



KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

57. ÉVFOLYAM 8. SZÁM

2007. AUGUSZTUS

# tartalom

- 1 MOLNÁR LÁSZLÓ AURÉL**  
Gyorsforgalmi úthálózatunk szerkezete és számozása
- 7 DR. FARKAS JÓZSEF – HUSZÁR JÁNOS**  
Egy mélybevagás kialakításának nehézségei
- 14 TÓTH CSABA**  
A teherbíró-képesség meghatározásának ellentmondásai és lehetőségei
- 21 BABÓS GYULA – EGYHÁZI FERENC – MOLNÁR LEVENTE – SCHULZ MARGIT**  
A forgalomlefolvas hazai paramétereinek megismerése, mérése, adaptálása és felhasználása
- 26 DR. RIGÓ MIHÁLY**  
M43 – betonból
- 27 DR. GULYÁS ANDRÁS – SZÓNYI ZSOLT**  
Könyvismertetés – A Közúti Szakgyűjtemény évkönyve 2000–2006

## TANÁCSADÓ TESTÜLET:

Apáthy Endre, Dr. Boromisza Tibor, Csordás Mihály

Dr. Farkas József, Dr. Fi István, Dr. Gáspár László

Hórvölgyi Lajos, Huszár János, Jaczó Győző

Dr. Keleti Imre, Dr. Mecsi József, Molnár László Aurél

Pallay Tibor, Dr. Pallós Imre, Regős Szilveszter

Dr. Rósa Dezső, Schulek János, Schulz Margit,

Dr. Schváb János, Dr. Szakos Pál, Dr. Szalai Kálmán,

Tombor Sándor, Dr. Tóth Ernő, Varga Csaba,

Veress Tibor

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

**FELELŐS KIADÓ** László Sándor (Magyar Közút Kht.)

**FELELŐS SZERKESZTŐ** Dr. Koren Csaba

**SZERKESZTŐK** Dr. Gulyás András  
Rétháti András  
Szónyi Zsolt  
Dr. Tóth-Szabó Zsuzsanna

## KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület mérnöki tudományos havi lapja.

Az újság elérhető a [web.kozut.hu](http://web.kozut.hu) honlapon is.

## Tájékozódás az úthálózaton

Amikor a XIII. század elején Julianusz barát elindult, hogy a Volga és az Ural vidékén felkutassa a magyarság még ott élő rokonait, útját Konstantinápolynak vette. Manapság bármely, földrajzból legalább közepes érdemjegyet szerzett diákokyerekek csodálkozva kérdezi, miért tette e nagy kerülőt. A válasz persze sokkal bonyolultabb, mint diákokyerekekünk első rátekintésre képzelheti, de a példa tán rávilágít, hogy utazásaink során milyen alapvetően fontos szerepe van annak, hogyan tudunk tájékozódni a közlekedési módok és útvonalak dzsungelében. A régi idők utazója azonban vagy profi volt, aki vezetőik segítségével, vagy saját ismeretei alapján rótt az ország- és karavánutakat, avagy zárandok, kóbor lovag, esetleg koldus, akinek sokszor mindegy volt, hová veti a sorsa. Ma azonban a laikusok is mindannyian volán mögé ülnek, és konkrét, behatárolt célok felé autóznak. Mindig pontosan elhatározzuk, hová akarunk eljutni. Alapvetően fontos tehát, hogy kiismerjük magunkat az úthálózaton.

Annál inkább, mert az útirányjelző táblákon nem lehet minden utas szándékolt célját feltüntetni, amint Jancsinak és Juliskának a kavicsok jeleztek az útját. Ezért az útkezelőnek elsődleges szolgáltatási kötelezettsége, hogy az utasok tömegének mindenütt mindenki által érthető és kielégítő tájékoztatást nyújtson. Pontosabban: Mobilitására olyannyira büszke és azt féltve őrző-fejlesztő társadalmunknak ki kell alakítania egy olyan magatartási- és jelrendszert, akár táblákkal, akár GPS segítségével, ami – a hangyák bámulatos tájékozódási képességének mintájára – egyezményes jelek, jeladó és jelfogó eszközök révén gyakorlatilag is lehetővé teszi, hogy minden utazás céljába érjen.

Ennek a számos szubjektív és tárgyi elemből álló rendszernek egyik alapvető tényezője a logikusan felépülő úthálózat és az utaknak abba illeszkedő helyzetét, szerepét megvilágító elnevezési rendszere. Hangsúlyozni kell azonban, hogy mind a hálózat szerkezetéről, jellemzőiről, mind az utak elnevezéséről, számozásáról legalább kétféle szempontból beszélhetünk: egyrészt az útkezelőből, másrészt az úthasználóból, az utasokból. Nem vitás, mindkettő fontos és indokolt szempont. De az sem lehet vitás, hogy ha a kettő bármely részletében különbséggel, szembenállással találkozunk, az utast nem fizethetjük ki szakmai fölényünkkel, neki mindig meg kell kapnia a pontos eligazítást. Úgy is mondhatjuk, az útbaigazító táblák dolgában az utasnak mindig igaza van. (Bár jegyezzük meg itt: sokat segítene mai útjainkon a tájékozódásban, ha az iskolákban, a sajtóban hivatalosan és programszerűen tanítanók az ehhez szükséges ismereteket, például közlekedési földrajz és magatartás címén.)

Hogy ehhez a kissé doktriner-szagú érveléshez gyakorlati példát szolgáltatassunk, idézzük fel, hogy a 70-es évek közepén-végén, amikor a Nyugat-Dunántúlon már igencsak megélelénkült a nyugati, főleg osztrák forgalom, Szombathelyen, a kedvelt bevásárlóhelyen gyakran hallatszott a kritika, hogy az utasok nem tudnak tájékozódni. Rossz a rendszer! A város központjában három főút öt kivezető iránya közül kellett kinek-kinek kiválasztania, hová akar utazni: Körmeny vagy Csorna (86. sz. főút), Kám vagy Kőszeg (87. sz. főút), avagy Bucsú (89. sz. főút) felé. Igenám, de az utas leginkább a Balatonra, Budapestre, Bécsbe, esetleg Oberwartba, Grácba akart utazni. Elégedetlenségükre a hivatalos válasz

rende az volt, hogy a várost átszelő főutak ezeket az úticélokot közvetlenül nem érintik, a Balaton pedig nem is település, tehát nem lehet feltüntetni az útbaigazító táblán.

Napjainkra ez a helyzet szerencsére sokat változott, mégis gyakran halljuk még ma is, hogy nehezebb tájékozódni a magyar úthálózaton, mint számos nyugat-európai országban. Még akkor is, ha jó térképet viszünk magunkkal.

## Az úthálózatról általában és konkrétan

Az úthálózat fő elemeinek (a magasabb rendű utaknak) tehát a leggyakoribb kiinduló pontok és úticélok összefüggéseit kellene követniük, a leágazásoknak pedig nem az elméleti (nyilvántartási) végpontokat, hanem a ténylegesen hangsúlyos – esetleg helyi – célokot kellene jelölniük. Vizsgálódásunkat most azonban összpontosítsuk a gyorsforgalmi utakra!

Axiómának tekinthetjük, hogy a gyorsforgalmi utak feladata a legfontosabb forgalmi áramlatok kiszolgálása. Kérdés azonban, hogy mit értünk a „legfontosabb” minősítő jelző alatt. Általában két szempontot tartunk szem előtt: a forgalom, illetve az adott úton leküzdhető távolság nagyságát. A gyorsforgalmi utak általában nagykapacitású és/vagy távolsági utak. Ez utóbbi jellemző pedig azt is magában rejt, hogy ezek az utak általában nem szakadnak meg az államhatárokon, hanem ott mintegy új lendületet véve, kissé más arculattal, de folytatódnak további, távoli célok felé. Ezeket a nemzetközi jelentőségű utakat annak idején az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága vette védőszárnyai alá és hozta létre az E-utak hálózatát. Kézenfekvő, hogy gyorsforgalmi útjainkat beillesztjük, sőt hivatalosan is besoroljuk az E-utak hálózatába, rendszerébe. Az E-utak hálózata pedig – az 1970-es években kidolgozott korszerű szerkezete szerint – két útkategóriából áll. A hálózat főúttjai észak-déli és nyugat-keleti elemekből hálós szerkezetbe állnak össze, ahol a kelet-nyugati főelemeket 0-ra végződő szám jelöli, az észak-déliek száma pedig 5-essel végződik. Ezt a rácsot egészítik ki a két-, vagy háromszámjegyű összekötő elemek. Célszerű, ha gyorsforgalmi útjainkat beillesztjük ebbe a rendszerbe, hogy kiteljesítsük egy jól bevált és megszokott szerkezet előnyeit, egyúttal kapacitását, műszaki színvonalát, biztonságát tekintve magasabb színvonalra is emelve azt.

Gyorsforgalmi hálózatunk megtervezése során azonban, noha gyakorta szóba kerültek elvi-elméleti megfontolások is, mégsem ezt a módszert és célt követtük. Valószínűleg azért, mert túlságosan erős volt a hagyomány és a rutin hatása. Emlékezhetünk rá például, hogy a 60-as években azt vizsgáltuk – az Útügyi Kutató Intézetben összeállított ú.n. piros és kék könyvek alapján, melyek afféle törzskönyvek voltak, pirosba kötve az elsőrendű, kékbe kötve a másodrendű főutak jellemzőivel –, hogy a meglévő főutak forgalma hol, mely szakaszokon mikor éri majd el a kritikus értéket, s úgy gondoltuk, hogy akkor azokon a szakaszokon a régi úttal párhuzamosan majd egy-egy autópálya-szakaszt fogunk építeni. S miután Magyarország úthálózata – persze nem véletlenül! – sugaras volt, az autópálya-hálózat első tervei is erre rímeltek.

A 60-70-es években ennek megfelelően indult meg a fejlesztés, és épült meg az M1, M7, M3 és az M4 – még nem is teljes hosszban, többségében fél-autópályaként. A 80-as évek elején azonban a

<sup>1</sup> Okl. mérnök, főtanácsos, GKM; molnar.laszlo@gkm.gov.hu

munka leállt és másfél évtizeden át csak vártunk az újrakezdésre. Tervek ugyan ezalatt is születtek, de nem lévén a kérdésnek igazi súlya, a tervező munka is rutinná fakult. Igazán új gondolatok nem igen merültek fel, nem váltak közkinccsé. Az egész országot lefedő hálózat csupán szoba-tudósok fikciójának tűnt.

Csak a 90-es években erősödött fel az a törekvés, hogy a most már végre mindenképpen megépítendő autópályáinkkal ne a régi, korszerűtlen térszerkezeti vázat másoljuk. Mind többen hangoztatták, hogy a gyorsforgalmi utak feladata nem egyszerűen annyi, hogy a túlterhelt főutak mellett pótlólagos kapacitásokat hozzanak létre, hanem hierarchikusan azok fölé emelve és a jellegzetesen gyorsforgalmi úti tulajdonságokat és szerepeket hangsúlyozva egy új térszerkezeti vázat kell megjeleníteniük. Ennek a gondolkodásmódnak volt szinte forradalmian új, de még óvatos, kiforratlan kezdeménye, amikor a sugaras úthálózati szektorokat áttörve 1973-ban kialakítottuk a Récics-Szombathely-Mosonmagyaróvár közötti 86. sz. főutat, és annak ókori hagyományaira építve felvettük azt az Európa-utak közé. Mára ez az út mind a nemzetközi szakmai fórumokon, mind a szállítómányozók körében a Balti tenger és az isztriai kikötők közötti fő folyosóvá lépett elő, aminek első gyorsforgalmi szakaszait napjainkban kezdjük kiépíteni.

Gyorsforgalmi úthálózatunk másik, merőben új eleme az ország nyugat-keleti nagytengelye Szentgotthárdtól Berettyóújfaluiig. A megvalósult Duna-híd Dunaújváros határában annak biztosítéka, hogy ez a nagytengely, aminek gondolata a 90-es években született, előbb-utóbb megépül. S ha valóban elkészül ennek a nagytengelynek legalább a középső szakasza Veszprémtől Szolnokig, végre megnyílik a lehetőség, hogy oldódjék a merev sugaras térszerkezet, s az ország és fővárosa megszabaduljon Budapest kényszerű fordító-korong szerepétől. Az Országos Területrendezési Tervben (OTrT), mint legmagasabb rangú, törvényként megerősített tervünkben, ma már körvonalazódik az új, rácsos szerkezetű hálózat, de fellelhetők még a régi centrális, sugaras-gyűrűs rendszer bizonyos jegyei is. Összességében tehát úgy jellemezhető, mint egy átdolgozás alatt álló, „se hús, se hal” megoldás. Belátható, hogy ezt a kettős jelleget meg kell szüntetni és a rácsos szerkezetet letisztítva kell érvényre juttatni.

A rácsos szerkezet – amint arra több tervező is tett már javaslatokat – 3 vagy 4 észak-déli és 3 nyugat-keleti elemre építhető fel. Hangsúlyozzuk, hogy ezek az elemek mind megvannak a jelenlegi OTrT-hálózatban is, tehát új elemekre gyakorlatilag nincs szükség. Célunk a szerkezet logikus kialakítása és az utazó közönséget is jól szolgáló megjelenítése. A gyorsforgalmi úthálózat további elemei pedig ebbe a rácsos rendszerbe kiegészítő és elágazó funkciókkal illeszkednek.

Fontos feltétel, hogy ezeknek a fő elemeknek meglegyen az államhatáron túlnyúló kapcsolatuk is, sőt illeszkedjenek az Európai Unió TEN-T<sup>2</sup> hálózatába. Ez a feltétel többségében már teljesült, a további elemek pedig bizonyára szintén kedvező fogadtatásra számíthatnak mind az EU, mind az ENSZ-EGB részéről. Hangsúlyozni kell azonban, hogy a TEN-T hálózati szerepkör mellett ezeknek a folyosóknak a kiépítése elsődlegesen Magyarország térszerkezetének modernizálása, a hazai társadalmi és gazdasági kapcsolatok egészséges fejlesztése, az egyensúlytalanságok felszámolása szempontjából elengedhetetlen.

### A szerkezet kialakításának és a számozásnak alapelvei

A gyorsforgalmi úthálózat szerkezetével és számozási rendszerével kapcsolatban kiinduló pontnak tekinthetjük, hogy olyan úthálózatot kell kialakítani, amely alkalmas rá, hogy az utazó

közönség a legegyszerűbben és a legkedvezőbb körülmények között jusson el úticéljához. Az úthálózat szerkezetének, számozásának és útbaigazító rendszerének tehát külön-külön és egymással összehangoltan ezt a feltételt kell teljesítenie. Foglaljuk össze tehát azokat az alapelveket, melyeket a szerkezet kialakítása és a számozása során követni célszerű.

- A hálózat rácsos szerkezete Nyugat-keleti és Észak-déli elemekből épüljön fel, összhangban az E-utak rendszerével.
- A meglévő gyorsforgalmi hálózati elemeken csak a legszükségesebb változtatásokra kerüljön sor.
- A hálózati elemek számozása kövesse a rácsrendszer logikáját és minél nagyobb távolságokat fogjon át. Más szóval az egyes tengelyek minél kevesebb elemről álljanak, sőt lehetőség szerint országhatártól országhatárig teljes hosszukban egyetlen számot viseljenek.
- Az útszámok konkrét, valahonnan valahová racionálisan és gyakorlatiasan vezető utakat jelöljenek, ne elméleti fikciókat. Tehát illeszkedjenek hosszabb folyosókba, vagy jelentős célforgalmakat szolgáljanak ki. Figyelembe kell venni az egyes szakaszok egymáshoz való csatlakozását és a konkrét csomóponti megoldásokat, de mindenképpen szem előtt kell tartani, hogy ilyen rangú hálózati elemek számát, elnevezését csak alkalmasan választott hosszú szakaszonként szabad megváltoztatni.
- A történelmileg kialakult főváros-központú sugaras elemek számozása alapvetően ne változzon meg.
- Kerülni kell az átfedéseket, a közös – kettősen számozott – szakaszokat.
- A gyorsforgalmi utak két, legfeljebb három számjegyű jelölést kapjanak.

### A rácsos hálózat fő elemei

Ezeket az alapelveket szem előtt tartva a fő folyosók a következők:

1. Észak-déli folyosók
  - 1.1. (Pozsony)–Rajka–Csorna–Szombathely–Nagykanizsa – Letenye – (Zágráb)  
TEN-T folyosó  
Összetevői az OTrT szerint:  
M15 Rajka – Mosonmagyaróvár  
M86 Mosonmagyaróvár–„Sárvár térsége” mára módosult: Szombathely  
M9 Szombathely – Nagykanizsa  
M7 Nagykanizsa – Letenye
  - 1.2. (Zsolna)–Parassapuszta/Esztergom–Budapest–Dunaújváros–Szekszárd–Ivándárda–(Eszék)  
TEN-T folyosó  
Összetevői az OTrT szerint:  
M2 Parassapuszta–Vác–Budapest  
M0 Budapest keleti megkerülése az M2 – M6 szakaszon  
M6 Budapest–Dunaújváros – Szekszárd – Ivándárda  
Újabb javaslat:  
M100 Esztergom–Zsámbék– Ercsi  
M6 Ercsi–Dunaújváros–Szekszárd–Ivándárda
  - 1.3. (Kassa)–Torniosnémeti–Miskolc–Debrecen –Berettyóújfalui–(Nagyvárad)  
TEN-T folyosó

<sup>2</sup> Trans-European Network - Transport

Összetevői az OTfT szerint:

- M30 Tornyosnémeti–Miskolc–Emőd
- M3 Emőd–Görbeháza
- M35 Görbeháza–Debrecen– folytatás Berettyóújfaluiig
- M4 Berettyóújfalú–Biharkeresztes–Nagykerek

## 2. Nyugat-keleti folyosók

### 2.1. (Bécs)–Hegyeshalom–Budapest–Nyíregyháza–Záhony

Összetevői az OTfT szerint:

- M1 Hegyeshalom – Budapest
- M0 Budapest déli megkerülése, értelemszerűen az M31-gyel együtt
- M3 Budapest–Nyíregyháza–Vásárosnamény–Beregdeda/Báhony

### 2.2.(Grác)–Rábfüzes–Veszprém–Dunaújváros–Szolnok–Berettyóújfalú–(Nagyvárad–Kolozsvár)

TEN-T folyosó

Összetevői az OTfT szerint:

- M8 Rábfüzes–Veszprém–Dunaújváros – Szolnok
- M4 Szolnok–Püspökladány–Biharkeresztes–Nagykerek

### 2.3.(Ljubljana) – Tornyiszentmiklós – Nagykanizsa – Szekszárd – Szeged – Nagylak – (Arad)

Szeged-Nagylak szakasza TEN-T folyosó

Összetevői az OTfT szerint:

- M70 Tornyiszentmiklós–Letenye
- M7 Letenye–Nagykanizsa
- M9 Nagykanizsa-Szekszárd–Szeged
- M43 Szeged–Nagylak/Csanádpalota

## Kritikai észrevételek a jelenlegi fejlesztési tervhez

Látható, hogy a jelzett folyosók valóban fellelhetők a jelenleg érvényes fejlesztési tervben és az OTfT-ben. Az egyes folyosók azonban túlságosan sok elemből állnak össze, amire nincs a rendszer lényegéből fakadó magyarázat, ezért értetlenséghez és félreértésekhez vezethet. Ezek közül kettőt hangsúlyosan ki kell emelnünk.

Teljesen értelmetlen dolog, hogy – miközben fel akarjuk oldani a hálózat centrális jellegét – a TEN-T hálózatba tartozó Rábfüzes-Dunaújváros-Szolnok-Biharkeresztes folyosót az M4-ből és az M8-ból ragasztjuk össze oly módon, hogy a közös metszéspontjuk egyiknek sem végpontja. Az M4 Budapesten kezdődik, az M8-nak pedig van egy „farkincája” Füzesabonyig, ami a nyúl-farknyi M25-ben folytatódik Egerig.

A másik ilyen hálózat-szerkezeti probléma az M9. Nincsen logikus magyarázat arra, hogy miért vezet Sopronból Nagykanizsán át Szegedre, ahonnan az M47 folytatta az egykori Déli Autópálya (DAP) vonalát Nyíregyházára. Ha a DAP szellemében egy külső félgyűrűben gondolkodunk, akkor indokolt lenne Soprontól Nyíregyházáig egyetlen autópályáról beszélnünk. Ez azonban mind a kiépítés ütemezése, azzal összefüggésben a szelvényezése, és az útbaigazító rendszere tekintetében súlyos zavarokhoz vezetne. Gondoljuk el, mit írunk ki Sopronban, az út elején? Hogy Nyíregyháza Dél felé van? S azt tanácsoljuk, hogy aki oda akar utazni, útközben keresse fel Nagykanizsát és Szegedet is? Hiszen látható, hogy ez a monstruózus félgyűrű markáns É-D-i és K-Ny-i elemekből áll össze. Ha pedig ezek külön elemek, külön-külön meg is kell neveznünk őket.

Sokkal kevésbé jelentős, de elvileg is, gyakorlatilag is izgalmas kérdés az is, hogy a mindössze 20 km hosszú M70 miért önálló útként szerepel. Hiszen az V. folyosó fő ágaként szerves foly-

tatása az M7 autópályának, így tehát indokolatlan, hogy az a letenyei csomópontban véget ér. Az M70, ha eljön az ideje, egyszerűen autópályává fejleszthető - ez csak kapacitás, pénz és idő kérdése. Ugyanakkor a letenyei csomópontban az M7 Zágráb felé gyakorlatilag nem vezet tovább, hiszen 2 km-en belül – ez egy hosszabb összekötő ág csupán – a horvát hálózat A4 autópályájában folytatódik. Ha tehát majd megszűnik a határellenőrzés Letenyén, célszerű a csomópontban mindjárt a horvát hálózatot és a Zágráb útirányt jelölni, az M7 pedig folyamatosan haladhat tovább Ljubljana felé. Jellemző, hogy a 90-es évek végén fel is merült egy pillanatra az M70 átkeresztelése, de a gondolat nem érte el a hálózatfejlesztéssel foglalkozó szakemberek ingerküszöbét. (Át kellett volna írni a készülő tervek címlapjait és a rájuk vonatkozó szerződéseket!) Ehhez hasonló tünet, hogy még ma is fel-felbukkan az M6/M56 autópálya fogalma, holott kezdettől nyilvánvaló, hogy az V/c folyosó magyar szakasza Budapest-Szekszárd-Eszék útvonalon egységes egész, amit csupán kiegészít a Pécsre vezető leágazás. Ez utóbbit pedig hívhatjuk akár M60-nak, akár M57-nek, nincsen jelentősége.

## Javaslat a rácsosan kialakított gyorsforgalmi úthálózatra

Az elmondottak alapján az 1. ábrán bemutatunk egy olyan hálózatot, ami megfelel a leírt feltételeknek. Ez természetesen boncolható és fejleszthető, de állítjuk, hogy ebben a formájában is sokkal jobban megfelel mind az egész rendszer és az egyes elemek térszerkezeti és forgalmi követelményeinek, mind az útbaigazítás és az úthasználat szempontjainak, mint a jelenlegi bonyolult, eklektikus rendszer. Ennek a hálózatnak az észak-déli, valamint nyugat-keleti fő elemeit az 1. és a 2. táblázat mutatja be. Az összekötő ágakat és elágazásokat a 3. táblázat sorolja fel.

Az 1. és a 2. táblázatban megfigyelhető, hogy a javasolt formában az egyes folyosók országhatártól országhatárig csupán egy, vagy két elemből állnak, nem számítva azokat, amelyek Budapestet érintve az M0 egy-egy szakaszát is igénybe veszik. Az is előnynek mondható, hogy a fő folyosókon átfedés csak az M3 Emőd-Görbeháza, és az M7 Nagykanizsa-Letenye szakaszán van.

Kivételesen az 1. táblázat 1.4 rovatában bemutatott Kelet-magyarországi észak-déli folyosó is, de vegyük figyelembe, hogy ennek a folyosónak északi és déli szektora egyébként is jellegében tér el egymástól. Az északi szektor, a Kassa-Miskolc-Debrecen-Nagyvárad TINA folyosó, a nemzetközi forgalomban sokkal nagyobb szerepre számíthat, mint a Berettyóújfalutól Szegedig húzódó déli szektor. Ez utóbbi inkább Délkelet-Magyarország, a Viharsarok belső térszerkezetét erősíti.

Ugyancsak ezzel a folyosóval kapcsolatban merült fel az a lehetőség, hogy Debrecentől északra ágazzék két felé, a Miskolc-kassai irány mellett Nyíregyháza-Beregdeda-Munkács irányában is. Azonban a lengyelek által újabban felvetett kezdeményezés a Kaunas-Lublin-Rzeszow-Eperjes-Kassa-Miskolc folyosó kiépítésére, az ezt támogató Lancut-i nyilatkozat jelentősen megemelte a lengyel-balti irány térségi súlyát, míg az ukrán irányt azonos mértékben leértékelt. Így viszont Berettyóújfalú is különleges csomópontként jelenik meg a rendszerben. Itt alakul ki az M35 és az M47 csatlakozási pontja éppen az M8 fő folyosóra illeszkedve, ami magában is a rendszer logikáját erősíti és a könnyebb tájékozódást szolgálja. Még erőteljesebbé válik ez a csomóponti szerep azáltal, hogy az M35, vagyis a Kaunas-Lublin-Kassa felől érkező 1.4.

