

**FELELŐS KIADÓ:**

Szabó Zoltán (ÁKMI)

**FELELŐS SZERKESZTŐ:**

Dr. habil. Koren Csaba

**SZERKESZTŐK:**

Csordás Csaba

Dr. Gulyás András

Dr. Lánczos Pál

Rétháti András

**LEKTORI TESTÜLET:**

Apáthy Endre

Dr. Boromisza Tibor

Csordás Mihály

Dr. habil. Farkas József

Dr. habil. Fi István

Dr. habil. Gáspár László

Hórvölgyi Lajos

Huszár János

Jaczó Győző

Dr. Keleti Imre

Dr. habil. Mecsi József

Molnár László Aurél

Pallay Tibor

Dr. Pallós Imre

Regős Szilveszter

Dr. Rósa Dezső

Dr. Schváb János

Schulek János

Dr. Szakos Pál

Dr. habil. Szalai Kálmán

Tombor Sándor

Dr. Tóth Ernő

Varga Csaba

Veress Tibor

# TARTALOM

**2**

Csordás Csaba 1943-2004

**3**

**Albert Pál – Lengyel András**

Georáccsal erősített földművek teherbírása

**9**

**Vértess Mária**

Bitumenes lemezes szigetelések követelményei és vizsgálata

**11**

**Jankó Domokos – Magyar Gábor – Csenki László – Jákli Zoltán**

Sebesség az M1 és az M7 autópályán

**21**

**Árki Sándor – Dr. Makula László**

Az útüzemeltetés és fenntartás szempontjai Baranya megyében

**30**

**Dr. Seidl Ágoston**

Injektálási technológiák hídszerkezeteken

**33**

**Szautner Csaba**

A Torinó és Milánó között épülő gyorsvasút betontechnológiája

**36**

**Dr. Lindenbach Ágnes**

„Haladjunk közösen a kibővített Európa irányába”  
„ITS in Europe 2004” kongresszus és kiállítás

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

**KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE**

Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület mérnöki tudományos havi lapja.

## **Csordás Csaba**

**1943 – 2004**

Megrendüléssel tudatjuk a szomorú tényt – hogy Csordás Csaba, az UKIG igazgatója, lapunk szerkesztője 2004. szeptember 6-án hajnalban, a kórházban meghalt. Az elmúlt hónapokban tudtunk a súlyos betegségről, aggódva reménykedtünk a felépülésben és visszatérésében.

Csordás Csaba 1943. március 27-én született Kaposváron, amelyhez egész életében kötődött. Mérnöki diplomáját 1966-ban szerezte, ezt követően a MÁV-nál és az UVATERV-nél tervező beosztásban, majd a KPM Közúti főosztályán területi főmérnöki beosztásban dolgozott 1980-ig. Ezt követően a Budapesti Közúti Igazgatóságnál illetve a Közúti Igazgatóságok Koordinációs Központjánál volt osztályvezető. Az UKIG-nál 1990-től dolgozott műszaki igazgatóhelyettesként, majd igazgatóként.

Szakmai életútjának fontosabb szakaszai a tervezői, a területi főmérnöki, a forgalomtechnikai és a műszaki irányítói időszakok, amelyeket 1966. óta az UKIG igazgatói feladatkör emelt országos közúti irányító szintre. Munkájának maradandó értékét az ismertsége és elismertsége bizonyítja. Emberi és vezetői helytállását többször tette próbára a minisztériumi irányításban és az UKIG feladatrendjében bekövetkezett néhány jelentős változás. A közutas szakma irányításának lényeges összefüggései azonban mindvégig jó kézben voltak.

Vezetői munkájának elismerését fémjelzi a Baross Gábor díj és a Magyar Köztársaság Arany érdemkereszt kitüntetése.

Lapunk szerkesztőjeként 1994 óta, egy évtizeden keresztül tevékenykedett. Nagy szerepe volt abban, hogy a Szemle folyamatosan követte a szakma időszerű eseményeit; a fejlesztési tervekről és eredményekről, a nagyobb építésekről aktuális cikkek jelentek meg.

