz a Magistrale a Helsinki folyosókkal.

### 3. NAGYSEBESSÉGŰ VASÚTFEJLESZTÉSEK MAGYARORSZÁGON ÉS A MAGISTRALE MAGYARORSZÁGI VONATKOZÁSAI

#### 3.1. A MÁV ZRT. INFRASTRUKTÚRA-FINANSZÍROZÁSA ÉS -FEJLESZTÉSE NAPJAINKBAN

Általánosságban elmondható, hogy a vasúti infrastruktúra hazai állami támogatása messze elmarad a fejlett vasutakétól (17. ábra). Így a beruházási érték naturáliákra eső hányada tekintetében a leg-



8. ábra: Az egy vonalkilométerre eső pályavasúti beruházás (Forrás: UIC Report of Financial Year 2005) /



9. ábra: Műszakilag indokolt és tényleges ciklusidők (Forrás: MÁV Zrt.)



10. ábra: A Helsinki folyosók és a TEN-T hálózat Magyarországon (Forrás: www.kti.hu)

több európai vasúthoz képest jelentős a lemaradás, amint az a 8. ábrán látható. (CD=Cseh Vasutak, CFR=Római Vasutak, FS=Olasz Vasutak, OSE=Görög Vasutak, PKP=Lengyel Vasutak, SBB=Svájci Vasutak).

Az alulfinanszírozottság következménye, hogy a műszakilag indokolt képest nagyságrenddel később történnek meg a szükséges beavatkozások. A 9. ábra a felépítmény-, az alj- és a kitérőcsere műszakilag indokolt, valamint a tényadatokból számított ciklusidejét mutatja. A folyamat az infrastruktúra teljes műszaki összeomlása felé tart, amely a Hegyeshalom országhatár–Budapest Kelenföld vasútvonalon, ami magyarországi viszonylatban a legnagyobb sebességű fővonal, is látszik. Sajnos a pályafenntartásra fordítható összegekből alig lehet finanszírozni a szükséges javításokat, így a pályán biztonsági nagyon sok lassújelet helyeztek ki. A lassújelek elsődleges hatása, hogy a menetidőt növeli, ezzel együtt az időegység alatt átengedhető szerelvé-

nyek számát csökkenti, így a pálya további romlása mellett nemzetgazdasági hátrányok alakulnak ki.

A 10. ábra a magyarországi Helsinki folyosókat és a TEN-T hálózatot mutatja. Látható, hogy a IV., az V. és a X. (valamint a VII.=Duna) Helsinki folyosó szeli át Magyarországot, amelyek nagyjából észak–déli, valamint kelet–nyugati tengelyeket jelölnek ki hazánkban.

A 11. ábrán a 2007–2013. évek közötti korszerűsítési terv látható. Az előirányzat a TEN-T hálózat 34%-ának, azaz 985 km-nek a felújítása volt. Mára a finanszírozás nehézségei miatt a várható teljesítmény 15%-ra, azaz 440 km-re olvadt, s erősen kiürült műszaki tartalmak jellemzik a megvalósult, illetve a tervezett projekteket is.

### 3.2. MAGYARORSZÁGI TÁVLATI VASÚTFEJLESZTÉSI TERVEK

Nagyobb sebességűnek nevezzük a vasúti pályát a  $160 \text{ km/h} < V < 250 \text{ km/h}$  tartományban, míg nagysebességű pályát a  $250 \text{ km/h} \leq V \leq 350 \text{ km/h}$  sebességi tartomány jelent.

Jelenleg Magyarországon a nagysebességű vasútvonalak megvalósításának előkészítő tervezése folyik. Helyjelölési dokumentációk készülnek (1:100 000 léptékben), az Országos Területrendezési Tervbe történő beillesztésük van folyamatban. Vasúti pályatervek készítése még nem folyik.

A Magistrale Európának projekt esetében az előkészítő tervezést az is nehezíti, hogy nincsen  $V > 160 \text{ km/h}$  sebességre hazai tervezési előírási rendszer, így csak a nemzetközi egyezményekben, a nagysebességű transz-európai rendszer kölcsönös átjárhatóságáról szóló műszaki specifikációban leírtak hívhatók segítségül.