1. táblázat: Észak-déli folyosók

1.1.		(Pozsony) –
	M86	Rajka – Csorna – Szombathely – Nagykanizsa –
	M7	Nagykanizsa – Letenye – (Gorican – Zágráb)
1.2		(Zsolna-Párkány)-
	M6	Esztergom térsége-Budapest-Dunaújváros-Szekszárd- Ivándárda
		(Baranyahegy - Eszék)
1.3		(Zsolna – Zólyom - Ipolyság) –
	M2	Parassapuszta térsége - Vác - Budapest –
	M0	Budapest -
	M5	Budapest - Kecskemét - Szeged - Röske –
		(Hódos - Belgrád)
1.4		(Kassa) –
	M30	Tornyosnémeti térsége - Miskolc - Emőd
	M3	Emőd - Görbeháza –
	M35	Görbeháza - Debrecen - Berettyóújfalu –
		(elágazás az M8-on keresztül Nagyvárad felé)
	M47	Berettyóújfalu- Maroslele (M9) –

2. táblázat: Nyugat-keleti folyosók

2.1.		(Bécs) –
	M1	Hegyeshalom - Budapest –
	M0	Budapest -
	M3	Budapest - Nyíregyháza - Beregdéda –
		(Ivano Frankivszk)
	M49	Elágazás: Vaja - Csengersima –
		(Nagybánya)
2.2.		(Grác - Heiligenkreutz) –
	M8	Szentgotthárd - Veszprém - Dunaújváros - Szolnok - Biharkeresztes térsége (Nagykeréki) –
		(Nagyvárad)
2.3.		(Ljubljana - Pince) –
	M7	Tornyiszentmiklós - Nagykanizsa –
	M9	Nagykanizsa - Szekszárd - Szeged - Nagylak –
		(Arad)

jelű északi folyosó, valamint az M8, tehát a Grác-Dunaújváros felől érkező 2.2. jelű nyugati folyosó itt egy rövid közös szakaszon lép ki Románia területére. Ott kelet felé az észak-erdélyi autópályában folytatódik Zilah-Kolozsvár felé, illetve déli kapcsolat is létesíthető Arad irányában. (Igaz, ez utóbbit a román fél egyelőre csak főútként képzelel el, de az is érdekes nyitott kérdés, vajon a magyar-román határ mentén az M35-M47 Debrecen-Szeged kapcsolat, vagy a Szatmárnémeti-Nagyvárad-Arad-Temesvár kapcsolat nyeri-e el a főszerepet.)

Az előbbieken bemutatott fő ágak az OTfT 1/1 sz. mellékletének 1a táblázatát minden elemében lefedik, és az 1b táblázatnak több elemét is tartalmazzák. Az 1b táblázat többi eleméből áll össze az összekötő ágak és elágazások jegyzéke, ami a 3. táblázatban található. Elemzésünk ezeket nem kívánja részletesen taglalni, de megjegyezzük, hogy az 1. ábra egyszerű rátekintéssel is viszonylag könnyen értékelhető. Látható rajta, mely régiókban sűrűsödik, és hol ritkább a hálózat, amin a beruházási döntések meghozatala előtt egyenként is érdemes elgondolkodni.

3. táblázat: Összekötő ágak és elágazások

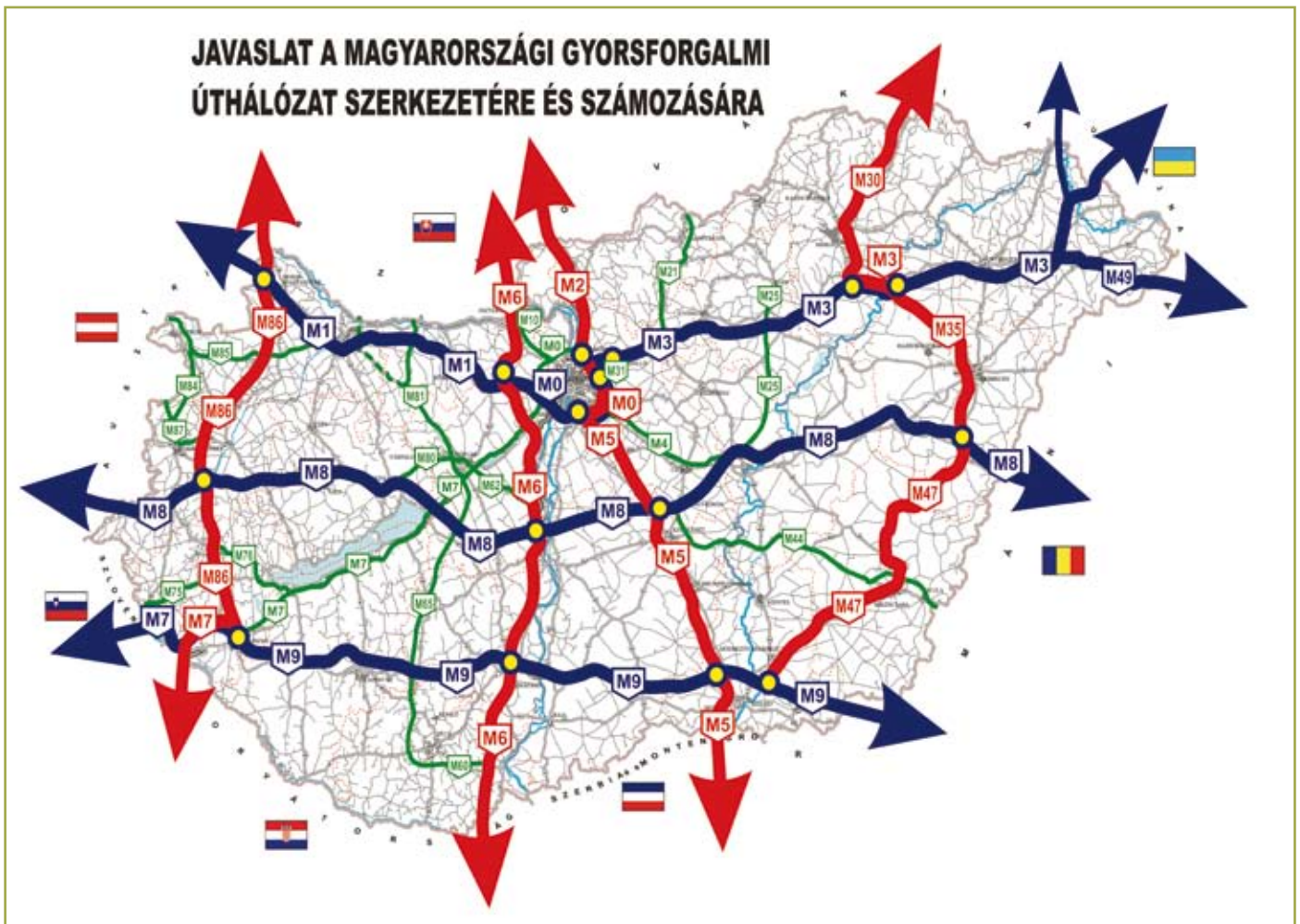
M0	Budapest körüli gyorsforgalmi útgépjáró
M4	Budapest – Szolnok
M7	Budapest – Nagykanizsa – (Letenye – Tornyiszentmiklós)1
M10	Budapest – Esztergom
M21	Hatvan – Salgótarján – Somoskőújfalu
M25	Szolnok – Füzesabony – Eger
M44	Kecskemét – Békéscsaba – Gyula 2
M60	Bóly – Pécs
M62	Székesfehérvár – Dunaújváros 3
M65	Székesfehérvár – Pécs
M75	Bak – Rédics 3
M76	Zalaegerszeg – Balatonszentgyörgy 3
M80	Székesfehérvár – Veszprém
M81	Székesfehérvár – Komárom/Vámosszabadi 4
M84	Nagyecsk – Szombathely 3
M85	Győr – Nagyecsk – Sopron o.h.
M87	Kőszeg – Szombathely 5

Megjegyzések: 1. A javaslat a hálózat logikáját követi, de megfontolandó a nemrégiben felállított táblák tartalmának módosítása.  
2. Román egyetértés esetén folytatható Kisjenő felé.  
3. Javaslat: kiemelt főút  
4. A szlovákiai hálózat kialakításhoz igazodva.  
5. Az ausztriai S31 úthoz csatlakozva.

### Záró megjegyzés

Végezetül még egy technikai jellegű megjegyzés kívánkozik ide. Mint említettük, az a hálózat-tervező munka, amibe ezt a javaslatot szeretnénk beilleszteni, hosszú ideje folyamatosan zajlik, s a vitatott megoldások is több, mint 10 éve napirenden vannak. Az M7/M70 és az M6/M56 elnevezésről szóló adalékok is igazolják, hogy ezekben a kérdésekben milyen nehéz új szempontokat érvényesíteni, és az sokszor milyen véletlenül múlik. Az OTfT munkája is már egy évtizedre tekint vissza, s éppen most zárul le az első felülvizsgálat szakmai munkája. Mondhatni tehát, hogy ez a javaslat rosszkor született, „éppen lemaradt a vonatról”. Bizonyos azonban, hogy az ilyen jellegű kérdéseket nem szabad elhallgatni. A szakmai vitákat semmiképpen nem szabad elhanyagolni, jelentőségüket alábecsülni. Láttuk az elmúlt 30-40 évben, hogy a rendszer egészét érintő reformok ugyan valóban mindig nagy lélegzetvételű igényelnek, de ha kivárujuk a kedvező pillanatot, előbb-utóbb megvalósíthatók. Láttuk, amint az 1. sz. főútból 100-as út lett, majd ismét 1-es. Láttuk, amint az autópályák útbaigazító zöld tábláit felváltották a kékek. A 90-es években rokonszenvvel fogadtuk a radiális szektor-elvet megerősítő, továbbfejlesztő rendelkezést, majd átértük, amint a gyakorlatban alkalmatlannak bizonyult. Ugyanakkor ma is napirenden vannak olyan kérdések, amikben új döntést hozni érthetően nem könnyű, de látjuk, amint a döntés elhalasztása valamely zsákutcába visz minket egyre beljebb, s tudható, hogy egyszer majd vissza kell fordulni. A tervezés tehát a jövőbe tekintve nem ismerhet időkorlátokat, és mindig annyira kell előre tekintenünk, amennyire csak képesek vagyunk.

Az itt bemutatott javaslatokról ezek szerint először azt kell eldönteni, mindenféle anyagi és technikai megfontolásoktól mentesen, hogy szakmailag helyesek-e, célravezetőek-e. Ha e szempontból kedvező elbírálásban részesülnek, akkor kell mérlegre tenni: be lehet-e őket



1. ábra: Javaslat a magyarországi gyorsforgalmi úthálózat szerkezetére és számozására

vezetni fokozatosan, főleg az új beruházások programjához igazodva, és hogyan lehet a meglévő elemek átalakítását a mindenkor esedékes felújításokhoz időzíteni. Az egyszer tudatosan felrajzolt célt azonban következetesen szem előtt kell tartanunk.

Ma tehát az az első kérdés, milyen legyen a hálózat és hogyan tájékozódják rajta az utasok serege, s csupán másodlagos kérdés, hogy ez a rendszer miként és mikor jelenik meg az OTfT törvényi formájában: a rendes, ciklikus felülvizsgálatok során, vagy netán időközi törvényt módosításként. Ez ugyanis az OTfT érdemi célját, legfőbb tartalmát, az ország területének felhasználhatóságát, a jövőt szolgáló fejlesztések helybiztosítását nem érinti, viszont a ma még nem teljesen letisztult rendszer kitisztítása, érthetővé és használhatóbbá tétele nincsen ellentétben a területrendezés elvi céljával és jogi eszközeivel.

## Summary

### Structure and numbering of the motorway and expressway network in Hungary

The road network acts the part of its social and economical cue, if it has a logical structure and a perspicuous numbering. This paper surveys the present construction and conception of the Hungarian motorway network, and demonstrates its numerous eclectic elements. Henceforth the author makes a suggestion for a reconstruction of the structure and numbering of the network, founding on the present and the purposed elements, fitting into the TEN-T and the UNO-EEC Europe road networks, and having a simple and perspicuous numbering.

### Understanding, measurement, adaptation and utilisation of domestic parameters of traffic flow Gy. Babós Gyula – F. Egyházi – L. Molnár – M. Schulz (page 21)

The article describes a research work performed by PRO URBE Ltd. in co-operation with VILATI SBH Ltd. in the frame of the Operative Program for Economic Competitiveness. The aim of the research was to determine actual and realistic parameters of traffic flow for capacity calculation of intersections as well as for generating input data of simulation programs. Measurements have been performed at intersections with and without traffic signs. Results include values of headways and equivalent personal car unit factors. Methods for capacity calculation are also provided. Calibration of the VISSIM simulation program using processed results proved to be very successful. Recommendations for adequate modification of technical regulations concerned became one of the final results of the research work.

### Concrete pavement for the M43 Dr. M. Rigó (page 26)

In the last 20-30 years no concrete road pavements were built in Hungary, bituminous pavements were considered as overall solutions. Recently there were some signs of changes, as a section of the M0 ring around Budapest and some other roads were constructed of concrete. The planned motorway M43 in SE Hungary will connect the M5 with Romania. Due to the high traffic volumes, including a large number of HGVs, the author is arguing for the concrete option.

## Az „Útpályaszerkezetek kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú alaprétegeire vonatkozó útügyi műszaki előírások átdolgozása

A kőanyag-halmazokra, továbbá a hidraulikus kötőanyagokra vonatkozó MSZ EN szabványok, valamint az ÚT 2-3.601 Útépítési zúzottkővek és zúzottkavicsok hatályba lépése indokolta az ÚT 2-3.207 és az ÚT 2-3.206 Útpályaszerkezetek kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú alaprétegei című előírások átdolgozását.\* Az említett első előírás a tervezési, a második a kivitelezési előírásokat tárgyalja.

Az átdolgozás megtartotta az eredeti koncepciót és szerkezeti felépítést, azonban több helyen pontosította és kiegészítette az előírásokat.

A kötőanyag nélküli alaprétegek három típusa az új előírás szerint:

- folytonos szemeloszlású zúzottkő alap: FZKA 0/22, FZKA 0/32, FZKA 0/56
- szakaszos szemeloszlású makadám rendszerű alap: MZA-8, MZA-10, MZA-12
- mechanikai stabilizáció: M22, M56, M80

Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy – megfelelő követelmények teljesítésével – a felhasználható alapanyagok között szerepelnek többek között az újrahasznosított kőanyag-halmazok, mint:

- vegyes betontörmelék
- vegyes falazattörmelék
- zúzott vegyes kőanyagok
- zúzott út-pályaszerkezeti anyagok (pl. bontott beton, bontott aszfalt)
- egyéb olyan anyagok, amelyek kielégítik az előírásban megadott követelményeket.

Jelentősebb változás, hogy módosult az M20 mechanikai stabilizáció szemmegoszlása, továbbá bekerült M80 jelzettel az eddig hiányolt durva zúzottkő alap. Az M22 jelű mechanikai stabilizáció lényegesen kevesebb finom szemcsét enged meg, ezzel megszűnt az az indokolt kritika, hogy az M20 voltaképpen fagyveszélyes keverék. Az új szemmegoszlást mutatja az 1. ábra. Mind az FZKA-, mind az M-szemmegoszlások összhangban vannak az EN-előírásokkal. A hidraulikus kötőanyagú alaprétegek változatlanul két osztályban szerepelnek: a CB1 jelzetű

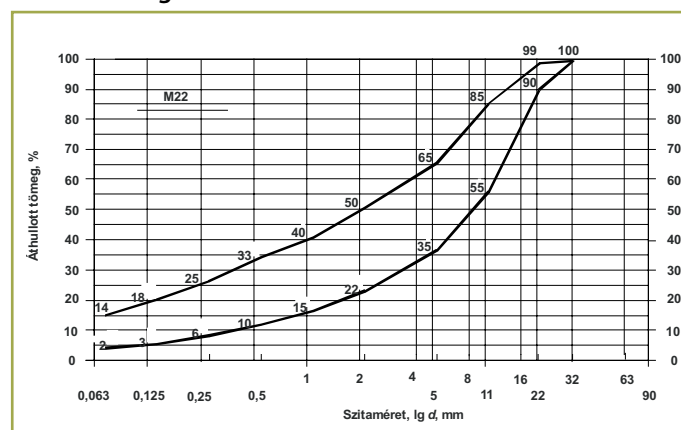
magasabb szilárdságú keverék, amely alapréteggént és az CB2 jelzetű, alacsonyabb szilárdságú keverék, amely védőréteggént (talajstabilizációként) tervezhető. Az MSZ EN 14 227-es sorozat többféle szilárdsági osztály alkalmazását teszi lehetővé. Ezek közül a CB1-nek a C1,5/2, a CB2-nek a C3/4 (megszokott hazai jelölése: CKt-4) EN-jelzetű szilárdsági osztály felel meg. (Az első szám a H/D = 2 magasság/átmérő-arányú henger, a második szám a H/D-arányú henger vagy kocka próbatest nyomószilárdságának jellemző értéke).

Újdonságként megjelent a terhelhetőségi osztály (T1...T5) fogalma, amelyet az R<sub>th</sub> húzószilárdság és az E-modulus alapján állapítanak meg. Tájékoztatásul: az útügyi műszaki előírás a főutak és autópályák alaprétegehez a T3 terhelhetőségi osztályba sorolható hidraulikus kötőanyagú keveréket írja elő. (1. táblázat)

Az építési előírás (ÚT 2.3.206) követi a tervezési előírás módosításait, de jobban részletezi a hidraulikus kötőanyagú keverékek szilárdsági követelményét.

A két átdolgozott előírás összhangban van az EN-szabványokkal, ugyanakkor meghagyja a hazai alkalmazott és bevált módszert. Reméljük, hogy az előírások elősegítik az útpályaszerkezetek alaprétegeinek minőségi építését. Beszerezhető a Magyar Útügyi Társaságnál. (www.maut.hu)

### Dr. Boromiszta Tibor szakbizottság vezető



1. ábra – Az M22 mechanikai stabilizáció határgörbéi

1. táblázat – Cement kötőanyagú keverék T1–T5 osztályai az R<sub>th</sub> húzószilárdság és E-modulus alapján

Terhelhetőségi osztályok	Rugalmasági modulus, E, N/mm <sup>2</sup>					
	1600	2000	5000	10 000	20 000	40 000
	Hasító-húzószilárdság, R <sub>th</sub> , N/mm <sup>2</sup>					
T1	0,15	0,16	0,23	0,28	0,33	0,36
T2	0,26	0,29	0,40	0,48	0,55	0,61
T3	0,41	0,45	0,60	0,73	0,85	0,94
T4	0,56	0,61	0,85	1,04	1,21	1,36
T5	0,80	0,88	1,25	1,54	1,83	1,99

Megjegyzés: A T1, T2, T3, T4 és T5 terhelési osztályok határgörbéinek ábrázolásához a táblázat az R<sub>th</sub> és E értékeket adja meg.



## 1. Bevezetés

A Miskolc, Északi elkerülő (BOSCH) út új nyomvonalú szakasza aluljáróval halad át a Miskolc – Kazincbarcika vasúti fővonal kettős vágánya és a Miskolc – Repülőtér állomás I. csonkavágánya alatt. A max. 8,6 m tükörszint mélységű bevágás mélyítése során azt észlelték, hogy a talajvízviszonyok a tervezéshez készített feltárások eredményeihez képest lényegesen kedvezőtlenebbek, aminek következtében az eredetileg tervezett műszaki megoldások várhatóan nem lesznek megfelelőek az aluljáró megépítéséhez. A vasúti keresztezések alatt átvezető szakaszon a tervezett víztelenítéssel nem tudták a talajvíz-szintet olyan mértékben lesüllyeszteni (112,3 mBf-ig), hogy a földmunkatükör kialakítható legyen.

Az építési terv szerint a tervezett út mindkét oldalán mélyszivárgót kellett volna kiépíteni olyan mélységig, hogy a víztelenítés szintje a pályaszerkezet alatti 60 cm vastagságú talajcsere (vagyis a tükörszint) alatt legyen; így biztosítva, hogy a pályaszerkezetet később se közelítse meg 0,7 m-nél jobban a talajvíz.

A mélyszivárgók kialakításáig nem tudtak eljutni, mert a talajvizet hozó homokos kavics többnyire 3 m-t meghaladó vastagságban jelentkezett, sőt helyenként elérte a 4 m-t. A 114,5 – 115,0 mBf szintek között megjelent talajvizet a terv szerinti módon nem lehetett eltávolítani, a munkatérben állt a víz. A telepített Siemens kutak is csak kisebb mértékben süllyesztették le a vízszintet (1. ábra), de az óránkénti 80 – 100 m<sup>3</sup> víztávolítás hatására sem csökkent az a 113 mBf alá, s közben „rézsűleszakadások”



1. ábra: Siemens – kutakkal sem lehetett lesüllyeszteni a talajvíz-szintet.

alakultak ki (ld. címlap). Kútgyűrűk lesüllyesztésével, és az azokból történő szivattyúzással is próbálkoztak, de a szükséges leszívást nem lehetett elérni.

A vasúti hidak előtti részen egyértelmű volt, hogy a vizet hozó homokos kavics feletti kövér és közepes agyagok függőleges falban csak ideig-óráig álltak meg, azután lesuvadtak. A homokos kavics betelepülés rendkívül heterogén volt. A felső zónája



2. ábra: Rétegzett homokos kavics.

(ahol a talajvízszint mozgott) az oxidáció miatt erősen rozsdás színű volt; lejjebb durvakavics sávok sorakoztak (2. ábra). A vasúti hidak előtti részen csak c.ca 114 mBf szintig sikerült „leszívni” a talajvizet.

Feladatunk műszaki koncepció kidolgozása volt a felmerült probléma megoldására – figyelembe véve az út későbbi üzemeltetésével kapcsolatos feladatokat és költségeket is.

## 2. Altalajviszonyok

A bevágási részen a terep fokozatosan emelkedik a nyomvonal mentén 117,5 mBf-től 123 mBf-ig. A geológiai szakirodalom szerint a pliocén kor végére, a pleisztocén (jégkorszak) elejére tehető a környék folyóhálózatának kialakulása. A Sajó-völgyet a nagy szerkezeti törések, vetőrácsok töréshálózatai alakították. A pleisztocén végén és az oholocénben a mai borsodi ártér megsüllyedt, s több száz méteres vetők alakultak ki. A holocénben (jelen korban) nyerte el a terület és a Sajó-völgy a jelenlegi állapotát. A „legfiatalabb” negyedkori kéregmozgások és a változó pleisztocén klímák hatására felszabdalt, tagozott, kissé erodált forma-együttes alakult. A Borsodi medence a Sajó folyó széles, teraszos völgye.

A szerkezeti törések, vetők jelenlétét kimutatták a vasúti hidakhoz készített talajfeltárások is. Az Ős-Sajó kavicssteraszának maradványa, a durvaszemcsés anyag minőségének hirtelen változásai, az agyagrétegek vastagsági és minőségi változásai a vasúti fővonal környéki szerkezeti törésre utalnak. A Sajó kavicssterasza a kvater és a holocén korban keletkezett folyóvízi üledék.

Az elkerülő út mélybevágási szakaszának tervezéséhez lényegében egyetlen fúrást sem mélyítetttek. A bevágás indulási pontjánál (4 + 020 km. sz.) készítették az EU – 02. jelű, 5 m mélységű, kisátmérőjű fúrást, amelyben a 118,7 mBf-i terepszint alatt 1,5 m mélységig kövér agyag, majd 2,5 m-ig sovány agyag, 3,0 m-

<sup>1</sup> okl. építőmérnök, egyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora, a BME Geotechnikai Tanszék vezetője jofarkas@mail.bme.hu

<sup>2</sup> okl. építőmérnök, regionális főmérnök, Magyar-Közút Kht – Észak Alföldi Régió. huszar@borsod.kozut.hu

ig iszapos homokliszt, 4,0 m-ig iszap, azután a fúrás talpáig sovány és közepes agyag jelentkezett. Tehát kavicsot nem harántoltak.

A bevágást tulajdonképpen a vasúti hidakhoz mélyített 6 nagyátmérőjű fúrás eredményei alapján (azok „bevetítésével”) tervezték. E fúrások közül az 1. – 5. jelűekben találtak kavicsot. (Az 5. fúrásban 3 m vastagságban!) Meglepő, hogy a 6. fúrásban nem észleltek kavicsot, mivel a bevágás nyitásakor szemel láthatóan ezen a helyen vastag volt a durvaszemcsés réteg. A fúrásokban a terepszint alatt 4,5 – 9,5 m vastagságban kövér és közepes agyag jelentkezett.

Az agyagok alatt a 6. és 3. fúrásban iszapos homokliszt következett 1 – 1,5 m vastagságban, a többi fúrásban pedig a kavics (4,5 – 9,5 m mélységtől) 0,4 – 3,0 m vastagságban. A kavics alatt mindenhol sovány agyagot találtak. A fúrások 15 – 20 m mélységűek voltak. Eddig a mélységig egyedül a 3. fúrásban harántoltak újabb kavicsréteget 18,7 – 20 m közötti mélységközben.

A híd tervezéséhez mélyített korábbi fúrások eredményei alapján tehát a kavics „betelepülés” alatt és felett is agyagrétegek találhatóak.

Mivel a megbízásunkat követő helyszíni szemlén egyértelműen megállapítható volt, hogy a híd tervezéséhez mélyített fúrások nem adtak teljes képet a mélybevágásos útszakasz altalajviszonyairól, ezért 13 db kiegészítő fúrás mélyítését határoztuk el a pontosabb altalajviszonyok meghatározása céljából.

A talajfeltáró fúrások, a rétegszelvény és a részben kiemelt bevágásban a helyszínen tett megfigyeléseink alapján a mélybevágás altalajviszonyairól az alábbi kép rajzolódott ki:

A bevágás elején geológiai törésvonal, vető valószínűsíthető. Ettől keletre, a vizsgált szakasz elején az eredeti térszín alatt kövér és sovány agyag volt található 2,5 – 5 m mélységig. Alatta homokos, iszapos homokliszt van, majd ismét sovány agyag réteg következik.