A széleskörű szakmai és baráti ismertsége a munkájának a közege és az elismerése volt. Jelentős és maradandó eredmények jelzik a közúti irányítás szervezésében kifejtett munkásságát, továbbá sokat tett a szakember utánpótlás kinevelése terén is. Humorát, jóindulatát és határozottságát sokan ismertük, és kedveltük.

A betegségéről értesülve megdöbbenünk, aggódtunk, de reménykedtünk és el sem tudtuk képzelni az elképzelhetetlent. Halála pótolhatatlan veszteség mind a családjának és barátainak, mind az egész szakmának.

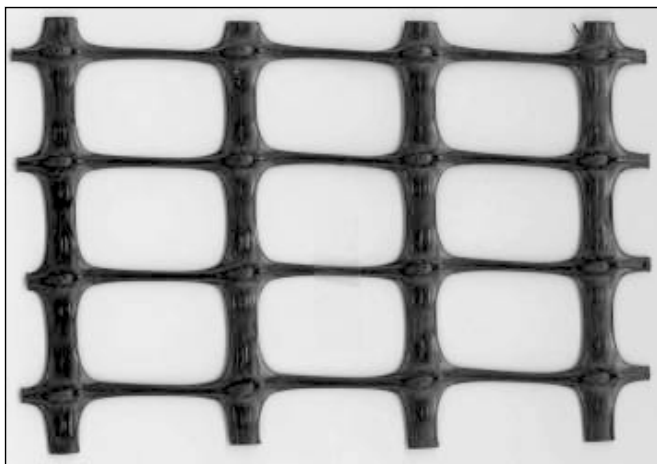
Emlékét őrizzük meg!

# Georáccsal erősített földművek teherbírása

Albert Pál<sup>1</sup> – Lengyel András<sup>2</sup>

## 1. Bevezetés

A földművek tervezésében jártas mérnök előtt a vasalt talaj fogalma [1] már nem ismeretlen, nem szorul részletes magyarázatra. A georáccsal vasalt talaj – „hasonlóan” a vasbetonhoz – anyagát tekintve elsősorban talaj, amelynek nyomószilárdsága mellett megfelelő belső súrlódása is van. A vasalást a húzóerők felvételére alkalmas georács rétegek adják, úgy, mint a vasbetonban a betonacélok. Csakhogy ezek a rétegek egy vagy két irányban teherviselő, rácsszerű, lapos erősítő szerkezeti elemek (1. ábra), melyek anyaga lehet poliamid (PA), polietilén (PE), poliészter (PES), polipropilén (PP).



1. ábra: Georács

Az így létrejött talajszerkezet, illetve földszerkezet a „vasalt talaj”. Neve a francia „terre armée” kifejezés szó szerinti fordítása. Az erősítés a georács rétegek révén mintegy kohéziót kölcsönöz a szemcsés vagy kevésbé kötött talajnak [2], ezáltal a földszerkezet nagyobb magasságú függőleges földfalban is állékony. Így módon az erősített talajból támfalak építhetők. Ezeket nevezzük *georáccsal erősített (v. vasalt) talaj-támfalaknak*.

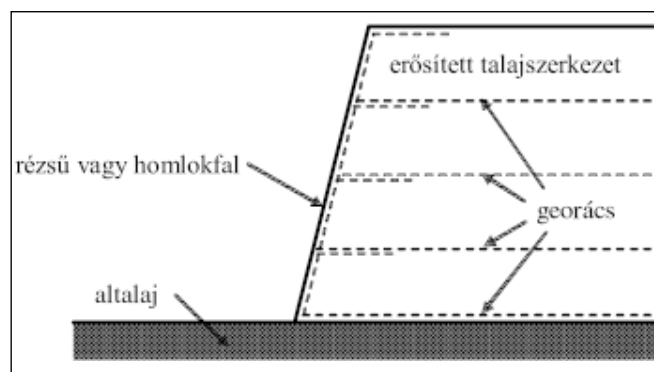
A szerkezet elődjéről (acélbetéttel vasalt talaj) és annak statikai elméleti alapjairól itthon – külföldi tapasztalatai alapján – legelőször dr. Kézdi Árpád, a Budapesti Műszaki Egyetem Geotechnikai Tanszékének akkori vezetője 1966-ban számolt be [3]. Az akkor új szerkezet 1974–75-ben bekerült a szakmérnöki képzés tananyagába. Az Építéstudományi Intézet 1974-től bekapcsolódott a vasalt talaj-támfal kutatási munkáiba. A témához a szaktársadalom is hozzászólt cikkek, könyvek formájában [4–7]. A méretezéshez kapcsolódóan 1977-ben megszületett az első egyetemi doktori értekezés is [2]. Az 1980-as évek közepére