A 2000-es évek elején négy nagysebességű irány tanulmány szintű kidolgozása történt meg: Budapest–Győr–Hegyeshalom, Budapest–Miskolc–Záhony, Budapest–Murakeresztúr és Budapest–Kelebia(–Zágráb/Ljubljana) (ld. a 12. ábrát). Ezek az országos területrendezési tervről szóló 2003. évi XXVI. törvény előkészítési szakaszában készültek, s azután némi korrekcióval bekerültek a törvénybe. Ezt követte az ott meghatározott nyomvonalaknak az 1:100 000 léptékű kidolgozása.

Később jelentős módosulás történt az OTT-hez képest a Budapest–Záhony vonalban, ugyanis Miskolc helyett Debrecen–Nyíregyháza át vezet, ami a tervezés közbeni egyeztetések eredményeként jött létre, főleg bizonyos természeti értékek megóvása érdekében. Viszont ez adta az ötletet, hogy ezen vonal egy részének felhasználásával készüljön a szegedi irány, azaz a Budapest–Kelebia vonalat felváltotta a Budapest–Szeged vonaljavaslat.

Az Európai Parlament és Tanács 2004-ben kiadott határozata alapján viszont elmarad a dunántúli nagysebességű irány, mert elegendőnek tartják az emelt sebesség alkalmazását Szlovénia/Olaszország irányába.

Magyarországon a nagysebességű vasútfelújításoknak mindenképpen igazodniuk kell az OTT-hez, valamint az OTT-nek a távlati vasútfelújításokhoz. Ez a miatt is fontos, mert a nagysebességű vasútvonalak kötöttebb vonalvezetések, ezért a sűrűbben lakott területeken nehezebb a megvalósítás. Természetesen a nagysebességű vasútvonalakat lehetőség szerint két állomásuk között a lakott területeket elkerülve kell vezetni, de az állomásaik környezetében elkerülhetetlen a kicsit sűrűbben beépített területekkel való csatlakozásuk. A Magistrale által érintett vasútvonalunk a Hegyeshalom/Rajka országhatár–Budapest-Kelenföld, azaz az 1-es számú MÁV-fővonal. Ezen a szakaszon az előirányzott  $200 \text{ km/h-s}$  pályasebességet kellene

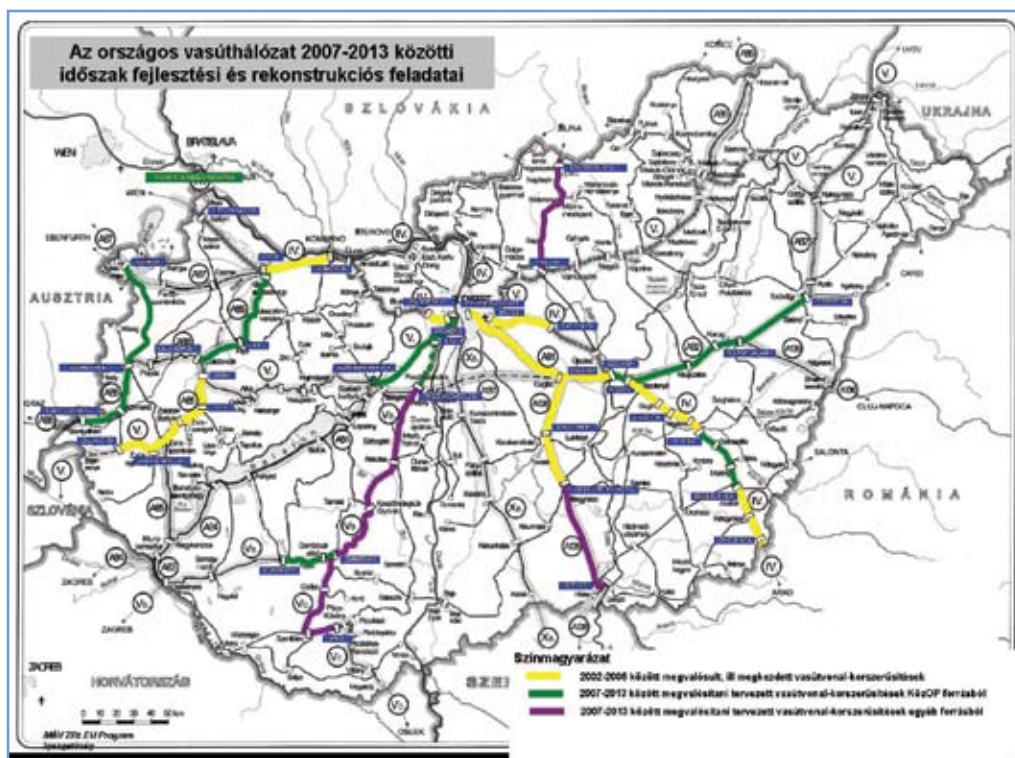
tudnunk garantálni, de ahogy a 7–9. és a 11. ábrán láthattuk, a magyarországi jelenlegi vasútvonalak a finanszírozás elégtelensége miatt nincsenek abban az állapotban, hogy a Magistrale nagysebességű vasútvonalhoz megfeleljenek. Ez az oka annak is, hogy a TEN-projekteknel a Magistrale Budapest helyett Pozsony végállomással szerepel már, amin jó lenne záros határidőn belül változtatnunk vasúti versenyképességünk teljes összeomlását nem kívárva.