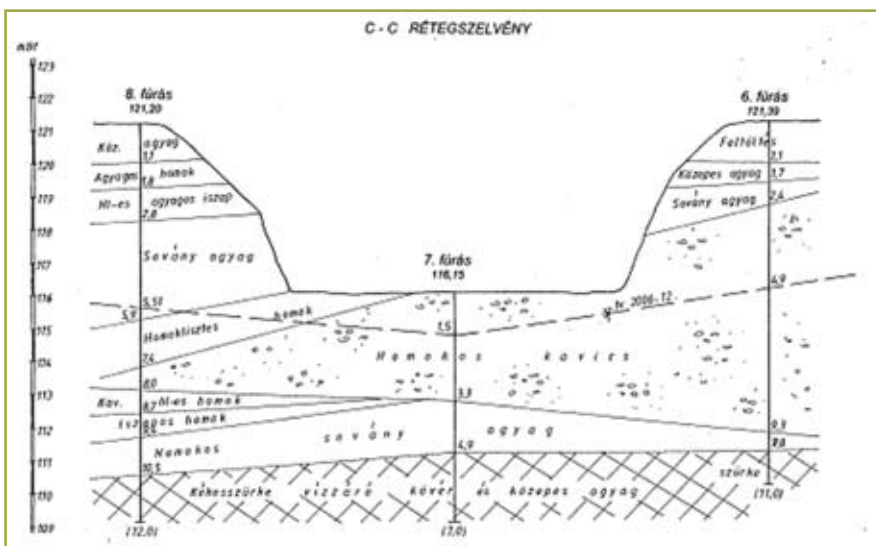
Ezután 4,6 m vtg. agyagos, homoklisztes homokot harántolt az 1. fúrás. Ez vízáteresztőnek tekinthető ( $k = 10^{-3} - 10^{-5}$  cm/s). Alatta kvázi-vízzáró sovány agyag van, majd homoklisztes iszap és sovány agyag következik 16 m mélységig.

Az említett vetőtől Ny-ra egészen a 4 + 275 km. szelvényig viszonylag egységes a rétegződés. Az eredeti terepszint alatt 1,5 – 4,1 m mélységig közepes és sovány agyag található, amelyet a jó vízvezető homokos kavics követ(ett) 2,9 – 6,9 m vastagságban. A legnagyobb vastagságot a 6. és 7. fúrásban észleltük. Ezekben a kavics alsó határa a 112,09 – 112,85 mBf szintek között van.

A durvaszemcsés réteg alatt többnyire sovány, majd közepes és az alatt kövér agyag található. A 4 + 275 – 4 + 350 km. sz. között a térszín alatti 11 m-en belül a sovány-, közepes és kövér agyag dominál.

A 10 fúrásban is még előfordult vízvezető kavicszórványos homok betelepülés 1,1 m vastagságban.

A fúrások alapján megállapítható tehát, hogy nagy áteresztőképességű homokos kavics réteg a 4 + 105 km. sz. (geológiai vető) és a 4 + 290 km. sz. közötti részen fordul elő max. 6,9 m vastagságban. Az alsó határa: 112,09 mBf.



3. ábra. Jellegzetes rétegszelvény.

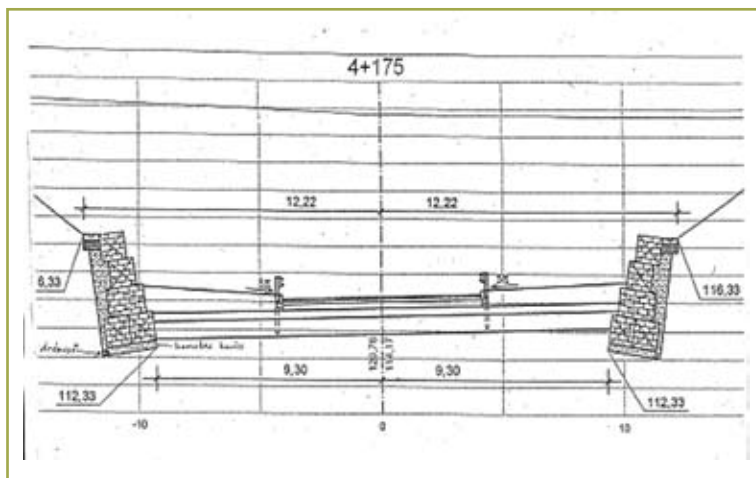
Megemlítjük, hogy a fúrásokkal párhuzamosan végzett geoelektromos szondázások a vonalmenti kavicskiterjedést a fúrások alapján rögzíthetjük viszonyítva méterre megegyezően adták meg. A vastagságban sem volt lényegi eltérés.

A fúrásaink alapján keresztirányban (úttestre merőlegesen) is jelentős mértékben változik a homokos kavics vastagsága és mélységi helyzete. Ezt szemlélteti a 3. ábra rétegszelvénye.

### 3. Talajvízviszonyok

A tervezéshez felhasznált fúrásokban 113,87 – 116,59 mBf közötti nyugalmi vízszinteket mértek. A később mélyített 13 db fúrásunkban 112,98 – 118,56 mBf közötti vízszintek alakultak ki; azonban ezek a híd előtti részen a bevágásban folyó talajvízszint-süllyesztés miatt „leszállított” vízszintek voltak; s az út tengelyében 1 – 2 m-rel alacsonyabbak, mint a bevágás körömvonalai közelében lévő fúrásoké.

A tervezéshez készített talajmechanikai szakvélemény említett a közelben lévő „talajvízkútról”, amelynek vízszintje a legutóbbi 30 évben nem emelkedett 117,5 mBf fölé. Ezért a szakvélemény ezt a szintet adta meg becsült maximális talajvízszintként. Fúrásaink vízszintjei alapján ez a 4 + 220 km. szelvénytől K-re lévő pályaszakaszon elfogadható. A 9., 11. és 13. fúrások



4. ábra. A tervezett bevágásszelvény.

nyugalmi vízszintjei alapján azonban a 4 + 350 km. szelvényben 119,7 mBf szintű becsült maximális vízszintet kell felvenni.

A tervezés szempontjából mértékadó talajvízszint 50 cm-rel magasabban vehető fel.

A bevágás víztelenítési megoldásának kidolgozásánál szerepe van a talajvíz áramlási irányának is. A tervezéshez készített talajmechanikai szakvélemény és a geofizikai méréseket végző cég is ÉK – DNY irányú (Sajó felőli) talajvízáramlást adott meg.

A rendelkezésünkre bocsátott talajvízszint adatok alapján viszont egyértelmű volt, hogy a talajvíz ÉNy, Ny-i irányból áramlik, és a Sajó felé tart, melynek vízszintje alacsonyabban van (a mértékadó árvízszintje: 115,07 mBf), mint a mélybevágás közvetlen környezetének (kivitelezés előtti) talajvízszintje: 115 – 117 mBf. (A folyó mindössze 1 km-re van K-i irányban a bevágásunktól; így az semmiképpen sem táplálhatja a talajvizet.) A kivitelezés előtti talajvízszint adatok alapján megszerkesztve az azonos vízszintmagasságú helyeket összekötő (izo) vonalakat, a talajvíz áramlási iránya kb. 110-os szöveget zár be a bevágás hidak alatt húzódó tengelyvonalával.

#### 4. A tervezett bevágás kialakítás

Az út terv szerinti sáv szélessége: 2 x 3,5 m, a kiemelt szegély melletti (mindkét oldali) 0,5 m-es biztonsági sávval. Kétoldalt kiemelt szegély épül az 4. ábrán látható méretekkel.

A pályaszerkezet tervezett rétegrendje:

- 4 cm ZMA – 12 kopóréteg
- 6 cm K – 20/F kötőréteg
- 9 cm JU – 35/F bitumenes alaprég
- 20 cm CKt cementstabilizációs útalap
- 30 cm homokos kavics ágyazat.

Az említett pályaszerkezet alá 60 cm vastagságban talajcserét terveztek beépíteni.

A talajmechanikai szakvélemény 8/4-es rézsúhajlást javasolt a bevágásba. Ugyanakkor a kiviteli tervben szereplő keresztmetsvényeken kétoldali gabionfalas rézsúlábmegegyeztetést alkalmaztak. Az 1 – 1 m magasságú, négy gabionsort 25 cm-es lépcsőzéssel helyezték egymásra. Maga a fal 80-kal kifelé dől; s a felső külső sarka 2,5 m-rel van a pályaszint felett; míg a külső alsó sarka 1,5 m-rel van a pályaszint alatt. A támfal alá kifelé lejtő, 20 cm vtg. homokos kavics ágyazat van tervezve; a fal mögé pedig hátszivárgó, melynek alján hosszirányú dréncső van elhelyezve, és helyenként be van kötve az úttengelyben futó D 300-as csapadékvíz csatornába.

Utólagos feltárásaink szerint az altalaj- és talajvízviszonyok lényegesen kedvezőtlenebbek a korábbi fúrások alapján feltételezettnek; a homokos kavics vastagabb a vártnál, alatta általában nincsenek vízzáró rétegek, hanem azok mélyebben helyezkednek el. Különösen kedvezőtlen a 4 + 110 km. sz. közelében lévő geológiai vetővonal, amelytől K-re csak igen vékony kvázi-vízzáró sovány agyagréteg található. A tervezett nyíltvíz-tartással, de még a kipróbált talajvízszint-süllyesztéssel sem lehet a vízszintet az autópálya tükörszintje alá „csökkenteni”.

#### 5. Javaslat a talajvíz kizárására

Természetesen egy – a bevágási szakaszt körbefogó – c.ca 10 m körüli mélységű hagyományos beton résfallal elvileg megoldhatónak tűnik a feladat; de az építésben érintett felek szerint – a költséges megoldás részállékonysági problémái a helyenként 6,9 m vastagságú durva (helyenként fejnagyságú görgetegeket is tartalmazó) kavicsban rendkívüli nehézséget jelentenének. Az említett geológiai vető környezetében az eredeti térszín alatti 15 m mélységig (103 mBf szintig) egyértelműen vízzáró, kellő vastagságú agyagréteget nem tárt fel a fúrás.

Egy olyan – gazdasági szempontokat is szem előtt tartó – megoldásra kellett javaslatot tennünk, amely gondos tervezés és szakszerű kivitelezés esetén biztosítja a bevágás megépíthetőségét, rendeltetésszerű használatát, s tekintettel van az üzemeltetéssel kapcsolatos költségekre is.

A talajvíz bevágásból történő kizárására vonatkozó koncepciónk lényege: a bevágás két oldalán és a K-i, illetve Ny-i végénél olyan vékony membránfal (függönyfal) beépítése, amely – átvágva a talajvizet szinte akadály nélkül a bevágásba vezető homokos durvakavics réteget – minimum 50 – 100 cm-t beköt a pályaszint alatti „első” vízzáró agyagrétegbe. Az előzőekben ismertetett altalajviszonyok alapján ez a feltétel biztosítható, s kisebb átszivárgás a bevágás elején lévő „vis maior”-ként tekinthető geológiai vető környezetében várható – gondos tervezés és szakszerű kivitelezés esetén.

A membránfal 30 cm szélességben, a fóliatekercs szélességének megfelelő max. 6 m (a műterepszinttől számított) mélységgel épülhet meg első lépcsőben. A rés belső oldalán min. 2 mm vastagságú HDPE fóliát építenek be, s az „árkot” (részt) a műanyaglemez megtámasztó, bentonitos szuszpenzióval kiinjektált, osztályozott kavicssal töltik ki.

A külföldön is korszerű és megbízható technológiának tartott, függőleges kialakítású, HDPE anyagú lemezcsévés „függönyfal” egyik legfontosabb újdonsága az, hogy a függőleges helyzetű lemezcsévé a „célgépet” (5. ábra) haladásának megfelelően folyamatosan tekerceselhető. A tekercesek 25 méterenként speciális megoldással végteleníthetők.

Az egy munkakütemben elvégzésre kerülő műveletek:

- Talajba történő bemetszés 30 cm szélességben, és a felszíntől számított max. 6 m mélységben.
- A rés (bemetszés) mélységének automatikus szabályozása lézervezérléses technológiával.
- A vegyi hatásoknak ellenálló HDPE lemez függőleges és folyamatos elhelyezése.
- A rés feltöltése kavicssal a HDPE lemez mellett, a bevágással ellentétes oldalon (amiatt, hogy a lemezen kívül a víznyomást ellensúlyozó tömeg nagyobb legyen).



5. ábra: A „célgép”.

A befejező művelet: a résbe helyezett kavicsrost bentonitos szuszpenzióval történő feltöltése (6. ábra) a műtérp szintjéig (lavírsíkig).



6. ábra: Kavicsrost feltöltése bentonitos szuszpenzióval.

A függőnyfal építését végző gép tehát 30 cm szélességben max. 6 m (ahol felfelé történő toldásra lesz szükség, ott 5,85 m) mélységben, folyamatos rés (árok) nyitással kitermeli a talajt, és annak helyére egy ütemben elhelyezi a függőleges helyzetű HDPE lemezt és az azt megtámasztó, a rést teljes mértékben kitöltő, osztályozott kavicsot.

A membránfal (résfal) indítására olyan indítóállást kell kialakítani, amely alkalmas a víztelenítésre és a függőleges lemez (fólia) fal indítására is. Az indítógödrt két egymással párhuzamos, egymástól 1,3 m távolságban elhelyezett, min. 8 m mélyre levitt szádfal-lemez biztosítása mellett lehet csak kitermelni. Az indítógödrt olyan mélyen kell kitermelni, amilyen mélyen építjük a függőnyfalat. Az indításnál függőleges helyzetbe, a talajba vert „acélszerkezetre kell rögzíteni az első toldólemezt, az ún. „geolakatot”, amelyhez a fóliafektető gépen lévő, a HDPE fóliára helyezett geolakat ellenpárja fog csatlakozni. Az indító csatlakozás kialakítását követően a későbbi toldásnál a szádolás, dúcolás, víztelenítés nem szükséges.

A membránfal építésekor – mint már említettük – az alábbi munkavégzések egy ütemben történnek: résnyitás, fóliaelhelyezés és kavicsolás. A 10 – 20 m hosszú fóliatekercekek toldása egyedi módon kialakított „fóliafektető” gépre szerelt szekrényben történik. A toldás időtartama alatt a fóliafektető gép ároknyitása szünetel. A HDPE lemez toldását geolakkal végzik. A geolakat része a tökéletes vízzárást biztosító tömítő henger, amely víz hatására a térfogatának többszörösére duzzad, ezáltal válik vízzáróvá teljes felületén az épített membránfal.

A kombinált membránfalat építő gép enyhe ívek (min. 40 m sugarú kör) megépítésére alkalmas, így az íves bevágásszakaszokon az úttengellyel párhuzamosan vezethető a függőnyfal.

Az ismertett technológia alkalmas tetszőleges hosszúságban a vízzáró membránfal megépítésére; azonban lényeges, hogy a HDPE lemez alsó része bekössön egy vízzáró agyagrétegbe.

Ez utóbbi feladatot szolgálja a rés teljes keresztmetszetét kitöltő kavicsrost pórusterebe injektált bentonitos szuszpenzió. Az injektálást „lándzsákkal végzik el; a kavics hézagait a szuszpenzióval alulról felfelé haladva kell kitölteni. A bentonit alapú szuszpenzió

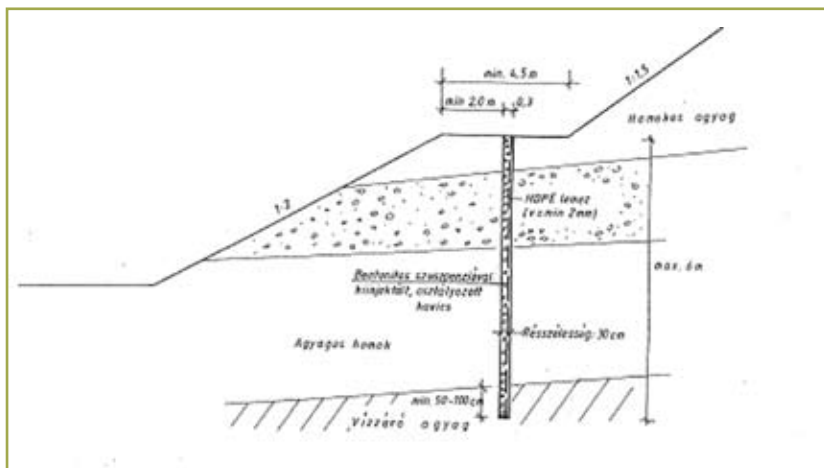
gyakorlatilag vízzáró, mivel az átérésztőképességi együtthatójának  $k = 10^{-6}$  cm/s értéknél kisebbnek kell lennie.

A felhasználandó bentonit minőségét a feladatoknak megfelelően kell meghatározni. A bentonit alkalmazásának a technológiáját laboratóriumi, és azt követő munkahelyi vizsgálatoknak kell megelőzniük. A „minősége” kísérletek, ásványtani, kémiai vizsgálatok, technológiai paraméterek meghatározása alapján véglegesíthető. A membránfal mélysége – tekintettel a lézeres vezérlésre – biztonsággal tartható.

A membránfal vázlatát a 7. ábrán szemléltetjük.

Azokon a szakaszokon, ahol a lavírsík az alsó vízzáró agyag mélyebb helyzete miatt a – visszaduzzasztás vízszintemelő hatását is figyelembe vevő – tervezés szempontjából mértékadó talajvízszint alá kerül, ott a fóliát (HDPE lemezt) függőleges toldással a lavírsíkra, majd az ideiglenes rézsűre fektetve a mértékadó vízszint fölé kell vinni a 8. ábrán bemutatott vázlatrajz szerint.

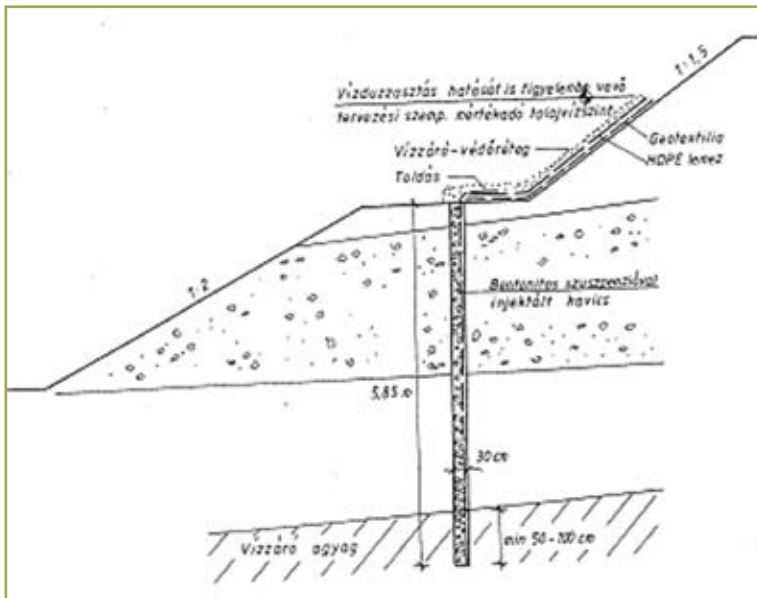
Ahol a tervezés szempontjából mértékadó talajvízszint felett is található kavics, ott a kavics felszíne fölé 20 cm-rel fel kell vinni a membránlemezt (pl. 4 + 220 km. sz. jobboldal). Toldás esetén a lavírsík alatt max. 5,85 m mélységű lehet a membránfal; a



7. ábra. A vízzáró membránfal vázlata.

fölfelé 15 cm-es fólia túlnyúlás a toldáshoz szükséges, amelyet 6 – 8 cm-es átfedéssel, dupla „varrattal” kell elkészíteni. A toldalékrész alá vastag geotextíliát kell fektetni a lavírsíkra, illetve az ideiglenes rézsűre; s itt is biztosítani kell a lemez felett vízzáró- védőfedőréteg elhelyezését (pl. bentonit – cement keverék, bentofix réteg).

A 4 + 200 km. szelvény környezetében egy ikerhíd és a közelében lévő 3. j. híd alatt vezet át aluljáróval az elkerülő út (9. ábra). A hidak mellvédfalainak alapja mindkét oldalon egy-egy, az út tengelyével párhuzamos, 80 cm vastagságú, 108,1 mBf talpsíkú, 31 m (jobboldal), illetve 34 m (baloldal) hosszúságú, egybeépített résfal, amely a jobboldalon 4 + 4 db, a baloldalon 5 + 3 db, 4,34 m hosszúságú, merőleges, réselt bordával van ellátva. E bordák talpsíkja ugyancsak a 108,1 mBf szinten van. A résfalak építési felső szintje: 117,18 mBf. A résfalak bekötnek a vízzáró agyagba, így nem képeznek ablakot a membránfalunkon, amennyiben az út mindkét oldalán a HDPE lemezt vízzáróan csatlakoztatjuk a szélső (úttengelyre merőleges) vb. bordákhoz. Tekintve, hogy a HDPE fóliát „behúzó”, réskészítő célgép teljesen nem tudja megközelíteni a szárnyfalat, azért a csatlakozást „hagyományos” módon (szádfal, jet-grouting) kell megoldani – a kivitelezővel egyeztetett technológiával.



8. ábra. A membránfal felső toldása.

A vízzáró agyagok mélységi helyzete és a membránfal max. 6 m-es mélysége miatt a fal nyomvonalát mindkét oldalon a rézsűkön kell vezetni. A falat építő célgép 4 m széles, így a rendezetlen rézsű építési szint (lavírsík) feletti részein földletermeléssel 4,5 m szélességű munkasávot kell biztosítani. A letermelt talaj a membránfal elkészülte után, a „rézsűrendezéssel” együtt visszaépíthető.

Mint említettük, a talajvíz áramlási iránya nagy valószínűséggel ÉNy, Ny – DK, K-i. Vagyis ha csupán a bevágás két oldalán vezetjük végig a vízzáró membránfalakat, akkor meg lenne az „esély” arra, hogy az ÉNy-i irányból áramló talajvíz a két fúrásban jelzett (0,5 – 1,0 m vastagságú) kavicsrétegben Ny-felől bejutna a bevágásba. Ezért azt javasoltuk, hogy c.ca a 3 + 340 km. szelvényben a 119,7 mBf lavírsíkról az út tengelyére merőleges, 6 m mélységű membránfal épüljön 113,7 mBf talpsíkkal az e szelvényből K-felé induló két, oldalsó membránfal közé, azokhoz csatlakozva. Az említett lavírsík megegyezik a 3 + 340 km. szelvényben a talajcsere tükörszintjével, illetve a becsült ottani maximális talajvízszinttel.



9. ábra: Aluljáró a vasúti hidak alatt.

A membránszigetelést efölé 50 cm-rel (a tervezés szempontjából mértékadó talajvízszintig) kell „felvinni” az út (talajcsere) tükör-

szintjére, illetve oldalrészük síkja alá kellő mélységben fektetve.

A bevágás É-i és D-i oldalánál a membránfal az úttengellyel közel párhuzamosan épül ki 119,7 – 115,8 mBf lavírsíkkal és 113,7 – 110,0 mBf talpsíkkal (l. 3. ábra). A mélyebb síkokkal a geológiai vetőtől (4 + 125 km. sz.) K-re eső részen épül a membránfal. A 4 + 000 km. szelvényben csatlakoznának az úttal párhuzamos falak egy azokra merőleges – 115,85 mBf lavírsíkú, 110,0 mBf talpsíkú – D-i (kereszt) membránfalhoz.

A rendkívül heterogén, dobostorta-szerű, ferdén rétegezett, vetővel szabdalt altalajú, membránoldal falas dobozba zárt bevágásba leginkább a Ny-i vég É-i oldalánál, valamint a K-i végénél a valószínűsíthető vető mentén és attól K-re szivároghat be alulról kisebb mennyiségű talajvíz. De a 665 folyóméter hosszúságú membránfalon sem zárható ki teljes bizonyossággal a meghibásodás, esetleges kivitelezési hiba lehetősége.

Ezért javasoljuk, hogy a pályaszerkezet alá kerülő 60 cm-es talajcsere anyaga homokos kavics legyen. (Maga a bevágás kiváló „kavicsbánya!”) E talajcsere paplanszivárgóként is működne, amennyiben megfelelő tükörlejtéssel az abba bejutó vizet oldalirányban kivezetnénk a rézsűlábánál elhelyezett szivárgóba. Vagyis a rézsűlábánál a lejtéviszonyoktól függően egy- vagy kétoldali szivárgót kell kiépíteni az úttengellyel párhuzamosan olyan mélységig, hogy a vízvezetés szintje a talajcsere szintje alatt legyen. (Ezek vize az út alatt húzódó csapadékcatornába vezethető.)

Az 5,85 m mélységű, függőleges membránfal építésével párhuzamosan kell végezni a lemeztoldást, a HDPE lemez ideiglenes rézsűre fektetését és a lemezt leterhelő visszatöltés elhelyezését, a felső rézsűsík kialakítását; s rendezni kell a membránfal előtti rézsűt is. (Ahol földhiány van oda jól tömöríthető talajt kell beépíteni a majdani rézsűsík figyelembe-vételével.)