számos új szerkezeti kialakítás és tervezési segédlet készült el [8, 9], melyek alapján több műtárgy is épült. Az 1990-es években a már addig összegyűlt tervezési és kivitelezési tapasztalatokat és hibákat tárgyalták a megjelent publikációk [10, 11].

Az 1990-es évek közepétől új építőanyag, a műanyag kezdte meg térhódítását a mélyépítésben. A vasalt talaj-támfalakban a geoműanyagok (geotextíliák, georácsok) fokozatosan kiszorították az acélbetéteket. A hazai mérnöki gyakorlat érdeklődését a hagyományos vasbeton súly- és szögtámfalakkal, valamint az acélbetétszalagokkal kialakított vasalt talaj-támfalakkal szembeni viszonylagos olcsósága és egyszerű kivitelezhetősége keltette fel. Magyar nyelven az első georácsos méretezési eljárás 1997-ben jelent meg [12].

## 2. Földművek szerkezeti kialakítása

A georáccsal erősített talajtámfal szerkezetét a 2. ábra mutatja be. A felszerkezet fogadására előkészített al-talajra lefektetik a legalsó georácsréteget, majd erre terítik szét a készülő töltés anyagát. A megközelítőleg 25-30 cm vastagon terített rétegeket külön-külön tömörítik. A georácsrétegeket egymástól általában 50-100 cm távolságra helyezik el a teherbírási követelményeknek megfelelően, hosszukat az állékony földfalban való lehorgonyzás határozza meg. A kívánt georács-távolság elérésekor a georácsot a homlokfelület kialakítását segítő elemre fordítják, majd visszahajtják a töltéstestbe. Ezzel biztosítható a homlokfelület alakja. A georáccsal rétegenként erősített földfal homlokfelületét füvesíthető rézsű vagy vékony keresztmetszetű homlokfal határolja. Ezekkel esztétikus a fal megjelenése, és nemritkán az erősítő georácsok térbeli helyzetének rögzítésére is szolgálnak.



2. ábra: A földmű kialakítása

## 3. A rugalmas viselkedés modellezése

A talajból és georácsból összeállított rendszer erőjtéka az egyes alkotóelemek jellemzőinek speciális kombinációjaként adódik. Tekintsük át a talaj és a georács legfontosabb jellemzőit külön-külön.

<sup>1</sup> Geotechnikai Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

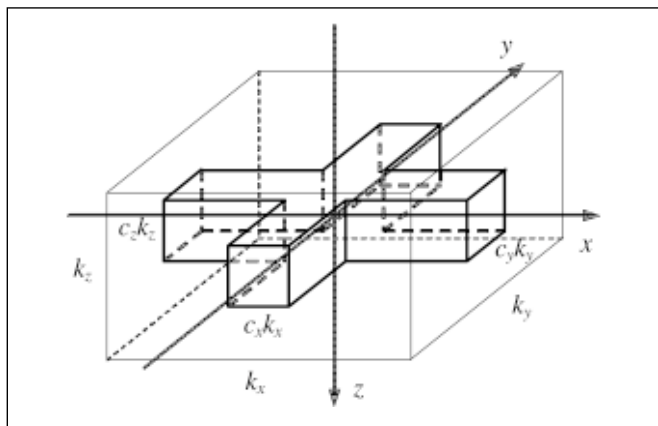
<sup>2</sup> Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A vizsgált szerkezetek esetén a talaj jellemzően szemcsés halmaz, de figyelembe vesszünk kohézióval rendelkező talajtípusokat is. A terheket nyomással és nyírással viseli, húzószilárdsága nincs. A nyomási merevséget az  $E_s$  összenyomódási modulus jelenti, a nyírási tulajdonságokat pedig a  $G$  nyírási rugalmassági modulus képviseli.