**4. ÖSSZEFOGLALÁS**

A Magistrale Európának projekt Nyugat- és Közép-Kelet-Európa nagysebességű vasúti összeköttetését szeretné megoldani, amely mind gazdasági, mind társadalompolitikai szempontból előnyös kezdeményezés az Európai Unión belül. A vasútvonal több ország gazdasági szempontból nagyobb jelentőségű városát kapcsolná össze, amellyel főleg az ezen az útvonalon történő közúti utazással szemben válhatna versenyképessé. A 250–350 km/h-s pályasebességet kihasználva az érintett nagyvárosok között 30–50%-kal csökkentené az utazási időt. A légi közlekedéssel szemben természetesen megmaradna mind a költségekben (főleg a fapados járatokkal szemben), mind az utazási időben való hátránya, de az utazási komfortban jelentősen többet tudna kínálni. A közeli fejlesztésekkel kapcsolatban sajnálatos módon 2004-ben nem került be a Bécs–Budapest vonalszakasz korszerűsítése, az EU-támogatta nagyprojektek közé.

**IRODALOMJEGYZÉK**

- [1] European Comission: TEN-T – Implementation of the Priority Projects, Progress report, May 2008, p. 64.
- [2] Balázs P.: Jährlicher Tätigkeitsbericht 2007–2008, Vorrangiges Vorhaben Nr. 17 „Eisenbahnverbindung Paris–Strasbourg–Stuttgart–



11. ábra: Fejlesztési és rekonstrukciós elképzelések (Forrás: MÁV Zrt.)

- Wien–Bratislava”, August 2008, Brüssel, p. 40.
- [3] Magistrale für Europa, Schlussbericht, Juni 2001, p. 135.
- [4] Twin-City-Erklärung der Initiative „Magistrale für Europa” „Hauptversammlung der Initiative „Magistrale für Europa” „Grenzen überwinden!”, 21./22. Jänner 2009, Bratislava & Wien, p. 5.
- [5] Közös „Budapesti Nyilatkozat” a „Magistrale Európának” kezdeményezéstől a nagyteljesítményű gyorsvasúti kapcsolat megvalósításáért Párizs–Budapest között Strasbourg–Karlsruhe–Stuttgart–Ulm–Augsburg–München–Salzburg–Wien városokon keresztül, 2003. november 14., Budapest, p. 5.
- [6] Köller L.: Magyarország bekapcsolódási lehetőségei az európai nagysebességű vasúthálózatba, tanulmány, 2007. június, Budapest, p. 32.
- [7] www.magistrale.org, 2009. április 5.



12. ábra: Nagysebességű vasútvonalak fejlesztési elképzelései (2000. évi változat) (Forrás: Magyarország bekapcsolódási lehetőségei az európai nagysebességű vasúthálózatba)

**SUMMARY**

**MAGISTRALE FOR EUROPE**

The Magistrale for Europe project would like to make the high speed railway connection between West and Middle-East Europe which is a beneficial origination in the EU in economic and sociopolitology aspect too. The railway line will connect many European economic centres in this way the railway transportation will be able to be competitive against the road transportation in the affected area. Using the 250–350 km/h line-speed the travel time can be reduced with 30–50% among the big cities. Travelling by train will not be cheaper and faster than travelling by plane, but in the aspect of travel comfort the railway can be better than low-cost flights. In the near future line constructions Budapest will not be a station of the Magistrale, because the Vienna–Budapest section hasn’t been put into the EU backed large railway project list.