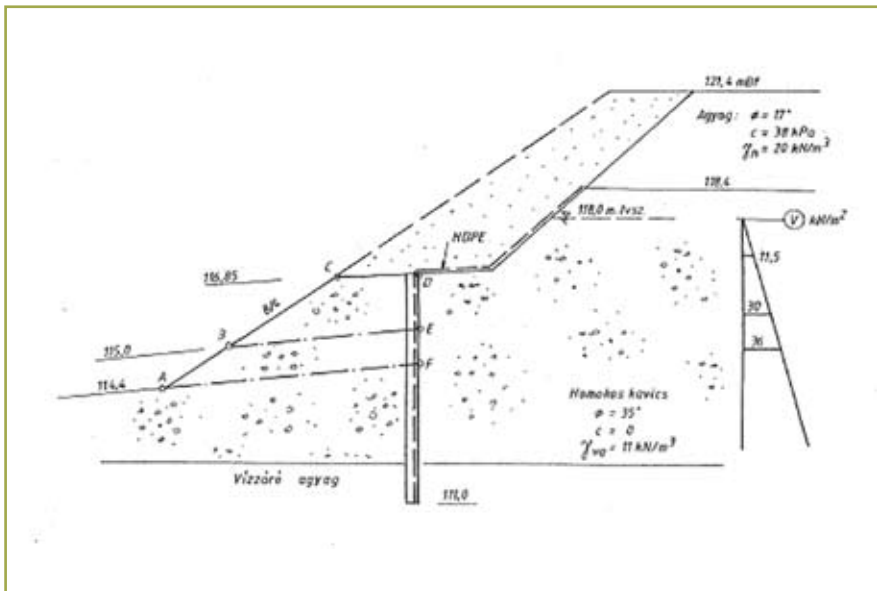
Javaslataink alapján kivitelezési dokumentáció kerül összeállításra.

## 6. Állékonysági vizsgálatok

A tervezett kialakítású bevágásrészük állékonysági vizsgálatát a törési határállapot elemzésével végeztük el. A statikailag határozatlan feladatoknál, ideálisan rugalmas-képlékeny anyagú testeknél úgy számolhatunk a határállapotban, mint ha a test merev-képlékeny volna. Ez azt jelenti, hogy a törési állapotig bekövetkezett feszültség – alakváltozás érdektelen a törőteher nagysága szempontjából. A törési határállapot vizsgálatára a képlékenységtan két eljárást ad: a statikai és a kinematikai módszert. A földművek állékonyságvizsgálatában az előbbi az általánosan használatos. A statikai tétel alapuló módszerek lényege – mint közismert – az, hogy felvesszünk egy csúszólapot, s megvizsgáljuk az azon fellépő normál- és nyírófeszültségeket. Ez utóbbiak és a rendelkezésre álló nyírószilárdság viszonyát vizsgáljuk azután, s értelmezzük valamilyen módon a vizsgált csúszólaphoz tartozó biztonságot. A mértékadó csúszólapot próbálgatással keressük, vagy a számítógépre bizzuk annak megkeresését; és ez az lesz, amelyhez a legkisebb biztonság tartozik, s egyben a biztonsági érték jellemzi a bevágás állékonyságát.

A vasúti híd melletti egyik legkedvezőtlenebb szelvényben végeztük el a membránfal mögötti víznyomás és földnyomás miatti esetleges elcsúszás vizsgálatát a 10. ábra szerint.

Először a 60 cm vtg. útburkolat tükörszintjéig történő bevágás-kiemelés esetét vizsgáltuk. Az ACDF tömbre ható erőket vettük



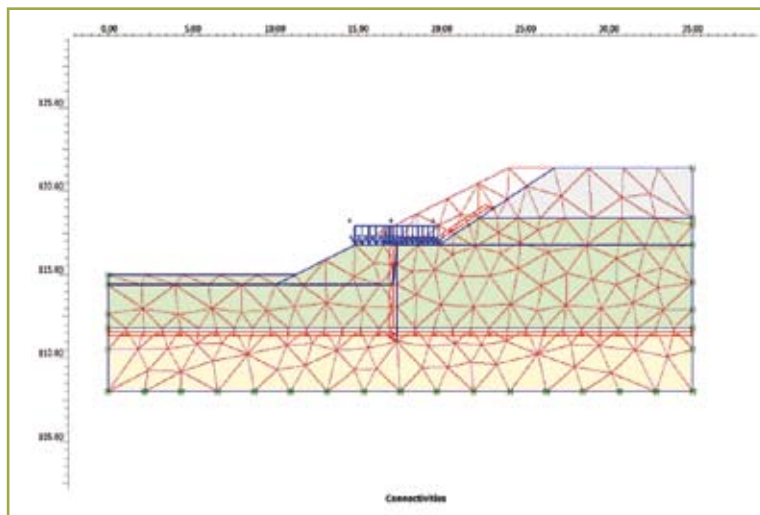
10. ábra. Állékonysági vizsgálat.

figyelembe. A 118 mBf tervezés szempontjából mértékadó talajvízszint figyelembevételével határozható meg az elcsúszást elősegítő víznyomás (V) ábra. A csúszást elősegítő földnyomást (Ea) a DF falfelületekre számítottuk. Az elcsúszást akadályozó erő az AF felületen fellépő súrlódóerő (S). Kohéziós erő a homokos kavicsban nincs.

Az építés közbeni állapot véges elemes modellje a 11. ábrán látható. Számításba vettük a vékony részfal két oldalán működő, eltérő szintű talajvíz hatását is, valamint a felső rézsú építésén dolgozó munkagép súlyát, 10 kN/m<sup>2</sup> értékkel.

A biztonságot a tényleges és a stabilitáshoz legalább szükséges belső súrlódási szög tangense, illetve a tényleges és a stabilitáshoz legkevesebb szükséges kohézió hányadosaként értelmezi a Plaxis program:

A fentiek szerinti csökkentő tényezővel mindaddig változtatja a program a modellben szereplő anyagok nyírószilárdságát, amíg csak a mozgások nem növekednek korlátlanul. A csökkentő tényező lehetséges maximuma adja az



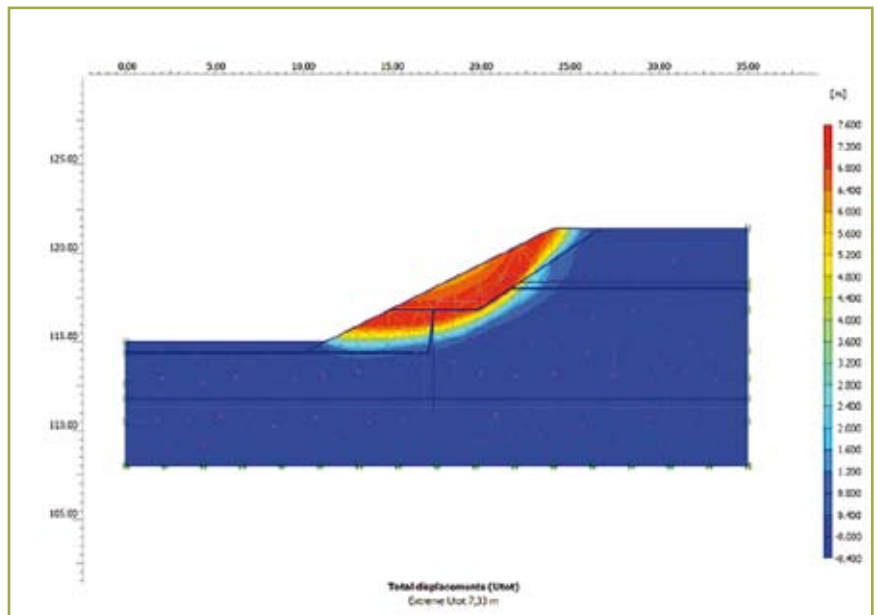
11. ábra. Rézsús kialakítás, munkaközi állapot, véges elemes modell.

állékonysági biztonság értékét. A mértékadó potenciális törési mechanizmushoz tartozó biztonság 1,79 volt. (A megkívánt minimális biztonság: 1,5.)

A végleges állapotban a talajvízszint magasabbra emelkedhet. Az ekkor kialakuló potenciális törési mechanizmust a 12. ábra szemlélteti. A hozzá tartozó biztonsági tényező:  $n=1,83$ , ami tehát megfelelő.

Megvizsgáltunk egy hátrahorgonyzott gabionos bevágás kialakítási változatot is. Számításaink szerint a horgonyokban maximum 200 kN/m húzóerő ébred. Az általunk „alkalmazott” feszítés ennek a 80 %-ával, 160 kN/m-rel történt. Építés és üzemelés közben ez az erő gyakorlatilag nem változik.

Az építés közbeni állapot vizsgálatának eredménye megegyezik a rézsús kialakításával. A potenciális törési mechanizmus a 13. ábrán látható. A hozzá tartozó biztonsági tényező:



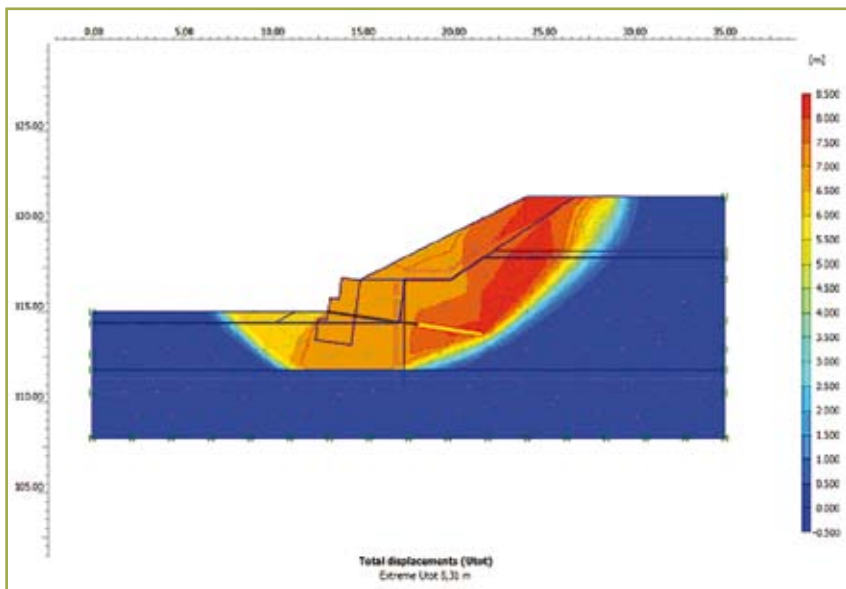
12. ábra. Rézsús kialakítás, végállapot, potenciális törési mechanizmus.

$n=1,86$ , vagyis megfelelő, amennyiben a gabionfal a kivitelezés közben várható állékonysági problémák ellenére rövid szakaszokban megépíthető.

A horgonyok fejének a gabionfal előtti kialakításánál figyelembe kell venni, hogy pl. 4 m-enként horgonyozva  $4 \times 200 = 800$  kN horgonyerő keletkezik; tehát a „fejfelület” legalább 1,5 – 1,9 m<sup>2</sup> legyen.

### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Czap Zoltánnak a BME Geotechnikai Tanszéke mestertanárának a számítógépes állékonysági vizsgálatok elvégzéséért, Szemesy István (Sycons Kft) és Barkász Sándor (Békés Drén Kft) ügyvezető igazgatóknak a probléma megoldásához nyújtott hathatós segítségért, Stoll Gábor (Magyar-Közút Kht – BAZ Megyei Területi Igazgatósága) területi igazgatónak és Komáromi Gyula (ADEPTUS Zrt) igazgatónak a szükséges dokumentumok rendelkezésre bocsátásáért.



13. ábra. Hátrahorgonyzott gabionos kialakítás törési mechanizmusa.

### Az útburkolat viselkedésének modellezése nemlineáris kereszt-anizotrópia alapján

Modeling of Pavement Response Using Nonlinear Cross-Anisotropy Approach  
 Jeong-Ho Oh, R. L. Lytton, E. G. Fernando  
 Journal of Transportation Engineering 2006. 6. p. 458-468. á:8 t:4 h:22

A hajlékony útburkolatok viselkedését és válaszreakcióit vizsgálták különböző mélységekben elhelyezett behajlásmérők segítségével Texas államban, ahol a túlsúlyos tehergépkocsik megengedett határértéke a közelmúltban 56 tonnára (556 kN) nőtt. A tanulmány olyan anyagmodelleket vizsgált, amelyek a burkolati rétegek viselkedését a legpontosabban és legmegbízhatóbban írják le. A teszt burkolatba több mélységben beépített behajlásmérők méréseit összehasonlították a különböző anyagmodellekből becsülhető értékekkel a legjobb modell típus meghatározása érdekében. A hajlékony burkolatalap, a mésszel kezelt alapréteg és az altalaj kereszt-anizotrópia jellemzőit egy módosított triaxiális vizsgálattal mérték. A teszt burkolatban az aszfaltréteg tetején, a hajlékony burkolatalap tetején és alján, valamint a mésszel kezelt alapréteg alján helyeztek el behajlásmérőket. A méréseket a közeli dinamikus tengelyterhelés mérőállomás és egy ejtősúlyos teherbírásmérő eredményei egészítették ki. Húsz túlsúlyos tehergépkocsi áthaladását vizsgálták meg egy magas és egy alacsony hőmérsékletű hónapban. Az eredmények szerint az alapréteg és az altalaj legjobb anyagmodellje a nemlineáris kereszt-anizotropikus modell. A burkolat viselkedésének előrebecslésekor a nemlineáris kereszt-anizotropikus modellel becsült nyomvályú mélységek jó egyezést mutattak a mért értékekkel, mert a réteghatárokon valamivel nagyobb függőleges nyomófeszültség jelentkezett. Az aszfaltbeton kereszt-anizotrópiáját szintén vizsgálták, ami a függőleges feszültség miatt nagyobb nyomvályúsodást eredményezett. Célszerű tehát a túlsúlyos járművek okozta burkolatkárok értékelésénél figyelembe venni a burkolati rétegek anyagainak nemlineáris kereszt-anizotrópia tulajdonságát.

G. A.

### Summary

#### József Farkas – János Huszár: Difficulties at the construction of a deep cut

To facilitate the construction of a deep cut in water-logged gravel subsoil for an urban by-pass road underpassing a railway bridge and with formation level located below ground water level drainage was secured by means of a confining membrane wall embedded in a lower watertight clay stratum. The paper discusses the difficulties encountered, the design aspects to tackle the problems and the execution of the works. The stability of the cut slopes and the option of anchoring are also dealt with.

### Az átlagos napi forgalom jobb becslése képi és számlálási adatok közös információjából

Improved AADT Estimation by Combining Information in Image- and Ground-Based Traffic Data  
 Zhuojun Jiang, Mark R. McCord, Prem K. Goel  
 Journal of Transportation Engineering 2006. 7. p. 523-530. á:4 t:- h:11

Az állami úthálózatok legtöbb szakaszán az adott év átlagos napi forgalmát (ÁNF) valamely korábbi év rövid idejű számlálási adataiból becsülik egy megfelelően megválasztott növekedési tényező alkalmazásával. Az ÁNF becslés pontossága jelentősen megnövelhető, ha az adott útszakasról olyan meglévő aktuális képet (légifotót vagy műholdképet) használnak fel, amelyen a járművek láthatók. A korábbi évben elvégzett forgalomszámlálás és a frissen felvett kép alapján a kétféle információ súlyozásával az ÁNF az eddiginél pontosabban becsülhető. Az alkalmazandó súlyozó tényezők a különböző forrásból származó adatok szórásának reciprokával arányosak, és az általánosan gyűjtött meglévő forgalmi adatok elemzésével meghatározhatók. Az USA államaiban a közlekedési szakirányítás rendszeresen készített légi felvételeket különböző más célokra, ezeket a képeket fel lehet használni az ÁNF becslés pontosságának javítására. A képen látható járműszámból az ÁNF becsléséhez szükséges a térbeli átlagsebesség ismerete, ezért az eljárás torlódásos forgalom esetén nem ad jó eredményt. Egy gyakorlati példában 122 olyan floridai útszakasz átlagos napi forgalmát határozták meg az ismertett módszerrel, ahol egyébként folyamatos forgalomszámlálás történik. 10 évre visszamenőleg alkalmazták a módszert, és már egyetlen friss felvétel értékelésével is jelentősen javult az előrebecslés pontossága, mely a legtöbb esetben 10 % hibahatáron belül maradt, szemben a képi információ felhasználása nélküli 15 - 20 %-os hibával. Az elvégzett érzékenység vizsgálat kimutatta, hogy a módszer stabilan működik a bemenő adatok széles tartományában (1500 és 6400 jármű/nap ÁNF értékek között). A képi információ szórása egy korábbi vizsgálatból 0,17-re adódott, míg a forgalomszámlálási információ szórása 0,1 - 0,15 között alakult a növekedési tényező szórásától függően.

G. A.

## 1. Bevezető gondolatok

Mint ahogy több kelet-európai országban, úgy hazánkban sem szorul különösebb indoklásra az úthálózat jelenlegi állapotának ismerete mellett egy jelentős, pályaszerkezet-megerősítési, - felújítási program mielőbbi megvalósításának szükségessége. Ugyanakkor a rendelkezésre álló források korlátozott volta indokolná, hogy a felújítási munkák tervezésénél a megelőző állapot-felvétel és információszerzés korszerű módszerekkel történjen, elősegítve ezzel a hatékonyabb, alacsonyabb költségű és/vagy magasabb szolgáltatási színvonalú megoldások kidolgozhatóságát. Nem szorul különösebb magyarázatra a gazdasági vizsgálatok, az adott burkolat-megerősítési projektekhez rendelt élet-tartam költségelemzések, a különböző technológiai megoldások összehasonlíthatóságának szükségessége sem.

A fentiek fényében érdekes olvasmány az NA Zrt. által 2006-ban kiírt több tervezési eljárás ajánlatkérő dokumentációjában szereplő „Az országos közúthálózat szolgáltatási színvonalának megfeleltetése az EU 96/53/ EK számú irányelvének” (készítette: UKIG ad hoc munkacsoport, 2005) című tervezetési útmutató. A kiadvány sajnos tartalmaz néhány zavaró pontatlanságot, mint például: „A burkolat-megerősítési terv célja az, hogy a kiválasztott útszakaszon a pályaszerkezet a tervezési időszakban károsodás nélkül viselje a 115 kN-os egységterhelések(!) áthaladásával jellemzett forgalmi igénybevételt”. Nem tételezhető fel, hogy éppen a felkért, a ország legtekintélyesebb szakértőiből álló munkabizottság ne lenne tökéletesen tisztában azzal, hogy az egységterhelést azt az egységterhelést jelenti, amelynek rongáló hatásához viszonyítjuk a különböző tengelyterhelések rongáló hatását. Ez a pályaszerkezet méretezés alapja, amely nagysága hazánkban 100 kN volt, értéke jelenleg is ennyi és belátható ideig 100 kN, azaz 10 tonna is marad. Ez az egységterhelés azonban nem azonos – ahogy sok más európai országban sem – az unióban rendeletileg meghatározott „megengedett” legnagyobb tengelysúllyal (ami napjainkban éppen 115 kN). A fenti pontosítás ugyan számos esetben (pl. dr. Boromisza, 1997, vagy 2005) már elhangzott, azonban úgy tűnik, nem lehet elég sokszor hangsúlyozni.

A meglepetés igazán a tervezetési útmutató „VII. Technológia meghatározása és kapcsolódó felmérések” című fejezetében található, miszerint az útpályaszerkezetek teherbíró-képességének vizsgálata során

„a behajlás-értékek meghatározását (...)

- vagy kézi behajlásmérővel,
- vagy Lacroix deflektográfákkal kell elvégezni.”

A burkolat-megerősítés alapját adó behajlás mérési lehetőségek ilyen mértékű leszűkítésének indokoltsága nehezen értelmezhető. Az elmúlt másfél évtizedben, ha szerény számban is, de megszülettek és fellelhetők azok a hazai magyar nyelvű publikációk (pl.: Boromisza, 1993; Adorjány 1999, Ambrus 2001, Gáspár, 2002, Karoliny 2005.) is, amelyek bevezették a dinamikus teherbírásmérés fogalmát, tárgyalták és elfogadottá tették, mint korszerű roncsolásmentes pályaszerkezet diagnosztikai módszert. A dinamikus teherbírásmérés, mint módszer napjainkra elfogadottá vált. A módszer nem csupán ismert, hanem szakmailag elismert, így 2007-ben már nem zárható ki indoklás nélkül a pályaszerkezet diagnosztikai lehetőségek közül. A szélesebb szakmai közvéle-

mény előtt nem ismert, hogy olyan stratégiailag fontos projektek esetében, mint a 11,5 tonnás tengelyterhelésre történő megerősítések, miért korlátozódnak a technikai lehetőségek a nyolcvanas évek szintjére. Hiszen már a 80-as években is előtérbe kerültek a méretezési módszer hiányosságai és – elsősorban a nyolcvanas évek Mélyépítéstudományi Szemléiben – rendszeresen publikáltak az erősítés-méretezési elvek felülvizsgálata, korrekciója érdekében. A javítási igényekkel szemben már ekkor megfogalmazódott a válasz (Nemesdy, 1986): az addigi behajlásmérési eredmények, tapasztalatok, úthálózati megfigyelések adatainak megőrzésével át kell térni a mechanikai alapú méretezési számításra.

Aktuális a kérdés: miért diszkrimináljuk az ejtősúlyos behajlásmérőt?

## 2. A behajlás alkalmazhatóságának korlátai a teherbíró-képesség valószínűsítésére

A behajlást széles körben használják a teherbíró-képesség mérőszámként, noha egyre inkább nyilvánvaló, elsősorban külföldi kutatások és publikációk alapján, hogy csupán a behajlás csak bizonyos korlátok között utal a teherbíró-képességre:

„Általános érvényű, hogy egy pályaszerkezet károsodása a különböző rétegekben fellépő feszültségek és alakváltozások következménye, és kikövetkeztethető, hogy ezek a feszültségek és alakváltozások összefüggnek a teljes behajlás mértékével, ami nem egyéb, mint a terhelésekre adott válasz, ugyan úgy, mint a feszültségek és alakváltozások. Ugyanez a tény áll fenn a végtelen féltér esetében, de ez a több-rétegű rendszerek esetében nem helyes.” (Ullidtz, 1998)

Ez a probléma fellelhető a Boussinesq – féle egyenletben is, amely a pontszerű terhelés középvezetét írja le. Az (1) számú egyenletből látható, hogy noha a behajlás fordítottan arányos a mélységgel, a feszültség és az általa létrehozott alakváltozás a mélység négyzetével fordítottan arányos.

$$\begin{aligned} \sigma_z &= \frac{3P}{2\pi z^2} \\ \epsilon_z &= \frac{(1+\nu)(3-2\nu)P}{2\pi z^2 E} \\ d_z &= \frac{(1+\nu)(3-2\nu)P}{2\pi z E} \end{aligned} \quad (1)$$

Ahol:

- $\sigma_z$  - függőleges nyomófeszültség
- P - terhelőerő
- z - mélység
- $\epsilon_z$  - függőleges fajlagos összenyomódás
- $\nu$  - Poisson-szám
- E - modulus
- $d_z$  - behajlás

Ezt a problémát Ullidtz professzor egy rövid példával illusztrálja könyvében (Per Ullidtz, 1998.).

Tételezzünk fel egy egyszerű, kétrétegű pályaszerkezetet, ahol az útburkolati réteg vastagsága:  $h_p$ , a modulusa  $E_p$ , és vizsgáljunk meg két olyan pontot, ahol az egyik pontban a földmű modulusa ( $E_m$ ) kétszerese a másik pontban mért modulusnak ( $1/2E_m$ ).

<sup>1</sup> okl. építőmérnök, laboratóriumvezető, H-TPA Kft. csaba.toth@tpaqi.com



Abban az esetben, amikor ebben a két pontban megmérjük ezen pályaszerkezet behajlását, akkor a második pontban mért behajlás mértéke nagyobb, mint az első pontban mért érték, és az alépitményben mért alakváltozás mértéke is nagyobb a második pontban, mint az első pontban.

Amikor a földművön bekövetkező alakváltozás határozza meg az útburkolat hátralévő élettartamát, akkor a megerősítő réteg élettartamát úgy kell megválasztani, hogy az, az alakváltozást ugyanolyan szintre csökkentse, mint az első pontban. A földművön, az első pontban fellépő alakváltozást az Odemark-Boussinesq féle összefüggéssel (egyenértékű vastagság módszere) kapjuk meg, amely szerint:

$$\varepsilon = \frac{(1+\nu)(3-2\nu)P}{2\pi \left( h_p^3 \sqrt{\frac{E_p}{E_m}} \right)^2 E_m} = \frac{(1-\nu)(3-2\nu)P}{2\pi f^2 h_p^2 E_p^{\frac{2}{3}} E_m^{\frac{1}{3}}} \quad (2)$$

A második pontban,  $E_m$  helyére  $\frac{1}{2}E_m$  értéket kell behelyettesíteni. Ahhoz, hogy ugyanazt az alakváltozást kapjuk meg, az alábbiakat kell igazolni:

$$h_{p2}^2 = 2^{\frac{1}{3}} h_p^2 \text{ vagy} \\ h_{p2} = 1,12 h_p \quad (3)$$

Más szavakkal kifejezve, a kettes pontban 12 %-kal kell megnövelni a vastagságot, az egyes pontban tervezett vastagsághoz képest.

Ha feltételezzük azonban, hogy a pályaszerkezet burkolati rétegének összenyomódása a földmű behajlásához képest kicsi, akkor az első pontban mérhető behajlás nagysága az alábbi összefüggéssel számolható:

$$d = \frac{(1+\nu)(3-2\nu)P}{2\pi h_p^3 \sqrt{\frac{E_p}{E_m}}} = \frac{(1+\nu)(3-2\nu)P}{2\pi h_p E_p^{\frac{1}{3}} E_m^{\frac{2}{3}}} \quad (4)$$

Ahhoz, hogy a felére csökkentett földmű modulus esetén is ugyanezt a behajlási értéket kapjuk, az útburkolat vastagságát az alábbiak szerint kell megnövelni:

$$h_{p2} = 2^{\frac{1}{3}} h_p \text{ vagy} \\ h_{p2} = 1,59 h_p \quad (5)$$

Ez azt jelenti, hogy 59 %-kal kell megnövelni az útburkolat vastagságát, szemben a korábbi 12 %-kal.