A georács anyaga lineárisan rugalmas anyagmodellel jellemezhető műanyag. (Feltételezzük, hogy a tervezésnek nem célja a geoműanyag képlékeny teherbírásra méretezése.) Ennek megfelelően az anyag rugalmassági modulusa adja a húzási merevséget. Ugyanakkor az önmagában álló georács nem képes jelentős nyomóerőket viselni a rács-szakaszok rugalmas kihajlása miatt. A rács síkjára merőleges irányú nyírás hatására a nyírási síkra merőleges rács-szakaszok bizonyos mértékű ellenállást fejtenek ki. A rács síkjában létrejövő nyírás hatására valamennyi rács-szakasz igénybe van véve.

A komplex talajszerkezet anyagjellemzőinek meghatározásakor a következő feltételezésekkel élünk. A talaj tömörített, a szemcsék illeszkednek a georács hézagaiba, ezért az együttléteződés megvalósul. A rács-szakaszokat a talaj megtámasztja, rugalmas stabilitásvesztés nem jöhet létre. A rácsot szabályos, négyzetes alakú szakaszokból állónak tekintjük. Végül feltételezzük, hogy a georácsot megfelelően sűrűn helyezzük el ahhoz, hogy elegendő legyen egyetlen, kis méretű reprezentatív elemet megalkotni a numerikus számításokhoz.

A szerkezet térfogatának reprezentatív elemét úgy vesszük fel, hogy tartalmazza a georács jellemző szakaszát. A téglatest alakú elem vízszintes kiterjedése  $(x, y)$  megegyezik a rács osztásközével, a függőleges kiterjedés pedig az egyes rács-síkok távolságával. A rács csomópontjai legyenek az elemek középpontjában (3. ábra). A rács relatív méreteit a  $c_x$ ,  $c_y$  és  $c_z$  mennyiségekkel adhatjuk meg a 3. ábra szerint ( $0 < c_x, c_y, c_z < 1$ ) a talajelem méreteihez viszonyítva, amelyeket pedig  $k_x$ ,  $k_y$ ,  $k_z$  mennyiségekkel jelölünk.



3. ábra: Georáccsal erősített talajelem

Jelöljük a rács rugalmassági modulusát  $E$ -vel, és vezessük be az  $n_E = E / E_s$  arányszámot. Ekkor az egyes irányokban a talaj összenyomódási modulusát módosítani kell a georács keresztmetszeti területének megfelelően. Adott irány esetén csak az azzal párhuzamos szálakat vesszük figyelembe, és elhanyagol-

juk az arra merőleges szálakat, melyek hatása csekély az adott irányhoz képest. Tehát az  $x$  irány esetén csak az  $x$  irányú szálakat vesszük figyelembe, mely végighalad a teljes elemen, de elhanyagoljuk az  $y$  irányú szálakat. Hasonló a helyzet  $y$  irányban is.  $z$  irányban viszont mindkét szál csekély mértékben módosítja az elem tulajdonságait, ezért mindkettőt elhanyagoljuk. A három tengely szerinti rugalmassági modulus tehát a következőképpen írható le:

$$\begin{aligned} E_x &= E_s (1 + (n_E - 1) c_y c_z), & E_y &= E_s (1 + (n_E - 1) c_x c_z), \\ E_z &= E_s \end{aligned} \quad (1)$$

A főirányok közötti kapcsolatot a  $-v/E_s$  kifejezéssel vesszük figyelembe, ahol  $v$  a talaj Poisson-tényezője.