# A POZSONYI SZLOVÁK MŰSZAKI EGYETEM KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉSI TANSZÉKE<sup>1</sup>

A Közlekedésépítési Tanszék elődje a Közlekedési Intézet volt, amelyet 1938-ban a Szlovák Műszaki Egyetemmel együtt alapítottak. Első vezetője prof. Krivanec volt. A Tanszék a kezdetektől fogva jelentős szerepet vállal a szlovák és külföldi közlekedésépítési szakemberek képzésében. Ma a Közlekedésépítési Tanszék a BSc, MSc és PhD szinten egyaránt vezető szerepet játszik az útépités, vasútépítés, városi utak tervezése, közúti forgalomtechnika oktatásában. Hallgatóinkat különféle bonyolult közlekedésépítési problémák megoldására készítjük fel. Végzettjeink világszínvonalú tudást kapnak az utak, autópályák, vasutak, repülőterek, és városi utak tervezése, építése és fenntartása területén.

A tanszék az elsők között kapcsolódott be az egyetemen európai oktatási projektekbe. 1991-től kezdve több TEMPUS programban is részt vett, ilyenek voltak az EDIPAM, a TREP, a TIGER és a DR TIGER. A Tanszék gyümölcsöző együttműködést folytat rangos európai egyetemekkel és kutatóintézetekkel. Ez az együttműködés nagyban hozzájárul az oktatás és a kutatás fejlesztéséhez.

A kiváló hallgatók minden évben részt vehetnek a „Város és közlekedés” című nemzetközi nyári gyakorlaton, amelyen számos európai ország hallgatói és tanárai közösen dolgoznak.

A tanszék főbb kutatási területei:

- Közlekedési létesítmények tervezésének és üzemeltetésének elmélete
- Közlekedési létesítmények és a fenntarthatóság kérdései
- Útépitési anyagok minősége
- Az útépités és a vasúti üzem energiaszükséglete.
- Útpályaszerkezetek felületi jellemzői
- Útpályaszerkezet-gazdálkodási rendszerek

Az Építőmérnöki Kar központi laboratóriuma fel van szerelve – többek között – az útépitési anyagok fizikai és mechanikai tulajdonságainak vizsgálatára, statikus és dinamikus terhelési vizsgálatokra és a pályafelület jellemzőinek mérésére alkalmas eszközökkel.

A Tanszék oktatói állománya: egy egyetemi tanár, egy professzor emeritusz, két docens, négy adjunktus, két tudományos főmunkatárs, két PhD-hallgató.

A Tanszék az EU alábbi fontosabb kutatási projektjeiben vett részt:

**COMPASS** [www.conpass.org](http://www.conpass.org)

**PORTAL** [www.eu-portal.net](http://www.eu-portal.net)

**ECOCITY** <http://www.ecocityprojects.net>

**SNOWBALL** <http://www.steer-snowball.info>

Ez utóbbiban az európai városok környezetbarát, energiatakarékos integrált közlekedéstervezése volt a cél.

A Tanszék háromévente szervezi a **MOBILITA** tudományos konferenciát (<http://www.svf.stuba.sk/conference/mobilita07>)

## A TANSZÉK ÁLTAL OKTATOTT TANTÁRGYAK

### Építőmérnöki BSc szak (3 év, 180 kredit)

Közlekedési hálózatok	5 kredit
Utak és autópályák	5 kredit
Közlekedésépítés	5 kredit
Diplomamunka	10 kredit

### Környezetmérnöki BSc szak (3 év, 180 kredit)

Városépítés és területi tervezés	5 kredit
Közúti forgalomtechnika	5 kredit
Infrastruktúra projekt (kötelezően választható)	2 kredit

### Közlekedésépítési MSc szak (2 év, 120 kredit)

Vasutak	5 kredit
Közlekedési létesítmények számítógépes tervezése	5 kredit
Városi közlekedés	5 kredit
Repülőterek	5 kredit
Közlekedésépítési projekt	5 kredit
Közúti csomópontok	5 kredit
Közlekedési létesítmények diagnosztikája és felújítása	5 kredit
Közlekedési előbecslések és scenáriók	5 kredit
Közlekedési környezetvédelem	5 kredit