Noha ez csupán egy leegyszerűsített példa, mégis egyértelműen érzékelteti, hogy a behajlás gyenge mérőszáma a teherbíró-képességnek. A behajlási értékek igen hasznosak a pályaszerkezet réteg-modulusainak meghatározásában, amiből kiszámíthatók a kritikus feszültségek és az ezekből eredő alakváltozások, de ezeket nem szerencsés közvetlenül a teherbíró-képesség meghatározására felhasználni.

Az 1. táblázatban összefoglalt öt különböző, három-rétegű pályaszerkezet mindegyike esetén a számított behajlásérték 0,42 mm-re adódott, kettőskerék terhelés, és 0,7 MPa keréknyomás esetén. A számításokat az ELSYSM5 programmal végezték, a kerekek középpontja közötti távolság 350 mm, a Poisson hányados értéke 0,35 volt. Az alakváltozások mértékegysége  $\mu$ -strain.

Az aszfaltban bekövetkező alakváltozások húzó-, míg a földmű alakváltozásai összenyomódás jellegűek. Jól látható, hogy azonos behajlás értékek milyen eltérő pályaszerkezet kombinációk mellett is előállhatnak, és abban milyen eltérő alakváltozások és feszültségek ébrednek. Ha a fennmaradó élettartamot ezen alakváltozás értékekből kívánjuk becsülni, az egyes szerkezetek kritikus rétegei esetén akár ezres (!) nagyságrendű eltérés is valószínűsíthető. Fenti két példa alátámasztja, hogy pusztán a behajlás értékkel milyen kevésbé jellemezhető megbízhatóan egy pályaszerkezet állapota.

A fenti gondolatmenet alapján igazolható, hogy a központi behajlás, mint kiinduló paraméter kétségtelenül nagyon fontos, azonban a szerkezet megnyugtató biztonsággal meghatározott teherbíró-képességéhez szükség van mind a behajlási teknő, mind az ebből meghatározható egyéb geometriai paraméterek ismeretére is. Ausztráliában az utóbbi 30 évben szintén a pályaszerkezet egysegterhelés alatti behajlás adatait használják arra, hogy meghatározzák a meglévő hajlékony pályaszerkezet teherbíró-képességét, azonban az 1980-as évektől már automatikusan a teljes behajlási teknőt rögzítik és feldolgozzák. Az ausztrál tapasztalatok (amelyek Benkelman tartóval történt mérés mellett az ott széles körben

1. táblázat: Azonos behajlás – különböző pályaszerkezet felépítés (forrás: Ullidtz, 1998)

Szerkezet	Réteg	Behajlás (mm)	Vastagság (mm)	Modulus (MPa)	Aszfalt megnyúlás ( $\mu$ strain)	Földmű összenyomódás ( $\mu$ strain)
A típus	1	0,42	50	5 000	288	510
	2		300	300	320	
	3		végtelen féltér	150		
B típus	1		100	3 000	320	442
	2		300	230	1248	
	3		végtelen fehér	140		
C típus	1		100	8 000	1248	443
	2		300	400	290	
	3		végtelen fehér	85		
D típus	1		200	1 000	290	416
	2		300	300	45	
	3		végtelen fehér	90		
E típus	1		380	6 000	45	173
	2		300	300	30	
	3		végtelen fehér	30		

elterjedt nagyszámú ejtősúlyos behajlásmérő és Lacroix Deflectograph berendezések mérési eredményein alapulnak) alapján állítható, hogy a burkolaton mért maximális behajlás alapján igen rosszul becsülhető a fáradási tönkremenetel folyamata.

„... széles körben elfogadott, hogy az aszfaltrétegben a forgalmi terhelés hatására fellépő maximális megnyúlás az aszfalt fáradási élettartamának legjobb előrejelzője. Ennek megfelelően több száz burkolatot vizsgáltak meg a rugalmas lemezelmélet segítségével, számos burkolati, alapréteg és földmű tulajdonságot figyelembe véve. (Anderson 1984)”. Ezen modellezési munka alapján vonták le azt a következtetést, hogy az aszfalt réteg alján fellépő megnyúlással a felületi görbületi index ( $d_0 - d_{200}$ ) segítségével teremthető legszorosabb összefüggés. Mind az 1992-es Austroads Burkolattervezési Útmutató, mind annak 2004. évi átdolgozása a fáradási tönkremenetel jobb előrejelzésére - burkolat-megerősítő eljárás alapadataként - a felületi görbületi indexet használja.

Természetesen a hazai szakirodalomban is található utalások a maximális behajlásértékek ( $d_0$ ) burkolat-megerősítés során történő felhasználhatóságának korlátozott voltaira.

Adorjányi (1999) kidolgozta a hazai pályaszerkezet megerősítés kétrétegű mechanikai modelljét, ahol a megerősítendő pályaszerkezetet a földművel együtt, rugalmas izotróp féltérként vette figyelembe, és FWD berendezéssel meghatározható  $E_e$  egyenértékű felületi modulussal jellemezte. Ambrus (2001) szintén javasolta a teljes behajlási vonal felvételét és kapcsolatot keresett a behajlási teknő geometriai paraméterei, illetve az erősítő aszfaltréteg alján keletkező hajlítási igénybevétel, megnyúlás között. Ezen erősítőréteg tervezési javaslatok azonban sajnálatos módon visszhang nélkül maradtak.

Karoliny (2005) az M – 5 autópálya felújításának tervezésénél – hazánkban úttörő módon – a mechanikai méretezés és a korszerű aszfaltmechanikai vizsgálatok segítségével újszerű, a gyakorlatban is megvalósult megoldást publikált. Igazolva ezáltal, hogy amennyiben a megbízó valóban érdekelt a gazdaságos megoldások keresésében, a mai magyar gyakorlatban is megteremthető a lehetőség az árnyaltabb, finomabb technológiai megoldások megvalósítására.

Az aszfalt réteg alján fellépő megnyúlás és a felületi görbületi index közötti korreláció igazolására hazánkban is történtek mérések. Az M5 autópálya 22 + 000 – 22 + 350 km szelvények között, a jobb pályán a H-TPA Kft. több mérés-sorozatot hajtott végre 2006 nyarán. Noha az elsődleges cél a Dynatest FWD mérőberendezés ismételhetőségének vizsgálata volt különböző aszfaltrétegek esetében, amely eredmények ismertetésére a cikk későbbi részében kerül sor, a mérési sorozatok kiválóan alkalmasak a felületi görbületi index (SCI), mint a burkolat állapotát jellemző indikátor érzékenységének szemléltetésére is.

A dinamikus teherbírásmérés végrehajtására 2 mérési sorozatban, 35 mérési pontban került sor az alábbi rétegeken:

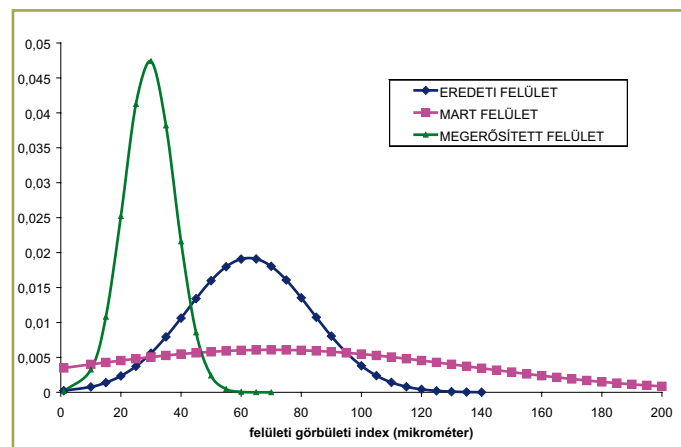
- a burkolat-megerősítésre kijelölt szakaszon, a régi kopórétegen, a marást megelőzően;

2. sz. táblázat: Az M5 autópályán mért SCI értékek alakulása burkolat-megerősítés előtt és után

	eredeti burkolaton mért	mart felületen mért	megerősítésen mért
átlag ( $\mu\text{m}$ )	63	70	29
szórás ( $\mu\text{m}$ )	21	66	8

- a 14,5 cm marást követően, a mart felületen;
- 10,5 cm mK-20/F és 4 cm mZMA-12 beépítését követően az új kopórétegen.

A behajlási teknőből számított SCI adatok alakulását a 2. táblázat tartalmazza, illetve az 1. ábra szemlélteti. A megerősített burkolaton mért értékek a mart felületen mért értékek átlagának 57 %-ára csökkent, és mind az átlagértékek, mind a szórásértékek alakulása megfelelt az elméleti várakozásoknak.



1. ábra: Az M5 autópályán mért SCI értékek elméleti sűrűségfüggvényeinek alakulása a marás előtt és után

### 3. A különböző mérőberendezések megbízhatósága

#### 3.1 Ismételhetőség

1997-ben és 1998-ban Németországban több különböző teherbírásmérő berendezés összehasonlítására összeméréseket szerveztek (F. Wellner – J. Hothan, 1999). Az összemérésekre több szakaszon és több időpontban is sor került. A burkolat rugalmas behajlásának mérésére négy különböző mérőeszközt alkalmaztak: Benkelman-gerenda, Lacroix Deflectograph, két különböző típusú ejtősúlyos behajlásmérő kocsi, és a hazánkban kevésbé ismert, a gyakorlatilag folyamatos mérést lehetővé tevő ARGUS mérőkocsi. Vizsgálták a négy eljárás saját ismételt méréseinek pontosságát, valamint a négy eljárás közötti korrelációs összefüggéseket.

3. sz. táblázat: Különböző teherbírásmérő berendezések ismételhetősége

	A különböző szakaszon számított $R^2$ terjedelme	A számított $R^2$ értékek átlaga
Benkelman-gerenda	0,00 – 0,88	0,25 (!)
Lacroix Deflektograph	0,07 – 0,70	0,36
Falling Weigh Deflectometer (Phönix)	0,94 – 0,98	0,96
Falling Weigh Deflectometer (Dynatest)	0,97 – 0,98	0,97 (!)

Főbb megállapítások a következők voltak: „Az 1-2 óra különbséggel ismételten végrehajtott mérések eredményei alapján érdemi korreláció csak a két FWD esetén volt kimutatható, a másik három eszköz esetén a mérési eredmények kapcsán meghatározott ismételhetőség esetén szoros korreláció nem volt kimutatható, esetenként 5% alatt maradt.” A részletesebb eredményeket a 3. táblázat tartalmazza. A korábban már említett, az M5 autópályán

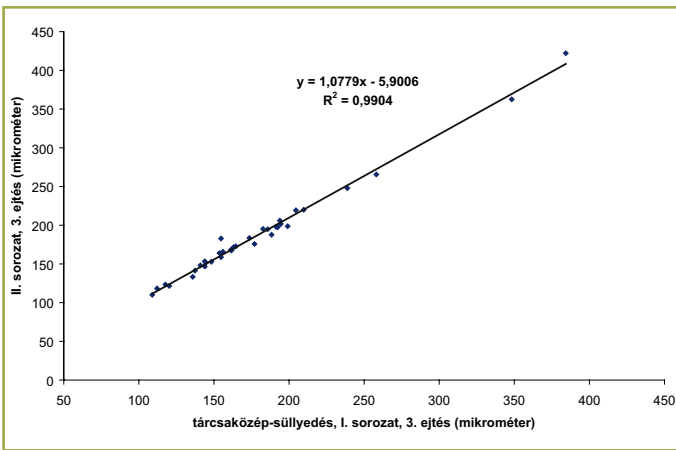
### 3.2 Összehasonlíthatóság

A német kutatás során a mérési eredmények jobb felhasználhatósága érdekében a különböző mérési módszerek eredményei között is kerestek összefüggéseket. Szoros korreláció itt is csak a két különböző gyártmányú, de azonos elven működő FWD között volt kimutatható, a többi mérési módszer esetén a korreláció - kevés kivétellel - 0,5 alatt maradt. Ez egyértelműen azt mutatta, hogy egyedül az FWD esetén kaptak minden esetben reprodukálható mérési eredményeket (4. táblázat).

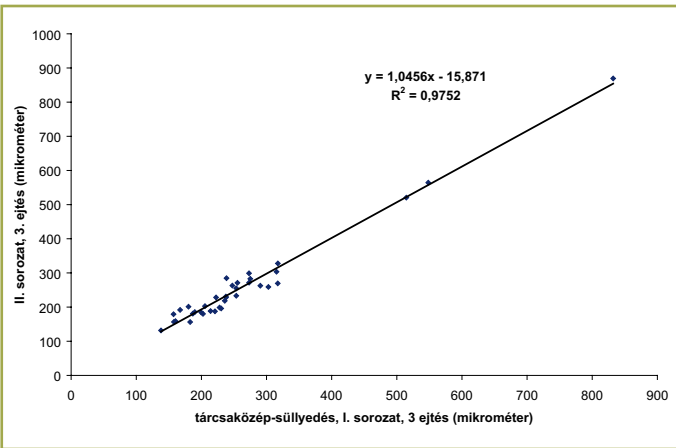
4. sz. táblázat: Különböző teherbírásmérő berendezések összehasonlíthatósága

	A különböző szakaszon számított R <sup>2</sup> terjedelme	Feltételezett összefüggés
Benkelman-gerenda	0,45 – 0,62	Harmadfokú polinom
Lacroix Deflektograph	0,38 – 0,52	Ötödfokú polinom
Falling Weigth Deflectometer (Dynatest)	0,92 – 0,99	Lineáris összefüggés

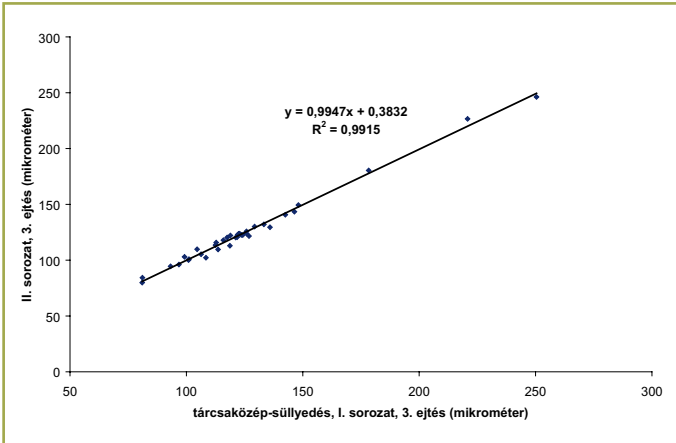
A magyar TPA laboratóriumnak egy közös lengyelországi munka kapcsán volt alkalmá a hazai Dynatest típusú FWD berendezés mérési eredményeit összevetni a lengyel TPA azonos típusú berendezésével is. Az összemérés 3 referenciapontban történt, 36 ejtéssel, a terhelőerő 28 - 94 kN között változott. A kapott eredmények közötti szoros korreláció megegyezik a hasonló német tapasztalatokkal. A mérési eredmények szorosságát az 5. ábra szemlélteti.



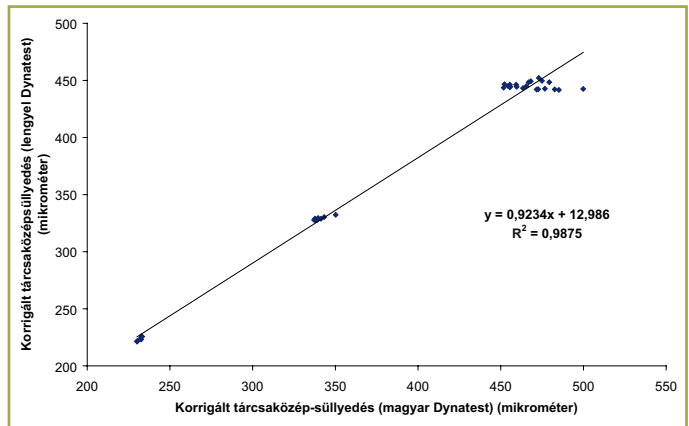
2. ábra: Dynatest mérőberendezés ismételhetősége megerősítendő burkolaton



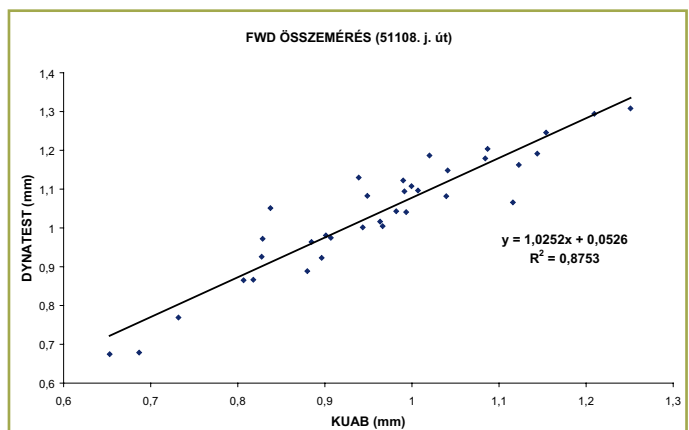
3. ábra: Dynatest mérőberendezés ismételhetősége mart felületen



4. ábra: Dynatest mérőberendezés ismételhetősége új kopórétgen



5. ábra: A Dynatest típusú teherbírásmérő berendezés eredményeinek reprodukálhatósága



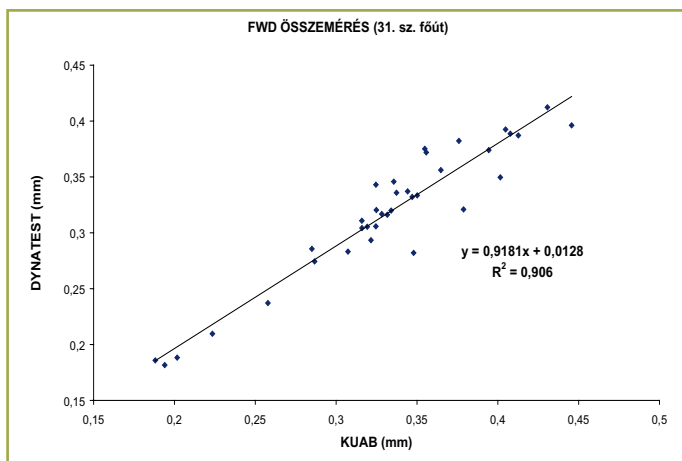
6. ábra: A mérési eredmények szorossága különösen hajlékony pályaszerkezet esetén

pálya burkolat-megerősítés közben végzett hazai mérési sorozat eredményei alkalmasak voltak a mérőberendezés ismételhetőségnek, azaz azonos mérendő mennyiség azonos feltételek között megismételt mérései során kapott eredmények közelségének vizsgálatára is. A méréseket 10 m-ként, 35 mérési pontban, háromszor két mérési sorozatban hajtottuk végre a

- megerősítendő aszfalt szerkezeten marás előtt,
- a marás után, illetve
- az új szerkezeten.

A korrigált tárcsaközép-süllyedés értékeket a 2-4. sz. ábrák szemléltetik. Mind az eszköz, mind a módszer ismételhetősége, ezáltal megbízhatósága szintén alátámasztotta a német eredményeket.

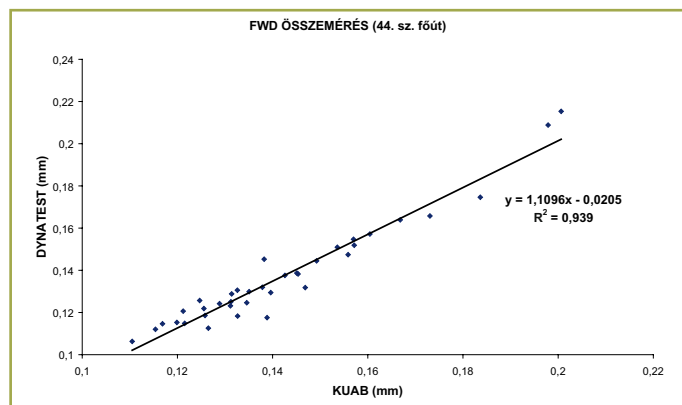
Sáv	átlag (µm)	szórás (µm)	megbízhatóság				
			85%	90%	95%	97%	99%
Bal leálló	92,46	23,28	116,59	122,30	130,76	136,25	136,25
bal haladó	81,41	21,61	103,80	109,10	116,95	122,04	122,04
Bal előző	79,03	20,30	100,08	105,05	112,43	117,22	117,22
jobb előző	81,50	19,13	101,32	106,01	112,96	117,47	117,47
Jobb haladó	83,65	20,30	104,69	109,66	117,04	121,83	121,83
jobb leálló	95,45	19,93	116,11	120,99	128,23	132,94	132,94



7. ábra: A mérési eredmények szorossága hajlékony pályaszerkezet esetén

Hazánkban is régóta a szakmai közbeszéd tárgya - a statikus és dinamikus teherbírásmérési eredmények közötti átszámolhatóság mellett - a KUAB, illetve Dynatest típusú FWD mérési eredményeinek összehasonlíthatósága. Az ÁKMI Kht. szervezésében, 2005-ben a Benkelman gerenda, a KUAB, illetve Dynatest típusú teherbíró berendezésekkel összehasonlító mérések történtek. A mérésekre az alábbi útszakaszokon és pályaszerkezeteken került sor.

- Különösen hajlékony pályaszerkezet (51108 j. Majosházai bekötőtűt 1 km sz. környéke). Pályaszerkezete:
  - 2 cm felületi bevonat
  - 5 cm kötőúzalékos aszfaltmakadám
  - 25 cm makadám
- Hajlékony pályaszerkezet (31 sz. Budapest – Jászberény – Dormándi főút 30+600 - 30+780 km sz.). Pályaszerkezete:
  - 1 cm felületi bevonat
  - 2 cm felületi bevonat
  - 4 cm AB
  - 4 cm U-12
  - 35 cm makadám



8. ábra: A mérési eredmények szorossága hajlékony félmerev pályaszerkezet esetén

- Félmerev pályaszerkezet (44 sz. Kecskemét – Békéscsaba – Gyulai főút 10+000 – 10+180 km sz.). Pályaszerkezete:
  - 4 cm AB
  - 1 cm felületi bevonat
  - 4 cm KAB
  - 6 cm JU-35
  - 13 cm beton

Az összemérés eredménye, a statikus és dinamikus teherbírásmérési eredmények közötti átszámolási képlet mellett, amely az ÚT 2-1.202 útügyi műszaki előírás kiegészítéseként meg is jelent, a KUAB és Dynatest FWD eredményeinek összehasonlítása volt. A két berendezés közötti összefüggés a pályaszerkezet típusának is a függvénye, ezért ezek az összefüggések pályaszerkezet-típusonként külön kerültek meghatározásra. Az összefüggések szorosságát a 6-8. ábrák szemléltetik. Az összefüggések szorossága (R<sup>2</sup>) 0,88 – 0,94 között változott, ami természetesen szoros korrelációt takar.

Az ÚT 2-1.202 útügyi műszaki előírás szerint a KUAB által szolgáltatott dinamikus behajlás értékeket csak akkor szabad az előírásban megszabott módszer szerint a megerősítési méretezéséhez felhasználni, ha a statikus és a dinamikus behajlások közötti összefüggést (szorzó tényezőt) összehasonlító mérésekkel meghatározták. A korábban részben már ismertetett 2005. évi FWD – Benkelman összemérés ilyen, már korábban is létező (lásd 9. ábra) átszámítási tényező aktualizálását szolgálta.

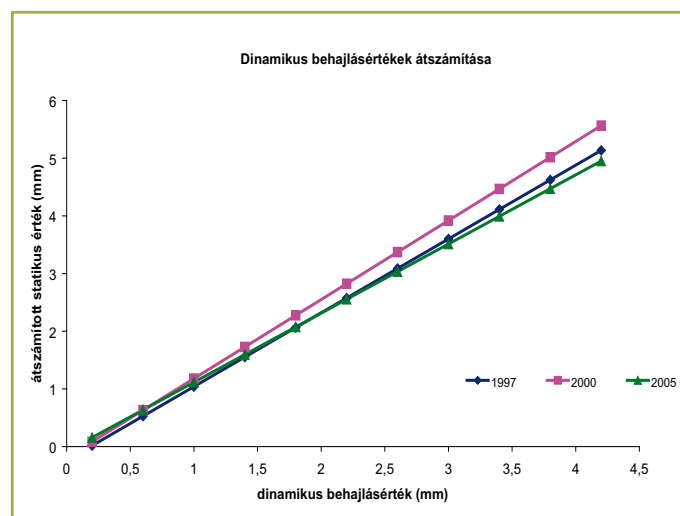
Az ábrán látható, hogy az összemérés kismértékben korrigálta, de tendenciájában megegyezett a korábban kidolgozott és használt átszámítási képletekkel. A jelenleg érvényes hazai összefüggés az alábbi:

$$s = 1,2 * d - 0,08 \tag{8}$$

Ahol:

s – a statikus behajlás (mm)

d – tárcsaközép dinamikus süllyedése (mm)



9. ábra: A hazai átszámítási képletek szemléltetése

#### 4. Az M35 autópályán végzett dinamikus teherbírás-mérések áttekintése

##### 4.1 Előzmények

A H-TPA Kft. a Strabag Zrt. Nagylétesítmények Direkciónak megbízásából 2005 és 2006-ban az M35 autópálya 1+900 – 35+250 km szelvényei között – a Megbízói diszpozíció értelmében kötőretegen – mindkét irányban és mindhárom – leálló, haladó, előző – sávban, 50 méterenként dinamikus teherbírás mérést végzett Dynatest FWD 8000 típusú ejtősúlyos behajlasmérővel.