A nyírási jellemzők meghatározásakor hasonlóan járunk el. A rács nyírási rugalmassági modulusát jelöljük  $G$ -vel, a talajét  $G_s$ -sel, és vezessük be az  $n_G = G / G_s$  arányszámot. Vizsgáljuk meg azokat az eseteket, amikor nyírási alakváltozások és nyírófeszültségek a három koordinátasíkjában jönnek létre. Mindhárom esetben az adott síkbeli nyírásnál a rács síkba eső szálait vesszük figyelembe, tehát az  $(x, y)$  sík esetén  $x$ -t és  $y$ -t, az  $(x, z)$  sík esetén  $x$ -t és az  $(y, z)$  sík esetén  $y$ -t:

$$\begin{aligned} G_{xy} &= G_s (1 + (n_G - 1) c_x c_z + (n_G - 1) c_y c_z), \\ G_{xz} &= G_s (1 + (n_G - 1) c_y c_z), \\ G_{yz} &= G_s (1 + (n_G - 1) c_x c_z) \end{aligned} \quad (2)$$

Az anyagtörvény tehát a következőképpen írható fel:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/E_x & -v/E_s & -v/E_s & 0 & 0 & 0 \\ -v/E_s & 1/E_y & -v/E_s & 0 & 0 & 0 \\ -v/E_s & -v/E_s & 1/E_z & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/G_{xy} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{xz} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{yz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \tau_{xy} \\ \tau_{xz} \\ \tau_{yz} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Ez az anyagmodell addig érvényes, amíg a talajban húzófeszültségek nem jönnek létre és a talaj nem megy tönkre. A talajtörés után a georács további húzószilárdságot biztosít, mely többlet-teherbírást jelent a szerkezet számára.

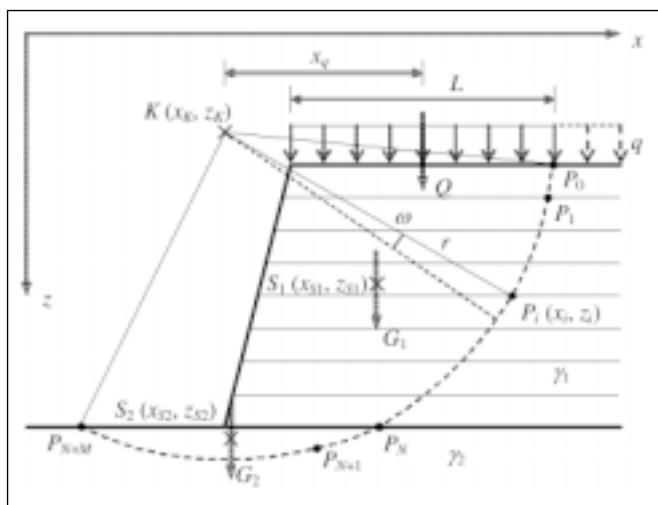
#### 4. Teherbírás

Ebben a szakaszban a georáccsal erősített talajszerkezet teherbírását és elmozdulását, illetve a georács igénybevételeit számítjuk ki a talajtörés utáni állapotban. Az erősítés nélküli talaj tönkremenetelét a geotechnika jól ismert módszereivel határozzuk meg, amely során felvesszük a csúszólapot a szerkezet geometriája és a talajjellemzők alapján.

Számításaink célja, hogy meghatározzuk az erőket és az elmozdulásokat abban az egyensúlyi helyzetben, amelyet a csúszólap mentén elmozduló talajtest foglal el a talajtörés után. A számítás során feltételezzük, hogy a georács rugalmas állapotban marad, és teherbírása nem merül ki hamarabb, mint a talajé. Amennyiben az alkalmazandó georács meghatározása a feladat, a számítás méretezésre is használható.

A csúszólap mentén az érintkező felületek között adott esetben súrlódási erő és kohézió működhet. Ezeket az ellenállást növelő tényezőket a tervező adott körülmények között figyelembe veheti vagy elhanyagolhatja.