### Öt kötelezően választható szaktárgy az alábbi 15 közül

Laborvizsgálatok	5 kredit
A közlekedési építőelemei	5 kredit
Közlekedési vizsgálatok	5 kredit
Járműmechanika	5 kredit
Vasútállomások	5 kredit
Integrált közlekedési hálózatok	5 kredit
Válogatott fejezetek a repülőterek építéséből	5 kredit
Területi tervezés	5 kredit
Vasúti dinamika	5 kredit
Válogatott fejezetek az útépitésből	5 kredit
Közlekedésmenedzsment	5 kredit
Nagysebességű vasutak	5 kredit
Számítógépes tervezés	4 kredit
Térinformatika	4 kredit
Város és közlekedés	4 kredit
Diplomamunka	12 kredit

### Településmérnöki MSc szak (2 év 120 kredit)

Komplex projekt I.	4 kredit
Komplex projekt II.	4 kredit
Városi közlekedés	5 kredit
Városi közlekedési létesítmények	5 kredit
Közlekedésmenedzsment	4 kredit
Közlekedéstervezés és -építés (kötelezően választható)	5 kredit
Város és közlekedés (kötelezően választható)	4 kredit
Diplomamunka (részben ezen a tanszéken)	12 kredit

SK-813 68 Bratislava, Radlinského 11, A épület, 4. emelet

Tanszékvezető: Prof. Bystrík Bezák [bystrik.bezak@stuba.sk](mailto:bystrik.bezak@stuba.sk)

Tanszéki honlap:

[http://www.svf.stuba.sk/generate\\_page.php?page\\_id=3516](http://www.svf.stuba.sk/generate_page.php?page_id=3516)

<sup>1</sup> A következő számainkban rendszeresen bemutatjuk a környező országok egyes egyetemeinek lapunk profiljába vágó tanszékeit.



# A VASÚTI JÁRMŰKERÉK-SÍN-ÉRINTKEZÉS VIZSGÁLATA A FELÜLETI ÉRDESSÉG, A SÚRLÓDÁSI HŐ ÉS A MEGFELELŐ ÉRINTKEZÉS FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

**WHEEL-RAIL CONTACT: ROUGHNESS, HEAT GENERATION AND CONFORMING CONTACT INFLUENCE**

**A. ALONSO, J. G. GIMÉNEZ**

**TRIBOLOGY INTERNATIONAL 41, 2008., PP. 755–768**

A cikk a kerék-sín-érintkezés mechanikai problémáival foglalkozik a felületi érdesség, az érintkezésnél kialakuló súrlódási hő és a megfelelő érintkezés szempontjából. A vasúti jármű-vasúti sín rendszer dinamikai alapú vizsgálata speciális modellezéseket kíván meg.

A kerék-sín-érintkezési problémák megoldását hagyományosan két részre lehet felosztani: normális és érintő- vagy tangenciális irányú feladatra. A normális irányú feladatban az a cél, hogy meghatározzuk az érintkezési felület alakját és nagyságát, valamint pontosan elemezzük az érintkező testeket, illetve a normálfeszültségek eloszlását. Az érintő- vagy tangenciális irányú feladat megoldásának a célja, hogy kiszámítsuk a nyírófeszültségek eloszlását, az érintkezésen átadódó feszültségeket, valamint hogy meghatározzuk a fellépő relatív helyi csúszást az érintkezési felület minden pontjában.

A cikk a felületi érdesség hatását mind normális, mind érintőirányban vizsgálja. A megoldásra háromféle módszert ajánl: sztochasztikus módszereket, az érdességet okozó felületi hibák „fraktál analízisén alapuló módszereket, valamint a numerikus módszereket. Számítások alapján bebizonyosodik, hogy a felületi érdességnek sem a normális

irányú, sem az érintőirányú feladat megoldásánál nincs befolyásoló hatása.