A mérési eredmények megítélése előtt hasznos az elméleti behajlás meghatározása, amely Shell-Bisar programmal történt az alábbi pályaszerkezeti modell feltételezésével:

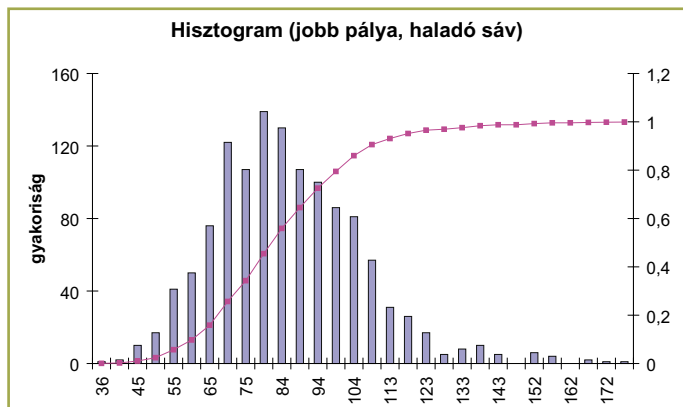
- 2\* 7 cm mK-20/NM 14 000 MPa
- 20 cm Ckt 15 000 MPa
- 15 cm Ckh 9 100 MPa
- Földmű 140 MPa

A legszigorúbb elméleti behajlás érték meghatározása érdekében - vállaltan - alkalmaztuk talán szokatlanul magas modulusokat. A számítás során alkalmazott terhelés értéke 50 kN, a feltételezett Poisson szám: 0,35 volt. A fenti feltételezések alapján a számított tárcsaközép-süllyedés értéke 145 mikrométerre adódott.

##### 4.2 Mérési eredmények

A mérés során nagyszámú, statisztikai elemzésre alkalmas mérési eredmény született, hiszen mintegy 7500 db keresztshelvényben került sor a teljes behajlási teknő rögzítésre. A kivitelezés menetét követő, két éven át elhúzódó mérési sorozat különböző eredményeit összeillesztve impozáns összefüggések tárhatók fel. A 10. ábra példaként a jobb pálya haladó sávján mért, hőmérséklettel és terhelőerővel korrigált dinamikus tárcsaközép-süllyedés értékek gyakorisági hisztogramját és eloszlásfüggvényét, a 11. ábra a főpálya adatok sűrűségfüggvényeit mutatja.

Mind a 6 sáv mérési eredményei hasonló, a vártnál sokkal jobb,

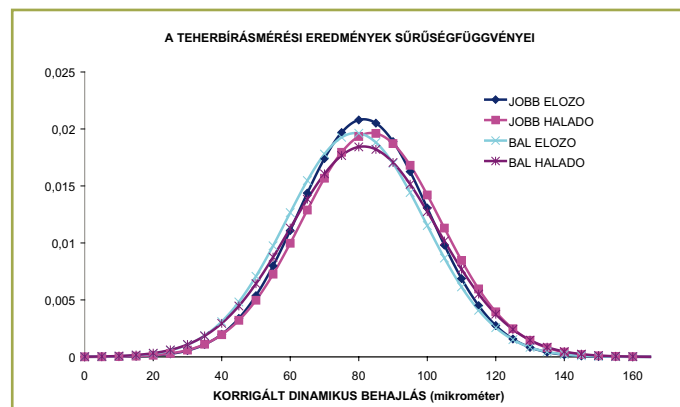


10. ábra: Korrigált dinamikus tárcsaközép-süllyedések gyakorisági hisztogramja (jobb pálya, haladó sáv)

6. sz. táblázat: Felületi görbületi index (SCI) értékek

sáv	átlag (µm)	szórás (µm)	megbízhatóság				
			85%	90%	95%	97%	99%
bal leálló	91,04	39,99	132,49	142,29	156,82	166,25	166,25
bal haladó	84,06	37,67	123,11	132,34	146,03	154,92	154,92
bal előző	75,31	35,23	111,82	120,46	133,26	141,57	141,57
jobb előző	74,93	30,96	107,02	114,61	125,85	133,16	133,16
jobb haladó	75,24	32,18	108,59	116,47	128,16	135,76	135,76
jobb leálló	87,08	46,65	135,44	146,87	163,82	174,83	174,83

gyakorlatilag azonos tendenciát mutatnak, a főbb adatokat az 5. táblázat tartalmazza. A mérési eredmények nagy száma alkalmas



11. ábra: Teherbírás-mérési eredmények sűrűségfüggvényei

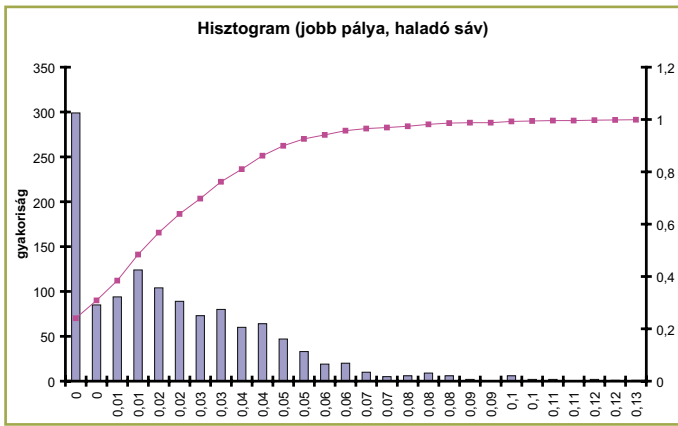
arra, hogy az elméleti eloszlás és sűrűségfüggvények megszerkesztését követően, a későbbiekben hasonló szerkezetekre meghatározandó minőségi követelmény megalapozásul szolgáljon.

A megbízói diszpozíciónak megfelelően elkészültek a dinamikus behajlások statikus értékre történő átszámolásai is. A 12. ábra jól szemlélteti, hogy hasznos információk vesznek el a szükségtelen átszámolás során.

Fontos hangsúlyozni, hogy az FWD berendezés 120 kN terhelés mellett tette lehetővé a pályaszerkezeti válaszok elemzését. Különösen fontos ez új autópálya-szerkezetek esetén, amikor a korábban ismertetett pályaszerkezeti modell alapján a becsült átlag behajlás értéke is mindösszesen 0,145 mm, ami statikus módszerekkel, 50 kN kvázi terhelés mellett, sok esetben gyakorlatilag kimérhetetlen. Jól látszik ez a statikusra átszámolt értékek kiértékelése során is. A 12. ábrán bemutatott mérési eredmények több mint 20 százaléka nullára redukálódik, az értékes, 120 kN terheléssel már kimérhető, azáltal finomabb különbségeket mutató értékek feleslegesen torzultak, vesztek el.

A terhelőerő megnövelhető nagyságából (terhelési skála: 7 – 120 kN) származó előnyökön túlmenően számos egyéb előny is származtatható. A Benkelman-gerenda kifejlesztésekor is már nyilvánvaló volt, hogy a központi behajlás önmagában nem alkalmas teherbíró-képesség megnyugtató valószínűsítésére, szükséges a behajlási teknő ismerete is.

A behajlási teknő geometriájából levonható következtetések ismertetése túlmutat jelen cikk keretein, és e témáról számos értékes nemzetközi, illetve kisebb számú hazai publikáció is hozzáférhető, azonban a mérési eredmények nagy száma szintén lehetővé teszi például a minősítő paraméterként is javasolt, a görbületi sugárral jól korreláló SCI (surface curvature index – felületi görbületi index) alakulásának megfigyelését a pályaszerkezeten. A 6. táblázat alapján jól látható, hogy a főpálya értékek statisztikai mutatói stabilak, sokkal inkább alkalmasak minősítő paraméterként történő követel-



12. ábra: Korrigált dinamikus tárcsaközép-süllyedések gyakorisági hisztogramja (jobb pálya, haladó sáv)

mények meghatározására, mint a hagyományos teherbírási követelmények.

## 5. Záró megjegyzések

Noha az útpálya-megerősítések módszerének, a pályák leromlás-számításának fejlesztési irányával már a Mélyépítéstudományi Szemle 1986 (I) októberi címszámában külön foglalkozott, elgondolkodtató, hogy az akkor megfogalmazott magyar megerősítési elvek kapcsán megfogalmazott számos kritikai megállapítás 20 év elteltével még mindig aktuális. Sőt, a máig meg nem oldott problémák mellé napjaink technológia fejlődése azonban újabbakat is kitermelt, mint például:

- a modifikált bitumenek, nagy modulusú aszfaltok, illetve az aszfaltgranulátum anyagi tulajdonságainak figyelembe vétele vagy
- az aszfalttrácsok, -háló, illetve a remixált rétegek figyelembevétele a megerősítés során.

A behajlási kritérium korlátozott szerepe a burkolat-megerősítések méretezése során fokozatosan került be a köztudatba és az aszfaltmechanika fejlődésével megteremtődött a lehetősége, hogy az empirikus - statikus mérési eredményekből származó - adatok kiértékelésére épült, megengedett behajláson alapuló méretezést felváltta a földmű függőleges összenyomódás és aszfalt fáradási-húzási megnyúlás korlátozásán alapuló módszer, azonban az áttörés várat magára. Napjainkban történnek ugyan próbálkozások, elsősorban az Útügyi Akadémia hiánypótló előadásai keretében a fontosabb kérdések és válaszok megvitatására, ezek hatása azonban még nem átütő. A méretezés témakörében tartott, „A dinamikus teherbírási adatainak felhasználása az útpályaszerkezetek korszerűsítésében” címmel megrendezett 11. Útépítési Akadémia is sokkal inkább a résztvevők nagy száma és nem a kialakult érdemi, parázs szakmai vita miatt marad emlékezetes.

Az utolsó 20 – 25 évben a fejlett országokban – elsősorban a nehézgépjármű forgalom növekedése és a fenntartásra – felújításra jutó pénzüsszegek relatív csökkenése miatt – elterjedtek a rendszerelvű PMS eljárások, amelyek az analitikus tervezési eljárások bevezetésével és a korszerű anyagvizsgálati módszerek alapján kísérik meg azok hatékony felhasználását. Mindezek a korábbi empirikus módszerekkel szemben a technológiafejlődés állandó követésének, árnyaltabb, hatékonyabb fenntartási – megerősítési stratégiák alkalmazásának szükségességét determinálják. Szükségszerű, hogy mielőbb kidolgozásra kerüljön, olyan hazai eljárás, amely alkalmas meglévő pályaszerkezetek felújítás-technológiai javaslatainak, az alternatívák „műszaki összevetésére”, és képes kezelni az anyagi tulajdonságokban rejlő lehetőségeket (pl.: többlet-élet-tartam vagy egyenértékű, de olcsóbb szerkezet). Ezt a folyamatot

hátráltatják azok az ajánlatkérő kiírások, amelyek végső soron a fenntartásra – felújításra jutó pénzüsszegeket dominánsan befolyásoló állapotjellemző vizsgálatát „Az útpályaszerkezet teherbíró képességének vizsgálata” című pont alatt egyetlen mondatlall:

„A tervezés során hagyományos kézi behajlásméréssel el kell végezni a vizsgálatokat.” elintézik. A kérdés továbbra is aktuális: Miért?

## Irodalomjegyzék

- UKIG ad hoc munkacsoport: „Az országos közúthálózat szolgáltatási színvonalának megfeleltetése az EU 96/53/ EK számú irányelvnek”. Tervezetési útmutató, 2005. március
- Boromisza T.: Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek. Méretezési Praktikum. Budapest, 1997.
- Boromisza T.: Hozzászólás Pej Kálmán: Főútvonalak burkolatmegerősítésének tervezői tapasztalatai c. cikkéhez. Közúti és mélyépítési szemle, 2006. február
- Boromisza T.: Útpályaszerkezetek dinamikus teherbírásmérésének bevezetése. Közlekedéssépítés- és Mélyépítéstudományi Szemle, 1993/9
- Gáspár L.: Ejtősúlyos behajlásmérő berendezés létesítményi szintű mérési útmutatója. Közúti és mélyépítési szemle, 2002/9
- Ambrus K.: Ejtősúlyos teherbírási-mérésen alapuló új útburkolat-erősítés méretezési eljárás kidolgozása. Közúti és mélyépítési szemle, 2001/3
- Karoliny M.: Pályaszerkezet méretezés az M5 autópálya felújításánál. Az aszfalt, 2005/2
- Adorjáni K.: Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek megerősítésének méretezése ejtősúlyos behajlási alapján. Közúti és mélyépítési szemle, 1999/12
- Per Ullidtz: Modelling Flexible Pavement Response and Performance. 1998.
- ÚT 2-2.121:2000: Dinamikus behajlásmérés méretezéshez (KUAB). Útügyi Műszaki Előírás
- ÚT 2-1.202:2006: Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése. Útügyi Műszaki Előírás
- Wistuba, M., Blab, R., Litzka, J.: Oberbauverstaerkung von Asphaltstrassen. Strassenforschung Heft 546. Wien, 2004
- Wellner, F., Hothan, J.: Untersuchung korrelativer Zusammenhaenge zwischen den Auswertergebnissen vier verschiedener Tragfaehigkeitsmess-systeme, Hannover, 1999

## Summary

### Inconsistencies and prospects in the determination of road bearing capacity

The limited available financial resources give an obvious reason for applying up-to-date methods and technologies when surveying the existing road condition in order to have adequate information regarding its bearing capacity. This information would enable to elaborate more cost-effective and/or higher service level solutions at pavement strengthening projects. According to the initial statement of the article the dynamic bearing capacity measurement (FWD) can not any more be neglected as a possible road pavement diagnostic method. The maximum deflection value itself refers to the bearing capacity to a limited extent only. In order to determine the bearing capacity with adequate accuracy, the deflection basin with other geometrical parameters has to be known and analysed as well. The article discusses the reproducibility and comparability of different FWD devices, and detects close correlation between them for each type of pavement. Conditions and results of dynamic bearing capacity measurements on the new M35 Motorway are also presented as a case study. The final conclusion is that it is essential to elaborate a general national method, which is suitable for applying dynamic bearing capacity data in the upgrading and strengthening of roads, for handling alternative technology solutions and possibilities of material behaviour (e.g. additional lifetime or equivalent but still more cost-effective pavement structure).

# A FORGALOMLEFOLYÁS HAZAI PARAMÉTEREINEK MEGISMERÉSE, MÉRÉSE, ADAPTÁLÁSA ÉS FELHASZNÁLÁSA

BABÓS GYULA<sup>1</sup>-EGYHÁZI FERENC<sup>2</sup>-MOLNÁR LEVENTE<sup>3</sup> –SCHULZ MARGIT<sup>4</sup>

## Bevezető

A PRO URBE Mérnöki és Városrendezési Kft., a VILATI SBH Kft. és az ÁKMI Kht. által alkotott konzorcium – a PRO URBE Kft., mint konzorcium vezető koordinálásával – a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, Gazdasági Versenyképesség Operatív Programjának keretében készítette 2005-2006. év folyamán a címben szereplő témájú kutatás-fejlesztési projektet, melynek eredményeiről szeretnénk tudósítani.

## A projekt célja

A pályázat általános célja: a meglévő közúti közlekedési hálózatok optimális kihasználásának elősegítése, elsősorban a forgalmi torlódásokkal súlyosan érintett városi területeken, a forgalom hatékony levezetésének elősegítése forgalomszervezési eszközökkel, ezáltal a kedvezőtlen gazdasági és káros környezeti, egészségügyi hatások mérséklése, valamint a forgalombiztonságának növelése. A kutatási eredmények segítik a forgalommodellre, forgalom szimulációra épülő forgalomszervezési tervezés általános térnyerését, beépülését a szakirányú felsőoktatási képzésbe, és újabb kutatások alapját képezhetik.

## A csomópontok vizsgálata

A mérések célja, hogy a csomópontok kapacitás számításához és a forgalom szimulációs eljárások pontos működéséhez alapadatként szükséges paraméterek aktuális értékei rendelkezésre álljanak. Ezt követően a megfelelő Útügyi Műszaki Előírások módosítása révén lehetővé váljon az alkalmazásuk a tervezéssel, hatósági munkával foglalkozó közlekedési szakemberek számára.

A csomóponti mérések elvégzése és az eredmények kiértékelése különböző kategóriákban történt meg. Jelzőlámpás csomópontok esetén a nyíl alakú zöld jelzésképpel működő csomóponti irányok különböző eseteivel (egyenes, jobbra, balra, egyenes-jobbra, egyenes-balra, jobbra-balra, egyenes-jobbra-balra), valamint a kör alakú zöld jelzésképpel működő csomóponti irányok különböző eseteivel (gyalogos és jármű akadályoztatás különböző esetei) foglalkoztunk.

Jelzőtáblás csomópontok esetén az alárendelt irányok becsatlakozási határidőközeinek Ezen túlmenően a közbenső idők paramétereinek pontosabb meghatározása érdekében további mérések (csomóponti gyorsulás, sebesség) kerültek elvégzésre.

## A csomóponti mérések

Előzetesen a kutatás-fejlesztési munka szerződésében összesen 26-26 db jelzőlámpás és jelzőtáblás forgalomirányítású csomópont mérését vállaltuk, 6-6 budapesti, és 20-20 vidéki helyszínen. A mérési helyszínek a következők voltak: Budapest, Győr, Pécs, Szeged, Debrecen, Miskolc, Zalaegerszeg, Szekszárd, Székesfehérvár, Eger, Érd. A munka előkészítési fázisában - annak eredményessége érdekében – a vizsgált csomópontok számát 116-ra növeltük, a mérési helyszínek pedig Kecskemét, Szolnok, Üröm településekkel bővültek. 2006. márciusa és szeptembere közötti időszak alatt a 116 db előírányzott mérésből 105 db elvégzésre került, ezek közül több mint 70 értékelhető volt, tehát egy szignifikánsnak tekinthető adatmennyiség rendelkezésre állt. A mérési eredményeket a vállalt 52 db csomópontból vontuk le. A méréseket az alábbi módszerekkel végeztük:

**Detektoros mérések:** A követési idő járműkategóriák szerinti meghatározására a jelzőlámpás csomópontokban nyíl alakú zöld jelzéskép esetén.

**Videodetektoros mérések:** A követési idő járműkategóriák szerinti meghatározására a jelzőlámpás csomópontokban kör alakú zöld jelzéskép esetén, és becsatlakozási határidőközök meghatározása jelzőtáblás szabályozás mellett.

## Mérések videokamera által készített felvétel segítségével:

A forgalom nagyság meghatározására, a mérések ellenőrzésére, a kiegészítő információk begyűjtéséhez és a téves adatsorok kiszűrhetőségéhez. A mért adatok 100%-os pontosságára való törekvés miatt minden (előző két csoportba tartozó mérésről is) készült videofelvétel.

**Manuális, stopperes mérések:** Sebesség és gyorsulás méréseire a csomóponti irányokban járműkategóriák szerinti bontásban.

A csomópont típusokhoz (irányokhoz) tartozó mérések eredményeit alapadatként kívántuk meghatározni. Az alapadatokat befolyásoló korrekciós tényezők kutatásával jelen feladat keretében nem foglalkoztunk. A korrekciós tényezőkről a nemzetközi szakirodalomban vannak kutatási eredmények, amelyek hazai tervezési gyakorlatban történő alkalmazását javasoljuk.

## Az elért eredmények bemutatása

A második munkaszakaszban elvégzett mérések megteremtették a szakmai feldolgozás, kiértékelés továbbá törvényszerűségek felállításának illetve ezek igazolásának lehetőségét, a projekt közvetlen céljának elérése érdekében, nevezetesen a forgalomlefolycs primer paramétereinek meghatározására.

Az eredmények alkalmazási területe szerint lényegében 3 kategória definiálható:

- kapacitászámítás
- egyéb műszaki előírások köre
- forgalom szimuláció.

Ez a csoport képzés azért fontos, mert egy ugyanazon mérési adatsor, a felhasználási feladattól függően más adatokra helyez hangsúlyt. Példaként megemlíthető a követési időközök értékhalmaza jelzőlámpás csomópontok esetében, ahol a direkt mért értékek közvetlenül alkalmazhatók forgalom szimulációs programokban, viszont kapacitás számítására további tényezőket is figyelembe kell venni, melyek közvetett „beszámítása” az átlagos követési időköz paraméterbe a műszeresen felvett adatoktól részben eltérő eredményeket szolgáltatathat.

A kiértékelés az adatgyűjtési besorolásoknak megfelelően a következő elv szerint történt:

**Jelzőlámpás csomópontok esetében** a követési időköz meghatározása annál inkább bír jelentőséggel, minél zavartalanabb a forgalom lefolycsának lehetősége. Az úgynevezett „nyíl”-zöldes szabályozásnál mind a szimuláció, mind a kapacitás számítására

<sup>1</sup> Okl. építőmérnök, ügyvezető, ProUrbe Kft. Gy.Babos@prourebekft.hu

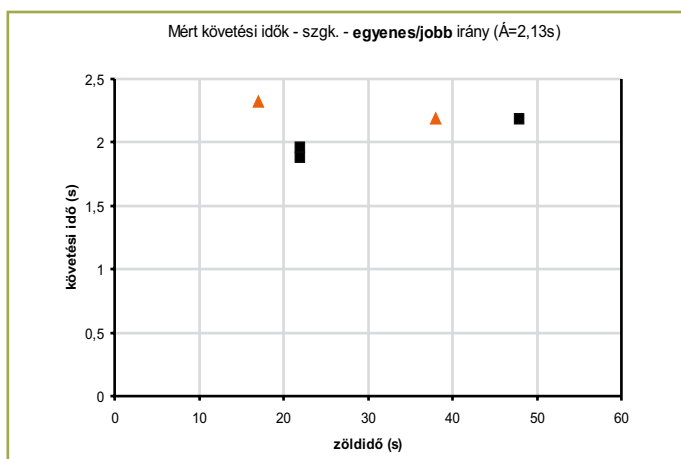
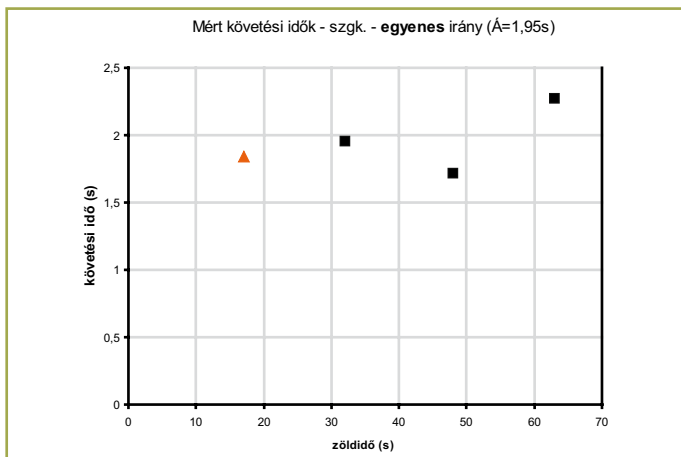
<sup>2</sup> Okl. építőmérnök, vezető tervező ProUrbe Kft. FEgyhazi@prourebekft.hu

<sup>3</sup> Okl. közlekedésmérnök, tervező Pro Urbe Kft

<sup>4</sup> Okl. építőmérnök

jól használhatók a műszeresen felvett értékek. A mérések elvégzése illetve kiértékelése sávtípusok szerint történt:

Az 1. ábrán látható két grafikon a személy-gépkocsinál (az egységjármű alapértéke is egyben) műszeresen mért átlagos követési időköz értékét ábrázolja, budapesti (négyzet) illetve vidéki (háromszög) helyszínek szerint egyenes, ill. egyenes-jobb sávtípus esetén. Az adatok vizsgálata bebizonyította, hogy nincs releváns különbség budapesti és vidéki mérések között.



1. ábra: mért követési időközök az egyenes irányokban

A műszeres mérések kiértékelését járműkategóriák szerint is külön elvégeztük. Ebben a folyamatban igazolást nyert az alkalmazott egységjármű faktorok helyessége. (könnyű-tgk.: 1,1 – nehéz-tgk.: 1,8 - kamion: 2,5 - busz(sz): 1,8 - busz(cs): 2,5).

Az 1. táblázat az átlagos követési időket tartalmazza egységjárműve átszámolva. Szembetűnő, hogy jobbra kanyarodás – mely

rendszerint kisebb ívsugarat és haladási sebességet eredményez – hiánya esetén a mért értékek nagyságrendileg azonosak. Közéltőleg az 1,95 s/EJ érték használata indokoltnak tűnik.

A mérésekből levonható további következtetések:

- A zöldidő alapján számolt (nem mért) „követési idő” értékek kisebbek.
- A zöldidő+sárgaidő alapján számolt (nem mért) „követési idő” értékek nagyobbak.
- Kisebbs ívsugar (általában jobbra kanyarodók) esetén az értékek növekednek. Pl. említhető:  $1,95/2,17=0,90$  faktor (egyenes/jobb hányadosa)
- A nehézgépjárművek aránya kihat a követési időkre
- JOBB irány jelenlétében a „J”-irány százalékos aránya meghatározó.

A fentiekben vázolt összefüggések szignifikánsnak tekintett mérési adatsorokban igazolást nyertek. A befolyásoló tényezők számszerű figyelembe vétele a későbbiekben kerül bemutatásra, amikor is egy olyan modell használatát ajánljuk, amely további faktorokat is tartalmaz, így többek között a járművek gyalogosok által történő akadályoztatását.

A járműveknél a gyalogos akadályozás függ a következő tényezőktől:

- Gyalogosok száma
- Jármű és a gyalogos zöldidők hossza
- Periódusidő hossza
- Gyalogosok érkezésének időbeli eloszlása
- Gyalogátkelőhely szélessége
- Vegyes sávok esetén a kanyarodók aránya

A gyalogosok számának direkt figyelembe vétele képletszerűen nem vezetett használható közvetlen összefüggésekhez. Megállapítható, hogy a járműveknek „megmaradó” effektív zöldidő a gyalogos forgalom kategóriákban (csekély, átlagos, intenzív) történő alapul vételével megközelíthető.