Vizsgáljuk először azt az esetet, amikor a súrlódást és a kohéziót elhanyagoljuk. Egy jellemző keresztmetszet geometriáját a 4. ábra mutatja. Válasszunk egy alkalmas  $(x, z)$  koordináta-rendszert, amelyben a jellemző pontok megadhatók. Az elmozduló talajtömeget egyenes vonalak és a csúszólap határolja. A csúszólap a talajt a  $P_i(x_i, z_i)$  ( $i = 0, \dots, N+M$ ) pontokban metszi, ahol  $P_0, \dots, P_N$  az épített szerkezet pontjai,  $P_{N+1}, \dots, P_{N+M}$  pedig az eredeti altalajé. Ez utóbbi segédpontokat a későbbi számítások számára vesszük fel. A  $P_1, \dots, P_N$  pontokat a georácsok síkjában jelöljük ki.



4. ábra: Egy jellemző keresztmetszet geometriája

Az eredeti talajfelszín az elmozduló talajtestet két síkidomra osztja. Jelölje a két talajsíkidom területét  $A_1$  és  $A_2$ , súlypontját  $S_1(x_{S1}, z_{S1})$  és  $S_2(x_{S2}, z_{S2})$ , a talaj térfogatsúlyát pedig  $\gamma_1$  és  $\gamma_2$ . A gyakorlati számítások egyszerűsítése érdekében helyettesítsük a két síkidomot két sokszöggel, melyet a fent definiált sarokpontok határoznak meg. Így a terület és a súlypont számítására használhatjuk az

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (x_i z_{i+1} - x_{i+1} z_i) \quad (4)$$

$$x_s = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^N (x_i z_{i+1} - x_{i+1} z_i) (x_i + x_{i+1}) \quad (5)$$

$$z_s = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^N (x_i z_{i+1} - x_{i+1} z_i) (z_i + z_{i+1}) \quad (6)$$

képleteket, ahol  $(x_i, z_i)$  egy általános  $N$ -csúcsú ( $Q$ ) sokszög csúcsai.

Vegyük a szerkezet  $w$  vastagságú szeletét a keresztmetszet síkjára merőlegesen, melyet a georács adott osztásköze határoz meg.

Írjuk fel a szerkezet teljes potenciális energiáját! A szerkezet önsúlyát két koncentrált erő képviseli: a  $G_1 = A_1 w \gamma_1$  erő a felszerkezet  $S_1$  súlypontjában, valamint a  $G_2 = A_2 w \gamma_2$  erő az altalaj  $S_2$  súlypontjában. A szerkezet tetején működő  $q$  megoszló teher eredője a

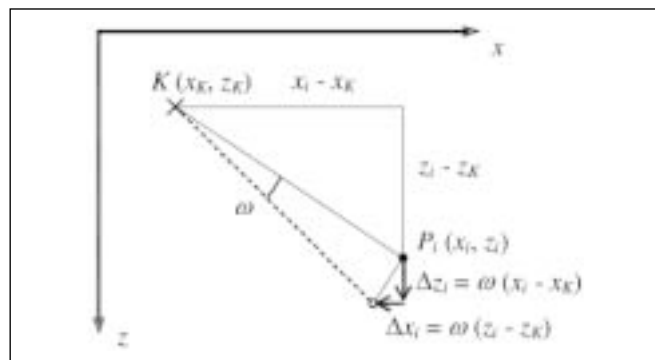
$Q = qLw$  erő, mely az  $x_q$  helyen hat. A talajtömeg egy képzeletbeli pillanatnyi forgásközéppont körül fordul el. Tökéletes körcsúszólap esetén a körív középpontja pontosan számolható. Egyéb görbe esetén a középpont közelítőleg felvehető, például a görbe két végpontjához tartozó görbületi sugár egyenesének metszéspontjaként:  $K(x_K, z_K)$ . Az elfordulási szöveget jelöljük  $\omega$ -val.