A kerék-sín-érintkezést az érintkezésnél kialakuló súrlódási hő szemszögéből is elemzi. Két különböző hőmérsékleti jelenséget lehet megkülönböztetni ebben az esetben: az érintkezésnél a súrlódási erőkből származó hőhatás, valamint a hősokk. Az első esetben mind a kerék, mind a sín hőmérséklete megegyezik, így a kialakuló alakváltozások is megegyeznek, emiatt a relatív deformációk zérus értékűek és nyírófeszültség sem alakul ki. A második esetben a kerék és a sín hőmérséklete eltérő, mert a kerék forgásából adódóan az érintkezés mindig egy új felületen, de a külső hőmérsékletnek megfelelő hőfokon alakul ki. A feladatot a véges differenciák módszerével lehet megoldani.

Vizsgálat tárgya volt az is, hogy mekkora az elkövetett számítási hiba nagysága, ha az érintkező testeket végtelen féltér modellel veszik figyelembe a rugalmassági számításoknál. A végeredmény az lett, hogy e hiba nagysága nagyon kicsi, és így az egyszerűsítés elfogadható.

F. Sz.

## A FORGALMI TORLÓDÁSOK PROBLÉMÁJA

**THE CONGESTION PROBLEM**

**REGINA MCELROY, RICH TAYLOR**

**PUBLIC ROADS VOL. 71. NO. 1. JULY/AUGUST 2007, [HTTP://WWW.TFHR.GOV/PUBRDS/07JULY/01.HTM](http://www.tfhr.gov/pubrds/07july/01.htm)**

A cikk az USA nagyvárosaiban kialakuló forgalmi torlódások okaival és következményeivel foglalkozik, javaslatokat keresve a megoldásra. 2003-ban Washington DC területén az átlagos ingázó a dugók miatt egy év alatt 69 óra idővesztést szenvedett el. 2006-ban az USA Közlekedési Minisztériuma nemzeti stratégiát dolgozott ki a torlódások csökkentésére. Az elmúlt húsz évben ijesztő mértékben nőtték a torlódások, és változás nélkül ez újabb húsz év múlva teljesen lehetlenné tenné a közúti közlekedést. Az intenzív forgalomban a legkisebb váratlan esemény is torlódást okoz, ami kiszámíthatatlanná teszi a folyamatot. Az idővesztés hatalmas költséggel jár a nemzetgazdaság számára. A torlódások mérséklése több módon lehetséges. A kapacitások növelése csak stratégiai szemlélettel célszerű, és ma már korlátozott mértékben alkalmazható, részben a környezeti problémák miatt. A forgalmi rendszer üzemeltetésének hatékonyabbá tétele, a forgalmi menedzsment több eredményt ígér. A korszerű forgalomirányítás alkalmazása, a valós idejű közlekedési információ biztosítása új

feladatokat jelent az állami közlekedési szakirányítás számára. A közúti közlekedési igények redukálása a kedvezőbb módválasztás lehetőségével, a közforgalmú közlekedés javításával is elérhető. A közúti közlekedés piaci alapokra helyezése, a forgalom sűrűségétől függően időben változó útdíjrendszer kialakítása segítheti a forgalmi igények kedvezőbb alakulását. A torlódásfüggő útdíjat az úthasználók már elfogadták Minneapolis és San Diego városokban. Az innováció bátorítása, a magántőke bevonása és együttműködése a korlátozott állami forrásokkal (Public Private Partnership), az intelligens üzemeltetési technológiák együttesen képesek a forgalmi torlódásokból eredő problémák megoldására. A jövő forgalmi folyosói program keretében összehangolt fejlesztésekre kerülne sor néhány kiemelt fő kapcsolati irányban, együttesen vizsgálva és kezelve a közúti személy- és teherforgalmat, valamint a vasúti és a légi közlekedés lehetőségeit.

G. A.

# BEMUTATKOZIK A SÍNEK VILÁGA A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK ZRT. SZAKMAI FOLYÓIRATA

A Sínek Világa szakmai folyóirat több mint ötven éves múltra tekint vissza. A folyóirat elsődleges célja, hogy a vasúti pályával, azok tartozékaival, valamint a vasúti hidakkal kapcsolatos cikkek jelenjenek meg, fórumot biztosítva azoknak a szakembereknek, akik a témában érdekes, tartalmas információt nyújthatnak az oktatói, tervezői, beruházói, üzemeltetői, vagy olvasói szemszögből. A cikkek megjelenésével közkinccsé szeretnénk tenni az új műszaki és kutatási eredményeket, és a szabályozásban bekövetkezett változásokat. Törekszünk a hazai, és külföldi fejlesztési irányzok és a műhelyekben folyó szakmai munkák bemutatására. További cél a folyóirat szerkesztésénél, hogy az utókornak naplószerűen rögzítsük az éppen folyamatban levő beruházási munkákat, azok eredményeit és nehézségeit.