A kapacitás meghatározására ajánlott a jelenlegi módszerektől eltérő elméleti modell bevezetése és használata, melyben az átlagos követési idő mindig „visszaszámolható”, hiszen a telített forgalomra vonatkozó kapacitás érték és a számolt átlagos követési idő egymásból levezethető.

Az ajánlott eljárás lényege, hogy egy ideális körülmények között lehetséges maximális járműkapacitást veszünk alapul egy adott forgalmi sáv vizsgálatára, mely kapacitás értéket a jelen levő korrekciós tényezőkkel módosítunk. A mérési eredmények után javasolt Fa mint a telített forgalom alapértéke = 1850 szgk./h (J/h, ngk<2%) használata. Korrekciós tényezőként a 2. táblázatban szereplő kategóriák meghatározása javasolt.

		bal	egyenes-bal	egyenes	jobb-bal	egyenes-jobb	jobb
mért	szgk	1,93	1,94	1,95	2,05	2,13	2,17
	Ej	1,94	1,97	1,97	2,06	2,15	2,19
számolt	Ej, zöldidőre vonatkoztatva	1,86	1,82	1,87	1,79	1,98	2,13
	Ej, zöldidő+sárgaidőre vonatkoztatva	2,12	2,04	2,01	2,05	2,18	2,33

1. táblázat - mért és táblázatos értékek összefoglalása



Módosító tényezők		
Neve		Értéke
Nehéz gépjárművek aránya	$N_g < 2\%$	$f_{N_g} = 1,00$
	$N_g = 2 \dots 15\%$	$f_{N_g} = 1 - 0,0083 e^{0,215 V}$
	$N_g > 15\%$	$f_{N_g} = 1 / (1 + 0,015 \cdot S_V)$
Kanyarodási sugár	$R \leq 10\text{ m}$	$f_R = 0,85$
	$\leq 15\text{ m}$	$f_R = 0,90$
	$> 15\text{ m}$	$f_R = 1,00$
Gyalogosforgalom	nagy	$f_{gy} = 0,50$
	közepes	$f_{gy} = 0,75$
	kicsi	$f_{gy} = 0,95$
Sávszélesség	2,60 m	$f_s = 0,85$
	2,75 m	$f_s = 0,90$
	$\geq 3,00\text{ m}$	$f_s = 1,00$
Hosszesés	Emelkedő +5 %	$f_h = 0,85$
	+3 %	$f_h = 0,90$
	Sík	$f_h = 1,00$
	Lejtő -3 %	$f_h = 1,10$
	-5 %	$f_h = 1,15$

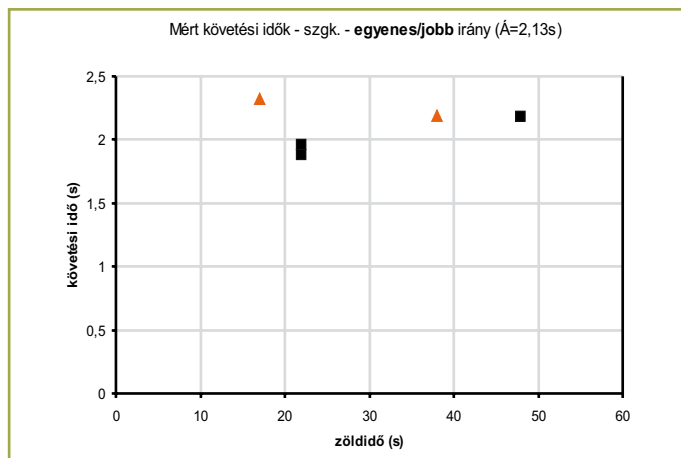
2. táblázat – javasolt korrekciós tényezők kategóriáinként

A specifikus kapacitás tehát a következő képlet alapján kerülhet meghatározásra (a csökkentő tényezők közül a három mértékadó érték veendő figyelembe)

$$F_s = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot F_a$$

### A forgalomlefolrás egyéb paraméterei

A projekt keretein belül a forgalomlefolrás egyéb paramétereit is megvizsgáltuk, különös tekintettel a számítógépes szimuláció számára fontossággal bíró jellemzőkre. A járműkategóriák szerinti átlagos gyorsulási értékek az első jármű esetében a mérések eredményeként a 2. ábrán bemutatott módon alakulnak.



2. ábra: átlagos gyorsulási értékek

A forgalomtechnikai tervezés céljából (fázisinterv, kapacitászámítás) és a közlekedésbiztonság megfelelő szintjének elérése érdekében kiemelt jelentősége van a közbelső idők meghatározásának. Igazoltuk, hogy a jelenlegi előírás szerint kanyarodó járművek esetében alkalmazott kihaladási sebességek, különösen kisebb ívsugárnál túlzottan alacsony sebesség és emiatt magas kihaladási idő értéket eredményeznek.

Ebben az összefüggésben szeretnénk megfigyelésekre utalni, melyek szerint a kerékpárosok kihaladási paraméterei szintén felülvizsgálandók, mert itt is jelentős különbségek találhatóak a helyszíneken tapasztalt illetve az elméleti úton levezetett értékeknél.

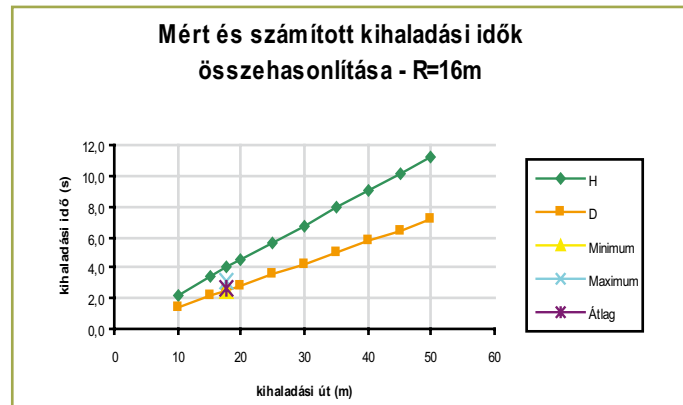
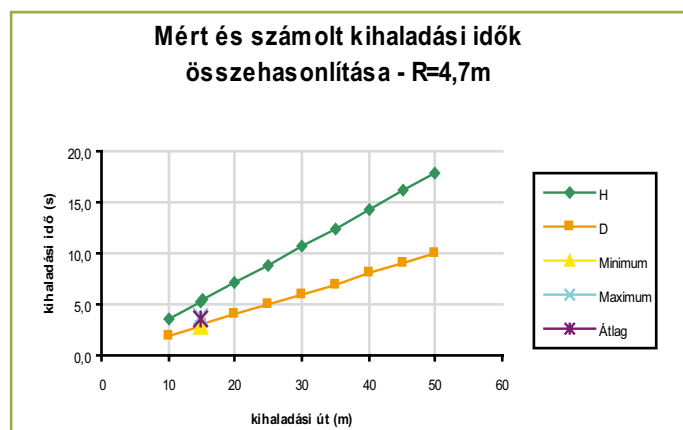
A 3. ábrán látható „H” és „D” vonalak az aktuális magyar és német előírás szerint számolt kihaladási idő értékeket ábrázolják. Látható, hogy a helyszíneken mért kihaladási idők inkább a német értéksorhoz közelítenek. Ennek alapján javasolt 10 m feletti ívsu-

gár esetén 7 m/s, az alatt 5 m/s kihaladási sebesség alkalmazása.

Jelzőtáblás csomópontok esetén a kapacitást döntő módon befolyásolja a becsatlakozási határidőközök, a fölérendelt irányban fellépő hosszabb forgalomtól mentes fázisok esetén az alárendelt irány követési határidőközök értéke. A videó-detektoros mérés segítségével meghatároztuk a becsatlakozási határidőközök nagyságát. A ténylegesen mért értékek általában kisebbek, mint a 2004-ig aktuális magyar előírásban közölt adatok, amelyek jóllehet egy terheltebb forgalmi szituációt vesznek alapul, de nem „kényszerítik” az alárendelt irányokat a közlekedésbiztonság határán történő mozgásokra. Ilyenek részben megfigyelhetők voltak.

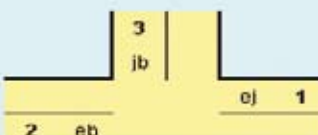
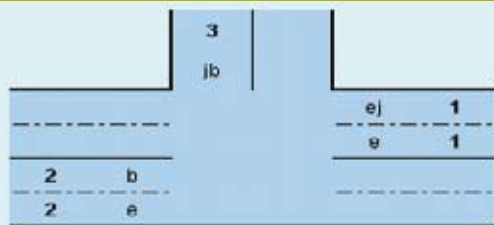
Vizsgálataink során a következő módszert alkalmaztuk:






- A jelenleg hatályos kapacitászámítási görbe adott szituációra módosított változatának összevetése a 2004-ig érvényes előírás görbéivel
- Kapacitászámítás a hatályos előírás alapján, standard és mért paraméterekkel
- A helyszínen mért és elméleti úton meghatározott kapacitás összehasonlítása (4. ábra)



3. ábra: mért és számolt kihaladási idők

Megállapítható, hogy a legkritikusabbnak számító balra becsatlakozás esetében az elméleti megközelítés nem ad meg kapacitás tartalékot, sőt általában jelentős deficit lép fel. Ennek értelmében a csomópont nem tekinthető (biztonságosan) működésképesnek, jóllehet a helyszínen mért adatok a ténylegesen áthaladt forgalmat igazolják. Ha elvégeznénk egy párhuzamos kapacitászámítást a „rég”i eljárással – egyébként ezt az elvet alkalmazza a jelenleg hatályos HBS 2001 német szabvány is – akkor a csomópont csak akkor mutatkozik kellő kapacitással bírónak, ha a javasolt becsatlakozási határidőközöknél kisebb (3-5 mp-nyi) értékekkel dolgozunk, amelyeket egyébként a videó-detektoros mérés is kimutattott. Ebből

Kód	1-es ág		2-es ág		3-as ág		Forgalom- szabályozás módja	Lehetséges kapacitás (Ej)			Kapacitástartalék (Ej)			Kapacitástartalék (%)			3 - 1 jellemző mért határidőköze (s)
	j	e	e	b	j	b		2 - 3	3 - 2	3 - 1	2 - 3	3 - 2	3 - 1	2 - 3	3 - 2	3 - 1	
089	165	521	536	246	302	190		733	733	158	486	431	-33	66%	59%	-21%	4,00-5,00
091	524	441	299	105	129	398		559	559	213	454	430	-186	81%	77%	-87%	4,50-5,00
092	128	620	646	323	249	155		696	591	80	373	342	-75	54%	58%	-93%	3,50-4,50
097	263	211	442	28	10	666		802	682	270	774	672	-396	96%	99%	-146%	
103	151	367	581	10	12	233		894	894	299	884	882	66	99%	99%	22%	4,00-4,50

4. ábra: mért és elméleti kapacitás meghatározása

az következík, hogy amennyiben a szimulációban szeretnénk egy valós helyzetet leképezni, akkor a kisebb értékek használata célszerű, míg ezeket nem szabad méretezési és hasonló biztonsági faktorokat is tartalmazó megközelítéseknel alkalmazni. Ezekre a feladatokra továbbra is a szabvány ajánlái mérvadók.

Hasonló, körforgalmi becsatlakozásra elvégzett számítások és vizsgálatok is ezt az imént vázolt elvet igazolták, miszerint

- a kapacitászámítási eljárások standard paraméterekkel egy a valóságban még működő csomópont
- esetében nem mutatnak kapacitás tartalékot (sőt deficit jön ki)
- a kapacitászámítási eljárások, amennyiben a paraméterek direkt bevitelle lehetséges, a helyszínen mért becsatlakozási határidőközök alapján még éppen a működőképesség határán definiálják a csomópontot
- a forgalom szimuláció (VISSIM) „bedugul” a standard paraméterek esetén, még működik a helyszínen mért becsatlakozási határidőközökkel

A 3. táblázat adatai példaként a 094-es kódú körforgalom adatait mutatják.

Számolt értékek		Magyar szabvány szerint (Jm)	Német szabvány szerint (Ejm)	
(Jm)	(Ejm)		standard	mért határidő- közök alapján
923	966	759	709	940
		82%	73%	97%

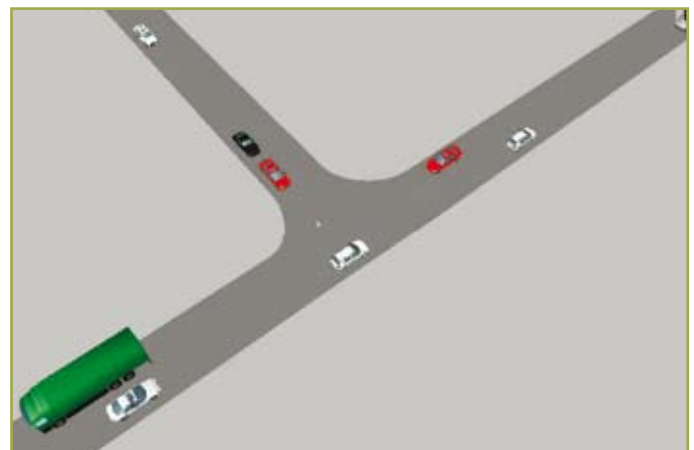
3. táblázat – kapacitásértékek a 094-es kódú körforgalomban

Összefoglalásként elmondható, hogy a kívánt feladat függvényében mind a helyszínen mért mind a standard paraméterek használata igazolást nyert.

#### A mérési eredmények hasznosítása a szimulációs modellezésben

A vizsgált csomópontokra kapacitászámítást végeztünk a LISA+ forgalomtechnikai program segítségével illetve kalibráltuk a VISSIM forgalom szimulációs program megfelelő paramétereit annak érdekében, hogy a valós és szimulált forgalomlefolrás közötti különbség lehetőleg minimális legyen. Megállapítható, hogy

mind az elméleti (számítás) mind a gyakorlati (szimuláció) közelítés képes a mért helyzetek nagyságrendileg helyes visszaadására. Ennek ismeretében kiemelendő a VISSIM kapacitás számítás céljára történő tudatos felhasználása, hiszen különösen komplex forgalmi szituációk esetében így egy az elméleti számításnál gyorsabb, direktbb és vizuálisan is ellenőrizhető eljárás adódik (5. ábra).



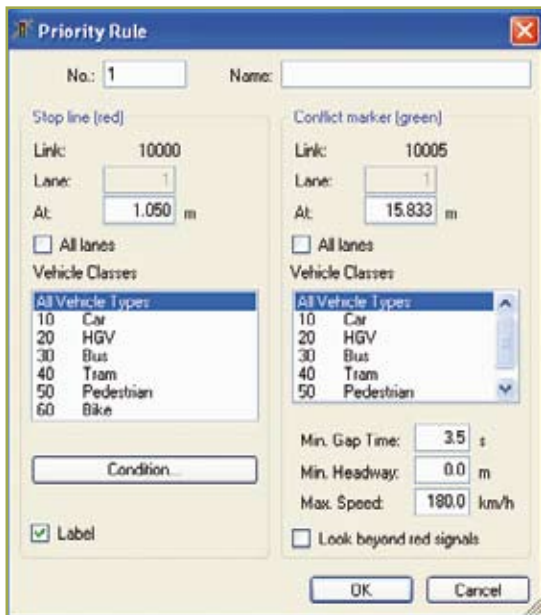
5. ábra – VISSIM szimulációs programmal készült szimuláció

A VISSIM szimulációs programban a „Wiedemann 74” eljárás alkalmazása mellett a „Driving Behavior Parameter”-ablak értékeinek beállítása illetve a sebességek helyes megválasztása, különösen a kanyarodó irányok esetén bizonyult döntő jelentőségűnek.

Továbbá a „Min. Gap Time” kalibrálása gyakorolt kihatást a forgalmi lefolrás adekvát leképezésében. Míg ez utóbbiak esetében a mért illetve a programba bevitt értékek között alig szükséges különbséget tenni, addig más szimulációs jellemzők helyes megválasztása a program által felkínált próbaméréseken keresztül volt megoldható, melyekre a keresztmetszeti forgalomszámlálást alkalmaztuk (6. ábra).

#### Eredmények:

A kalibrálás után a szimuláció a mért adatokat nagy pontossággal képes visszaadni, tehát kiválóan alkalmas jelenlegi illetve ter-



6. ábra – mérési eredmények alapján beállított szimulációs jellemzők

vezett forgalmi helyzetek leképezésére, azok számszerű megítélésére és változatok összehasonlítására.

#### Ajánlás:

Mind forgalomtechnikai tervezésre illetve az ebből adódó forgalom lebonyolítás vizsgálatára, mind kapacitászámítási feladatokra ajánlott a szimulációs technika széleskörű alkalmazása

#### Ajánlások az érintett utügyi műszaki előírások módosítására közúti csomópontok tervezése, a közúti csomópontok átbocsátóképessége

A témával foglalkozó utügyi műszaki előírások:

- ÚT-2-1.201:2004. Közutak tervezése (KTSZ)
- ÚT-2.1.214:2004. Szintbeli közúti csomópontok méretezése és tervezése
- ÚT-2.1.206:2001. Körforgalmú csomópontok tervezése
- 11. Tervezési útmutató – Különszintű csomópontok tervezése
- ÚT-2-1.219:2003. A jelzőlámpás forgalomirányítás tervezése, telepítése és üzemeltetése
- ÚT-1-1.204 41/2003(VI.20) GKM rendelet melléklete

A témával kapcsolatos kutatás indítása előtt döntő módon az ÚT 2-1.219. UME és az ÚT-2.1.214:2004 Szintbeli közúti csomópontok méretezése és tervezése c. dokumentumok voltak a kérdések középpontjában. A két utügyi műszaki előírás (UME) alapján készül ma hazánkban a jelzőlámpás szabályozás és az átalakítás a jelzőtáblás és jelzőlámpás csomóponti forgalomszabályozás között, ezért nagyon fontos, hogy a hazai közlekedési viszonyoknak megfelelő adatok, számítási technikák szerepeljenek, az előírásokban. Az egész projekt magában foglalja azt a nagyszabású kutatási programot, aminek eredményeként lehetőség nyílik arra, hogy felülvizsgáljuk a nevezett dokumentumok alkalmazhatóságát. Az ismertetett mérési eredmények tükrében érdemes felülvizsgálni és korrigálni, a mai forgalmi körülményekhez jobban illeszthetővé tenni a szabályozást. A mérési eredmények feldolgozása és elemzése alapján a kutatócsoport a következő javaslatokat teszi: ÚT 2.1.219 UME III. fejezet: Szabályozástechnika módosítása

1. Javasolja a műszaki előírás kiegészítését alapeseteket bemutató típus-csomópontok jelzőlámpás kapacitászámításának bemutatásával. Ezzel sokkal egyszerűbben értelmezhetővé, alkalmazhatóvá válhat a dokumentum.
2. A csomópontokban ténylegesen alkalmazott sugárértékekhez tartozó üritési sebesség a mérések alapján felülvizsgálandó és módosítandó. A gyakorlatban az érvényben lévő szabályozásban meghatározottnál lényegesen nagyobb üritési sebességeket mértek. A jelzett korrekciók a jelzőlámpás forgalomirányítás kapacitását megemelik, a forgalomlefolys lehetőségét a valós igényhez közelítik, ezért biztonságosabbá teszik a közlekedést a csomópontban. Ezzel természetesen a folyópálya átbocsátó képességét is növelik.
3. Felülvizsgálatra ajánlja a kihaladási sebesség értékét a kerékpárok esetében. Nem mérési eredmények, hanem a nemzetközi szabályozásban előírt értékek miatt.
4. A közbenső idő és az üritési idő számítására differenciáltabb számítási módot tud ajánlani

A kutatócsoport javaslata a 9. Csomópontok forgalomtól függő szabályozása c. fejezethez:

A fejezet felülvizsgálata a forgalmi szimulációs rendszerek fejlődése miatt indokolt és szükséges. Ma már egy számítási eredmény megfelelése nagyon jól ellenőrizhető forgalmi szimulációs rendszer segítségével és ezzel beruházási költség takarítható meg, biztonságosabbá tehető a forgalomlefolys, egyszerűen, tervezőasztalnál korrigálható és optimálisan kialakítható a jelzőlámpás forgalomirányítás rendszere. Ennek érdekében módosítási javaslataink a következők:

Új forgalomirányító készülék létesítésekor valamint régi vezérlőberendezés cseréje esetén forgalomtól függő vezérlés megvalósítására képes berendezést kell telepíteni és forgalomtól függő szabályozást kell alkalmazni. Amennyiben nem ilyen telepítenek, ezt meg kell indokolni.

A fejezet kiegészítését javasoljuk egy további ponttal: A forgalomirányítás tervezése vagy módosítása esetén a tervdokumentáció tartalmazza a forgalmi szimuláció dokumentumait is, amire mind összehangolt mind nem összehangolt rendszer esetében hivatkozhat a tervező és számításait igazolhatja.

A kutató csoport javaslata az ÚT2.1.214. Szintbeni közúti csomópontok méretezése és tervezése (KTSZ kiegészítése) című dokumentumhoz:

Az elsőbbségadásra kötelezett irányból átbocsátható forgalom alapértéke és korrekciója. A mérési eredmények azt mutatják, hogy a számított, elméleti értékekhez képest nagyobb forgalom halad át a csomópontokon.

A vonatkozó előírás értékei megfelelőek ahhoz, hogy megállapítsuk azt, hogy mikor kell felváltania a jelzőlámpás irányításnak a jelzőtáblás elsőbbségi szabályozást.

A szintbeli csomópontok esetében is a forgalmi szimulációs technika igazolhatja a forgalomlefolys gyakorlati megvalósulását. Különösen hálózatban, egymás mellett üzemelő csomópontok esetében a szomszédos csomópontok reális, valóságos kapacitása nem követhető a számítási eljárásokkal, csakis a forgalmi szimuláció technikájával.

A kutatási eredményekből következő módosítási javaslatok végrehajtásának érdekében ajánljuk a hivatkozott műszaki előírások áttekintését és a bizottság felülvizsgálata után az összehangolt módosítások elvégzését.

Magyarországon jó 2-3 évtizedig nem vagy alig készült betonút, mivel az aszfalt mindenhatóságának hite töltötte be lelkeinket. A II. világháború előtt 1800 km betonút épült (3). Az egyik egri konferencián még a szakma egyik nagy ellenségének minősült az a híres szakemberünk, aki ismertetett egy német szakmai utasítást, amely bizonyos forgalmi kategóriában nem engedett aszfalt burkolatot építeni. Azóta azonban elkészült az M0 egy szakasza és egy kísérleti szakasz Békéscsaba és Gyula között valamint Dél-Dunántúlon. Ha szerencsénk lesz, akkor az idén megépíthetjük ez első whitetopping kísérleti szakaszt is, Szegeden. Szerencsére egyre több szakanyag jelenik meg, mely szintén ezt a technológiát ajánlja.

**Mi változott meg?**

- Megnőtt a nehéz gépjárművek száma, súlya, aránya.
- Melegebbek lettek a nyarak. Az eddigi első kettő bekezdés eredményeként az egyre inkább lekvárrá váló aszfaltot egyre nagyobb tömegek gyúrnák, tehát egyáltalán nem véletlen a nyomvályús szakaszok hosszának soha nem tapasztalt gyarapodása.
- Megváltozott a szakma csúcsán lévő szakemberek véleménye is. (1) szerint: „Az útpályaszerkezetek jellegzetes – merev, hajlékony és félig merev – típusai közül történő választást az éghajlat, illetve ebben az esetben a klímaváltozás komoly mértékben befolyásolja. Már az általános felmelegedés is, de főleg a szélsőséges éghajlati jelenségek az aszfaltburkolatú – hajlékony vagy félig merev típusú – pályaszerkezetek alkalmazását a korábbinál kockázatosabbá teszik. Nagyobb teret célszerű hazánkban is engedni az évtizedek óta teljes mértékben háttérbe szorított betonburkolatok alkalmazásának, főleg a nagy forgalmi terhelésű utakon, pl. autópályákon.” (2) szerint: „A nehézforgalom hatalmas arányú növekedése, párosulva a nyári hőmérsékleti csúcsok sorozatos ismétlődésével és erősödésével, kikényszeríti a technológiaváltást.” (4) szerint: Fontos lenne, ha elterjedne az a szemlélet, amely szerint „Szembe tudnak nézni a hibákkal, azokat kijavítják, és nem mismásolják el.” A szembenézés itt akár azt is jelentheti, hogy a korábbi hibákat nem követjük el ismét. (4) szerint: „... örülök annak, hogy túl lehetett jutni bizonyos berögződéseken, és ismét meg lehetett honosítani a hazai útépitésben a betonburkolatokat, hosszabb élettartamú burkolattal olcsóbbá téve például az M0 építését.”
- A betonút építés legkorszerűbb technológiája és technikája mára már ugyanúgy elérhető, mint bármi más. Van már mobil betonkeverő is, amely trailerrel szállítható úgy, hogy elemekre bontva nem is túlméretes. A mobil keverő az építéshez közel telepíthető.(5)
- Remélni szeretném azt, hogy kissé változott a kivitelezői szemlélet is, amely eddig úgymond az aszfaltos lobbit szolgált ki. Mivel a betonutat ugyanaz a kivitelezői kör építi majd, mint az aszfaltot, a kivitelezőknek majdnem mindegy mit rendel tőlük a beruházó, így a mai kivitelezőink pozícióikból semmit sem veszítenek. (A cukrász sem hal meg, ha vanília helyett csokoládé fagyaltot kérek.)
- Teret nyert, elfogadottá vált az építési költségek helyett az élettartam alatti költségek számítása.