A folyóirat hagyományainak megfelelően nem feledkezünk meg a technikai és vasúttörténeti cikkek megjelenéséről, elődeink életútjának bemutatásáról.

Rovatcímeinket is ehhez igazítva határozzuk meg, mint például visszatekintés, szabályzati előírások, környezetvédelem, kutatás, informatika, mérés-technika, minőségügy, fejlesztés, korszerűsítés. A rovatcímekből jól érzékelhető a lap sokoldalúsága.

A legutóbbi arculatváltás három éve történt a lapnál. A változatlan cím mellett a folyóirat borítólapján igyekeztünk megtartani a hagyományokat, de a belső megjelenést jelentősen módosítottuk.

A tartalomjegyzéknél és a rövid cikkismertetőknél a német nyelvről a műszaki területen ma már jobban elfogadott angol nyelvre tértünk át.

Az olvasókkal való jobb kapcsolattartás érdekében valamennyi szerzőnek megadjuk az elérhetőségét, és a fényképén kívül, rövid életrajzi ismertetőt teszünk közzé. Ezt elsősorban a MÁV ZRt szervezetein kívüli olvasók miatt tartjuk fontosnak. A háromhasábos szedés a gazdaságos oldalkihasználást, és az ábrák jobb beillesztését segíti.

A szerkesztőségünkhöz érkezett levelek, megkeresések és a növekvő lapmegrendelés azt igazolják, hogy az arculatváltás előnyére vált az ötvenéves múltra visszatekintő szakmai folyóiratunknak.

Vörös József  
felelős szerkesztő

## ÚJ ÉS ÁTDOLGOZOTT ÚTÜGYI MŰSZAKI ELŐÍRÁSOK

### 2009. január 15-től lépnek hatályba:

- ÚT 2-0.012 e-UT 08.01.53 Tengelyterhelés-mérő hálózat kialakításának feltételei (A KTSZ kiegészítése)
- ÚT 2-1.165 e-UT 04.01.13 Intelligens forgalomszabályozó és információs rendszerek alkalmazása

### 2009. február 15-től lépnek hatályba:

- ÚT 2-1.233 e-UT 02.01.42 Közúti biztonsági audit. Módszertan

### 2009. március 15-től lépnek hatályba:

- ÚT 2-1.205 e-UT 03.07.14 Üzemi utak létesítése közúti völgy- és folyami hidak mellett

(A KTSZ kiegészítése)

- ÚT 2-2.126 e-UT 06.03.24 Habosított bitumennel keverőtelepen készülő út-pályaszerkezeti alaprteg

### 2009. április 15-től lépnek hatályba:

- ÚT 2-1.109 e-UT 02.01.21 Országos közutak keresztmetszeti forgalmának számlálása és a forgalom nagyságának meghatározása
- ÚT 2-1.403 e-UT 07.05.11 Közúti visszatartó rendszerek II. Hídkorlátok
- ÚT 2-3.708 e-UT 05.02.53 Bontott útéptési anyagok újrahaználata II.

Telepen történő hideg újrahaznosítás

### 2009. május 15-től lépnek hatályba:

- ÚT 2-1.209 e-UT 03.07.11 Előzési és kapaszkodószakaszok tervezése (A KTSZ kiegészítése)
- ÚT 2-1.212 e-UT 03.07.24 A közúti közösségi közlekedés (tömegközlekedés) pályáinak, utas- és járműforgalmi létesítményeinek tervezése

### ÚJ TERVEZÉSI ÚTMUTATÓK

- TÚ 15 e-UT 01.01.21 Értékelemzés alkalmazása az útügyi projekteknél
- TÚ 16 e-UT 01.01.12 Vizsgálati kézikönyv
- TÚ 17 e-UT 08.03.22 Hófúvás ellen védő növényesítések
- TÚ 18 e-UT 03.01.13 Mezőgazdasági utak tervezési előírásai (A KTSZ kiegészítése)

# EURÓPAI MOBILITÁSMENEDZSMENT KONFERENCIA<sup>1</sup> SAINT SEBASTIAN 2009. MÁJUS 13–15.

## A PÁRHUZAMOS SEKCIÓK TÉMAKÖREI

1. Hogyan vonjuk be az idősebb embereket a mobilitásmenedzsmentbe?
2. Fenntartható mobilitási tervek és az állami vagy önkormányzati támogatás
3. A mobilitás-menedzsment értékelésének módszerei
4. Tudatformáló kampányok
5. A várostervezés integrált megközelítésmódja
6. A kerékpár reneszánsza
7. A mobilitás-menedzsment egészségügyi haszna
8. Hogyan értékeljük a mobilitásmenedzsmentet a MAX SUMO értékelési szabvánnyal?
9. A legjobb mobilitás-menedzsment projektek jutalmazása I.
10. Mobilitás-menedzsment tapasztalatok Spanyolországban
11. Fenntartható városi közlekedési tervek az életminőség javítására
12. Új tervezési tapasztalatok
13. Multimodalitás és megközelíthetőség
14. Aktív közlekedés az egészséges életmód érdekében
15. A legjobb mobilitás-menedzsment projektek jutalmazása II.
16. Hogyan befolyásolja a mobilitás-menedzsment a területfelhasználást?
17. Az EU MAX projekt eszközei és irányelvei
18. Mobilitás-menedzsment mint a folyamat eredménye
19. Kerékpározás – viselkedésmód kérdése?
20. Mobilitásmenedzsment és üdülés
21. A mobilitás-menedzsment intézkedések hasznának becslése
22. Hogyan integráljuk jobban a mobilitásmenedzsmentet a várostervezéssel
23. Mobilitási tervek értékelésének tapasztalatai
24. A mobilitás-menedzsment sikertényezői
25. Nyerjük vissza a városi köztereket
26. Jobb elérhetőség és mobilitásmenedzsment
27. Az egészség és a mobilitás összekapcsolása

# VELOCITY KONFERENCIA BRÜSSZEL, 2009. MÁJUS 12–15.

## A PÁRHUZAMOS SEKCIÓK TÉMAKÖREI

- 1.1. A legjobb kerékpáros városok
- 1.2. Kerékpárral az iskolába
- 1.3. EuroVelo
- 1.4. A kerékpározást támogató jogszabályok
- 2.1. Parkolási stratégiák
- 2.2. Hogyan legyünk kerékpáros város?
- 2.3. Kerékpár a tömegközlekedési eszközön
- 2.4. Milyen hatása van az EU-támogatásnak a városi kerékpározásban?
- 3.1. Kerékpáros „állomások”
- 3.2. Élethosszig tartó kerékpározás
- 3.3. Városmarketing a kerékpáros turizmuson keresztül
- 3.4. Egészség
- 4.1. Sikeres marketingkampányok
- 4.2. Kölcsönhatások a kerékpár és a tömegközlekedés között
- 4.3. Kerékpárral a munkahelyre
- 4.4. Csomópontok és a kerékpárosok biztonsága
- 5.1. A városi közterek felosztása
- 5.2. Közösségi biciklik – divathóbort vagy új városi közlekedési mód?
- 5.3. CO<sub>2</sub> semleges városnegyedek
- 5.4. Biciklilopás
- 6.1. A helyi kerékpáros politikák befolyásolása központi eszközökkel
- 6.2. Kerékpáros tudásközpontok
- 6.3. Nemzetközi együttműködés a kerékpáros tervezésben az EU-n kívül
- 6.4. Életmód és kerékpározás
- 7.1. Levegőtisztaság
- 7.2. Kerékpáros intézkedések költség-haszon elemzése
- 7.3. Klímaváltozás és adózási intézkedések
- 7.4. Egyensúly a kerékpárhasználat és a biztonság között

<sup>1</sup> A két konferencia szekcióüléseinek témaköreinek közzétételével arra szeretnénk felhívni a figyelmet, mennyiféle Magyarországon (ma még) ismeretlen dologgal foglalkoznak Európában a fenntartható közlekedés témakörében. Néha mintha kettős értelemben is más nyelven beszélünk.

**700 Ft**