- (2) szerint: „A budapesti útgűrű keleti szakaszára elvégzett gazdasági számítások a betonburkolat előnyét mutatták ki, a különféle változatok életciklus költségeinek összehasonlítása alapján. Összegezték az építés utáni 35 éves időszakra a teljes építési, fenntartási és úthasználoi költségek diszkontált értékeit. Az élettartam alatti költségek arányai: 0,75 (hézagaiban vasalt) 0,88 (kompozit) 1,00 (hagyományos félmerev útpályaszerkezet).” A beton élettartamát 30-40 évre tették eddig, de van már 50-52 éves burkolat is. (5)
- Tehát a betonburkolat élettartam költsége jóval kisebb a hagyományos aszfalt pályaszerkezetnél!
- Németországban már az építési költség is megegyezik a két alaptermék esetén. (5)
- Egyre fontosabb szempont a fenntartási munkák forgalmat nagyon zavaró hatása. Nem mindegy az, hogy erre milyen gyakorisággal és mennyi ideig kerül sor. Az úthasználó nagyon nehezen viseli a fenntartási munkák okozta idővesztést, idegfeszültséget, türelme nagyon kicsi.
- Van remény a környezetkímélőbb technológiára. A beton teljes mértékben újrahasznosítható. Újabban a betonba bekevernek az eddigi, a szokásos anyagokon túl a TiO2-t. Ez egy ún. fotokatalitikus anyag, amely magyarral talán úgy fordítható, hogy fény hatására katalizátorként hat. A levegőben lévő NOx-eket nitrát/nitrité alakítja. Ő maga a folyamat közben nem változik meg, míg a keletkezett nitrát/nitrit a burkolatból kimosható. A légszennyezés így átkerül a városi szennyvíztisztítóba.(5)
- Az úthasználónak kedvezőbb a beton, mivel éjjel és esőben a világos színe miatt jobban látszik.
- A beton biztonságosabb, mert nincs nyomvályú a felületén.
- Már a mai forgalom is tönkretette környezetben az 5, a 43, az 55 sz. főutak burkolatát. Azon szakaszokat is, ahol korábban „F”, „K” és „m” jelekkel díszített aszfaltok készültek.
- Nincs kis forgalmú autópálya, mert akkor nem kell azon a szakaszon autópályát építeni. Az autópályán előbb-utóbb nagy lesz a nehéz forgalom. Főleg akkor, ha nem üdülési célú autópályáról van szó, hanem a például a Balkán teherforgalmának hordásáról. Nyilvánvaló az is, hogy az M43 helyén lévő kukoricaföldön ma nagyon kicsi a kamionforgalom.

**Az M43 ügye**

Az M43 az M5-ből Szegednél ágazik ki és megy a romániai Temesvár és Bukarest felé. Magyarországra ebből csak kb. 50 km-nyi hosszúságú szakasz jut. Aki ismeri a hazai teherforgalommal járt főirányokat, az tudja azt, hogy ez az irány ezek közül a legnagyobb. Én már a békéscsabai kísérleti szakaszok dokumentációjának megismerése után javasolta a betonburkolatú M43 tervezését. Nyilvánvalóan még meghallgatásra sem került. Azóta egy csomó dolog megváltozott, mint előbb írtam. Ezért ismét javaslom az M43 betonburkolatúvá történő kiépítését. Mivel ennek engedélyezési eljárása most folyik, nem vagyok elkésve!

<sup>1</sup> okl. erdőmérnök, okl. építőmérnök, megyei MTLO vezető, Szeged, Magyar Közút Kht., rigo@csongrad.kozut.hu

Ha mégis úgy sikerülne rendezni, hogy mégis elkéssek, akkor a kivitelezői közbeszerzés során javasolom lehetővé tenni az alternatív ajánlat adásának lehetőségét.

Mértékadó szakembertől tudom, hogy annak idején az M0-on olyan kicsi volt a forgalom, hogy könyörögni kellett az akkori VOLÁN társaságoknak azért, hogy néhány buszjáratot tegyenek rá. Nézzük meg, mi lett ott azóta.

Itt a balkán irányú teherforgalom fog menni. Az M5 autópálya, az 5, a 43, és az 55 sz. főutak burkolata már a mai teherforgalmat sem bírja. Mitől bírná ugyanezt az ugyanezen térségben lévő M43. Nem sokat kell besorolgatni, hanem meg kell nézni az előbb említett főutakat, amelyeket ugyanez a forgalom tett már majdnem használhatatlanná.

## Végül egy idézet

Állítólag az USA Útügyi Hivatalának a vezetője – Thomas H. McDonald úr – mondta 1930-ban: „A jó utak költségét megfizetjük, akár van jó utunk, akár nincs. De többet fizetünk, ha nincs.”

## Szakirodalom

1. Gáspár L.: A klímaváltozás és az útburkolatok, Közúti és Mélyépítési Szemle, 2007. III.
2. Új utakon, MAUT, 2007.
3. Előtérben a betonutak, Magyar Építő Fórum, 2007. IV.
4. Beszélgetés dr. Keleti Imrével, Magyar Építő Fórum, 2007. IV.
5. II. Nemzetközi Betonút Szimpózium Budapest, 2007. IV.

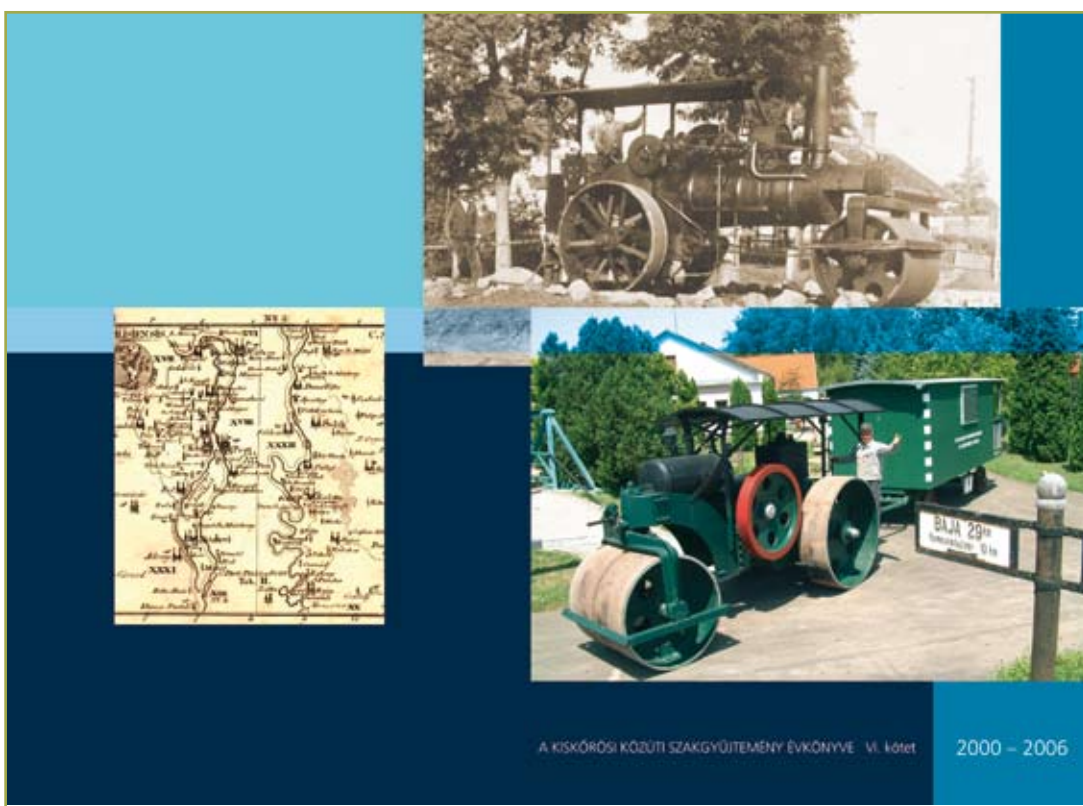
## KÖNYVISMERTETÉS - A KÖZÚTI SZAKGYŰJTEMÉNY ÉVKÖNYVE 2000-2006.

DR. GULYÁS ANDRÁS<sup>1</sup>– SZÖNYI ZSOLT<sup>2</sup>

Minden múzeum életében mérföldkövet jelent egy évkönyv megjelenése, mert ez ad számot az elmúlt időszak eseményeiről, kutatásairól, a gyűjtemény gyarapodásáról. A kiskőrösi Közúti Szakgyűjtemény – profiljában az országban egyetlenként – 1975. óta foglalkozik az útépités múltjának felderítésével és bemutatásával. A jelen kötet ugyan elsősorban az utóbbi hat év történéseit helyezi középpontba, de nem térhet ki magának a gyűjteménynek az alakulástól kezdődő, részletes megismertetése elől sem.

Az évkönyv hatodik alkalommal jelenik meg a gyűjtemény fennállása óta, mégis ez az első, mely forrásértékűen, kronologikus rendben mutatja be a szakgyűjtemény kialakulását, fejlődését, működésének állomásait. Megismerhető a gyűjtemény anyaga, a fellelhető szakmai források, - a szakmaiság megtartásával, de olvasható formában, - melyek bemutatása a szakmán kívüli érdeklődő számára is közérthető. A kötet szemléletesen tekinti át a szakgyűjtemény anyagát, a szakkönyvtárat, a térkép-tárat és a szabadtéri kiállítás tárgyait.

A kötet második felében szakmatörténeti forrástanulmányok szerepelnek. Ezek a munkák, melyek a szerzők saját kutatásain, a szakgyűjteményben fellelhető dokumentumokon, forrásokon, és más visszaemlékezéseken alapulnak, szintén forrásként tekinthetők, és szolgálhatják a magyar közutas hagyományok és technológiák, a közútkezelő és üzemeltető szervezetek megismerését. A régebbi múltat feltáró két tanulmány az útmesterképzés 100 évéről és az első közúti forgalomszámlálásokról számol be. A közelmúlt évtizedeivel foglalkozik az üzemelnökségek történetét és az Útinform fejlődését bemutató két tanulmány. A legutóbbi 15



év történéseit, eredményeit elemzi közúti szakirányítás szervezeti és funkcionális változásaival, a hazai gyorsforgalmi úthálózat fejlődésével, valamint az adatbanki adatgyűjtéssel és adathasznosítással foglalkozó három tanulmány.

A színvonalas kiállítás évkönyv, illetve a benne olvasható tanulmányok, a nagyszámú illusztráció és a szakmatörténet iránti érdeklődés várhatóan sokakat arra ösztönöz, hogy személyesen is felkeressék a Szakgyűjteményt, vagy bármely kihelyezett kiállítását, a közutas múlt relikviáinak részletesebb megismerése érdekében.

<sup>1</sup> Okl. építőmérnök, igazgató, Közúti Információs Igazgatóság Magyar Közút Kht., gulyas@kozut.hu

<sup>2</sup> szövivő, Közúti Információs Igazgatóság Magyar Közút Kht. szonyi@kozut.hu

## Kritikus témák a közlekedésben Critical Issues in Transportation

TR (Transportation Research) News 2006. 1. (betétfüzet) á:6, t:1, h:40

Az USA Közlekedési Kutatási Tanácsa (Transportation Research Board) időnként felhívja a figyelmet a közlekedés kritikus témáira, melyek hatást gyakorolnak a nemzetgazdaságra és az életminőségre. A 2006-ban kiadott összefoglaló a következő kritikus témákkal foglalkozik:

- Torlódások – minden közlekedési módban növekszik a torlódásokkal terhelt létesítmények száma, ami a személy- és teherforgalmat egyaránt érinti.
- Veszélyhelyzetek – a terrorista-fenyegetés és a természeti csapások következményeinek kezelése felkészülést igényel.
- Energia és környezet – a kőolaj termékek kitermelése csökken, fogyasztásuk növekszik. A levegőtisztaság védelme egyre nehezebben biztosítható.
- Esélyegyenlőség – az autóval nem rendelkező hátrányos helyzetűek terhei növekszenek.
- Finanszírozás – elégtelen források. Az adók már nem biztosítanak elegendő forrást a működésre, a fejlesztésre fordítható eszközök korlátozottak.
- Emberi erőforrás, intellektuális tőke – az innovációs beruházások mértéke és aránya csökken. Egyre kevesebbet fordítanak kutatás-fejlesztésre a közpénzekből.
- Infrastruktúra – a huszadik században kiépült hatalmas mennyiségű infrastruktúra elöregedése, fenntartási igényének fokozódása óriási problémát jelent.
- Intézményrendszer – a huszadik században létrehozott fejlesztési célú intézmények nem képesek megfelelni a 21. század rendszer üzemeltetési kihívásainak.
- Biztonság – az USA elvesztette vezető szerepét a közlekedésbiztonsági mutatók terén. A közutakon a halálos közlekedési balesetek csökkenésének mértéke lelassult.

A felsorolt témák összefüggnek, és csak új szemlélettel, kreatív megközelítéssel kezelhetők.

G. A.

## A rövid távú forgalom előrebecslés javítása a forgalmi körülmények információival

Enhancing Short-Term Traffic Forecasting with Traffic Condition Information

Rod E. Turochy

Journal of Transportation Engineering 2006. 6. p. 469-474. á:4 t:5 h:8

A forgalomirányító (forgalmi menedzsment) rendszerek egyik lényeges feladata a forgalmi körülmények megfigyelésével a szokatlan vagy a várttól eltérő forgalmi helyzetek jelzése és meghatározása. A forgalmi adatok archiválása a költségek csökkenésével egyre általánosabb. A valós idejű forgalmi megfigyelésekből kiindulva a forgalmi körülmények rövid távú előrebecslésére ezáltal kedvezőbb lehetőség nyílik. A korábbi forgalmi helyzeteket leíró információ felhasználása javítja a rövid távú forgalom előrebecslési eljárások pontosságát. A cikk a forgalom előrebecslés egyik legjobban tanulmányozott módszerével foglalkozik. A nemparaméteres regresszió legközelebbi szomszédokkal dolgozó változata széles körben elfogadott módszer a forgalom előrebecslésére. Az újszerű

megközelítésben nem a konkrét forgalmi jellemzőket határozzák meg a korábban gyűjtött adatokból, hanem azt vizsgálják, hogy a tényleges forgalmi körülmények mennyire térnek el a korábbi adatokból levezethető, normálisnak tekinthető forgalmi helyzettől. Az ismertetett előrebecslési módszer gyakorlati alkalmazhatóságát egy Virgínia állam délkeleti részén működő forgalomirányítási rendszer adataival vizsgálták. A normális helyzethez képest tapasztalható eltérés újabb jellemzőként való bevezetésével a vizsgált négy előrebecslési képlet közül két esetben az abszolút hibaszázalékot sikerült csökkenteni. Az abszolút hibaszázalék mérséklődéséből számítható különbség mintegy 25 jármű/óra, ami átlagos forgalmi helyzetekben nem jelentős. Torlódás kialakulásának veszélye esetén azonban ez a különbség már fontossá válik az alkalmazandó forgalmi menedzsment stratégia kiválasztása során.

G. A.

## Levegőminőség javító intézkedések hatásának értékelése: Delhi esettanulmány

Assessment of the Impact of Improvement Measures on Air Quality: Case Study of Delhi

Santosh A. Jalihal, T. S. Reddy

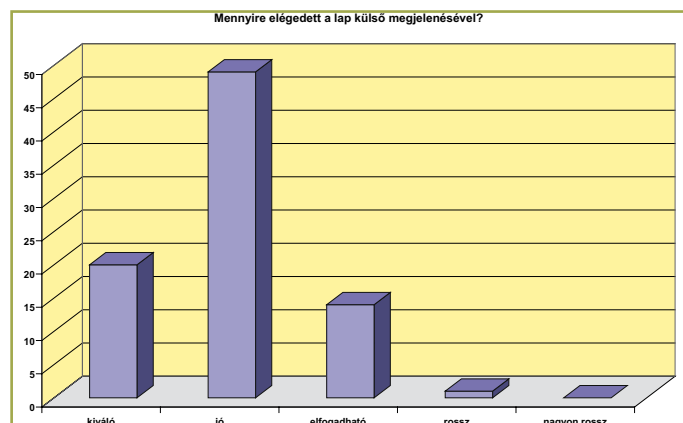
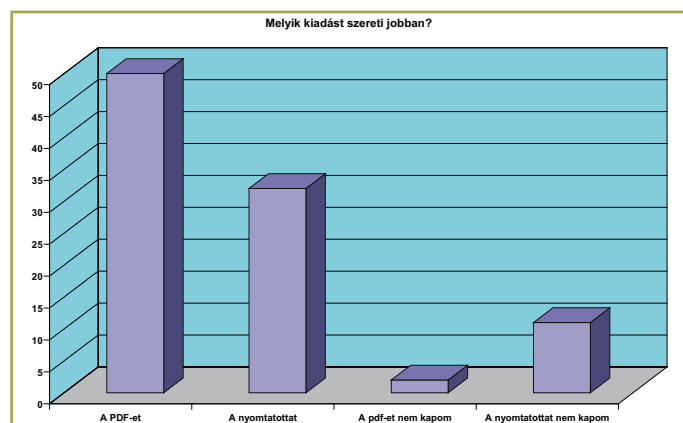
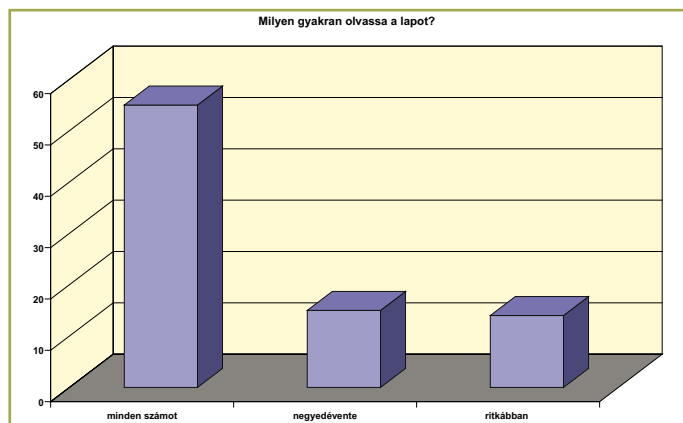
Journal of Transportation Engineering 2006. 6. p. 482-488. á:5 t:5 h:9

Jól ismert tény, hogy a közúti közlekedés levegőszennyezése függ az üzemanyag minőségétől, a motorok technológiájától, a vezetési körülményektől, a kibocsájtást szabályozó eszközöktől és az időjárási helyzettől. A közúti járművekre egyre szigorúbb szabályok vonatkoznak a levegőszennyezés mérséklése érdekében. Városi területeken a közúti forgalom az egyik legjelentősebb légszennyező forrás. Indiában ezt felismerve számos intézkedést hoztak a levegő tisztasága érdekében. Delhi városában elrendelték, hogy a közforgalmú közlekedésben részt vevő autóbuszokat és taxikat gázüzemre állítsák át. Emellett 1996 és 2002 között szigorították az emissziós határértékeket, a 15 évnél idősebb közúti tulajdonú járműveket kivonták a forgalomból és javították az üzemanyag minőségét. Az intézkedések a levegő minőségének érezhető javulását eredményezték. Egy célvizsgálatot végeztek arról, hogy a gázüzemre való áttérés mennyiben járult hozzá a levegőminőség javulásához. A különböző járműcsoportok által teljesített járműkm mennyiségekből számítható szennyező anyag kibocsájtás értékeit hasonlították össze, lépésenként figyelembe véve az egyes levegőminőség javító intézkedések hatását. Több különböző scenárió elemzésével kimutatták, hogy a javulás az intézkedések komplex hatásának köszönhető, és a gázüzemre való átállás csak kisebb mértékben járult hozzá az eredményhez. A szilárd részecskék kibocsájtásának csökkenésében például a gázüzem szerepe 11%-ra adódott, míg 89% a többi intézkedés kedvező hatása. Más szennyező anyagok (szénmonoxid, nitrogénoxidok stb.) vizsgálata hasonló arányokat mutatott. Az esettanulmány következtetései a szakemberek mellett az intézkedésekről döntéseket hozó politikusok számára is érdekesek.

G. A.

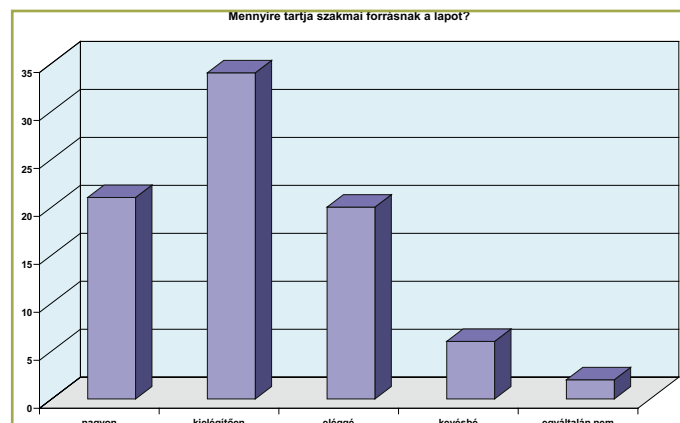
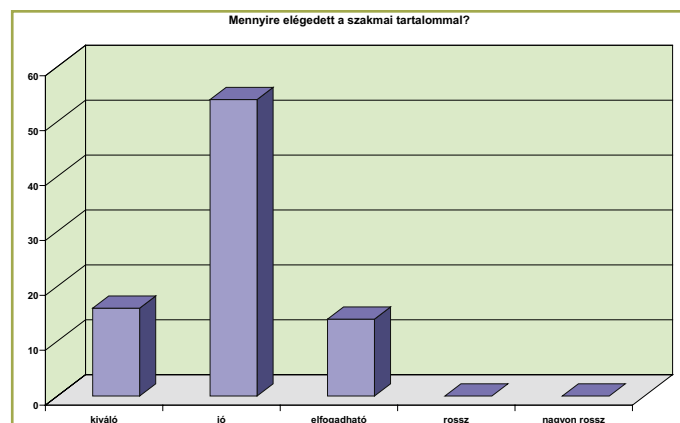
## Kedves Olvasónk!

Májusi számunkban kérdőív kitöltésére kértük Önöket. A felmérés célja az volt, hogy megismerjük véleményét megújult lapunkról, mi az, amit esetleg hiányol, más témák feldolgozását is javasolja, vagy megerősíti elképzelésünket, hogy lapunk jó úton halad szerkesztésében. Köszönjük annak a 84 olvasónknak, akik a kérdések megválaszolásával segítettek közös munkánkat. Az alábbiakban a válaszok összesítését közöljük grafikonok formájában.



## Mi az, amiben javasolna változtatást (tartalmilag és/vagy formailag)?

- Elészült munkák bemutatása
- A régebbi számokat (2006. október előttiakat) is legyenek szívesek feltenni!
- Több tartószerkezeti szakcikk, valamint tartószerkezeti eset-tanulmány.
- Archivum hiányzik...
- Társadalomtudományi szakemberként pozitív változás volt számomra a szűken vett műszaki spektrumból való kilépés.
- Szakmai, közéleti információk hazai és külföldi eseményekről is
- Hidakkal kapcsolatban több cikket várok



## Helyesbítés

A júliusi számban Wolfgang Arand cikkében közölt két ábra feliratait javítanunk kell.

3. ábra: A képlet helyesen:

$$W_{dis} = \pi \cdot \sigma \cdot \varepsilon \cdot \sin\varphi$$

$\pi$  = körszám [-]

$\sigma$  = feszültség [MPa]

$\varepsilon$  = megnyúlás [-]

$\varphi$  = fázisszög [-]

Az alsó ábra Y tengelyének helyes felirata:

$$R = N_i \cdot W_{dis,1} / W_{dis,i} [-]$$

8. ábra:

Az oszlopok felirata helyesen: Keréknyomban ...keréknyom mellett

Az ábraalírásban helyesen:  $\sigma_z$  (T) és  $\sigma_z$  (V)

Dr. Boromisza Tibor

ÁRA | 400 FT

## REVUE OF ROADS AND CIVIL ENGINEERING

HUNGARIAN MONTHLY REVUE OF ROADS  
AND CIVIL ENGINEERING  
BUDAPEST

**A SZERKESZTÉSÉRT FELELŐS:** DR. KOREN CSABA

**SZERKESZTŐSÉG:** SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM,

KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉSI ÉS TELEPÜLÉSMÉRNÖKI TANSZÉK

UNIVERSITAS-GYŐR KHT.

9026 GYŐR, EGYETEM TÉR 1.; TEL.: 96 503 452; FAX: 96 503 451;

**E-MAIL:** KOREN@SZE.HU, TOTHZS@SZE.HU

**KIADJA:** MAGYAR KÖZÚT KHT. 1024 BUDAPEST, FÉNYES ELEK U. 7–13.

**DESIGN ÉS NYOMDAI MUNKA:** INSOMNIA REKLÁMÜGYNÖKSÉG KFT.

ELŐFIZETÉSBEN TERJESZTI A MAGYAR POSTA RT. HÍRLAP ÜZLETÁGA  
1008 BUDAPEST, ORCZY TÉR 1.

ELŐFIZETHETŐ VALAMENNYI POSTÁN, KÉZBESÍTŐKNÉL,

E-MAILEN: HIRLAPELOFIZETES@POSTA.HU, FAXON: 303 3440.

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: 06 80 444 444.

MEGJELENIK HAVONTA **600** PÉLDÁNYBAN.

KÜLFÖLDÖN TERJESZTI A „KULTÚRA” KÜLKERESKEDELMI VÁLLALAT  
(BUDAPEST 62, POSTAFIÓK 149).

INDEX 25 572 ISSN 1419 0702