A talajtest  $\omega$  szögű elfordulásának hatására a külső potenciális energia (az eredeti helyzetet tekintve nullszintnek):

$$\Pi_k = -\Delta z_{G1} G_1 - \Delta z_{G2} G_2 - \Delta z_Q Q = -\omega(x_{S1} - x_K) G_1 - \omega(x_{S2} - x_K) G_2 - \omega(x_q - x_K) \quad (7)$$

Az elfordulás következtében a georácsok alakváltozásokat szenvednek. A  $P_i$  pontban létrejövő relatív elmozdulás három komponenssel adható meg: a két koordinátatengely irányú eltolódással és egy elfordulással (5. ábra):

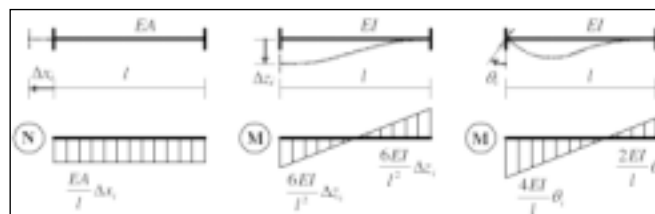
$$\Delta x_i = \omega(z_i - z_K), \quad \Delta z_i = \omega(x_i - x_K), \quad \theta_i = \omega, \quad i = 1, \dots, N. \quad (8)$$



5. ábra: Relatív elmozdulások

Az igénybevételek számításához a következő feltevételezt tesszük: a georács csúszólapához közel eső szakaszán a talajjal való kapcsolat megszűnik, a távolabbi szakaszok pedig továbbra is befogottnak tekinthetők. Tehát a georács statikai modellje egy  $l$  hosszúságú rugalmas rúd, mely mindkét végén a talajba befogott. Az  $l$  hosszat gyakorlati megfontolások alapján veheti fel a tervező. A rúd két vége között megadott (8) relatív elmozdulások jönnek létre, melyek húzó-nyomó és hajlító igénybevételeket eredményeznek. A húzó-, illetve hajlítómerevséget jelölje  $EA$ , illetve  $EI$ . Az igénybevételeket a 6. ábra foglalja össze. Az  $i$ . rúdban létrejövő alakváltozási energia a következőképpen írható le:

$$U_{\Delta x_i} = \frac{EA}{2l} \Delta x_i^2, \quad U_{\Delta z_i} = \frac{6EI}{l^3} \Delta z_i^2, \quad U_{\theta_i} = \frac{2EI}{l} \theta_i^2 \quad (9)$$



6. ábra: Elemi elmozdulások

A (8) kifejezéseket behelyettesítve és az összegzést elvégezve a belső potenciális energia:

$$\Pi_b = \sum_{i=1}^N \left( \frac{EA}{2l} (z_i - z_K)^2 + \frac{6EI}{l^3} (x_i - x_K)^2 + \frac{2EI}{l} \right) \omega^2 \quad (10)$$

A szerkezet teljes potenciális energiája  $\Pi = \Pi_k + \Pi_b$ . A potenciális energia stacionaritásának tétele alapján a  $\partial \Pi / \partial \omega = 0$  feltétel szolgáltatja az egyensúlyi helyzetet. Az egyensúlyi egyenlet:

$$-G_1(x_{S1} - x_K) - G_2(x_{S2} - x_K) - Q(x_q - x_K) + \dots + \sum_{i=1}^N \left( \frac{EA}{l} (z_i - z_K)^2 + \frac{12EI}{l^3} (x_i - x_K)^2 + \frac{4EI}{l} \right) \omega = 0 \quad (11)$$

A keresett elfordulási szög:

$$\omega = \frac{G_1(x_{S1} - x_K) + G_2(x_{S2} - x_K) + Q(x_q - x_K)}{\sum_{i=1}^N \left( \frac{EA}{l} (z_i - z_K)^2 + \frac{12EI}{l^3} (x_i - x_K)^2 + \frac{4EI}{l} \right)} \quad (12)$$

A rudak alakváltozásai a (8) kifejezésekkel számíthatók, majd az egyes igénybevételek is felírhatók:

$$N_{xi} = \frac{EA}{l} \Delta x_i, \quad M_{zi} = \frac{6EI}{l^2} \Delta z_i, \quad M_{\theta i} = \frac{4EI}{l} \theta_i \quad (13)$$

A rúd keresztmetszetében ébredő legnagyobb húzófeszültség:

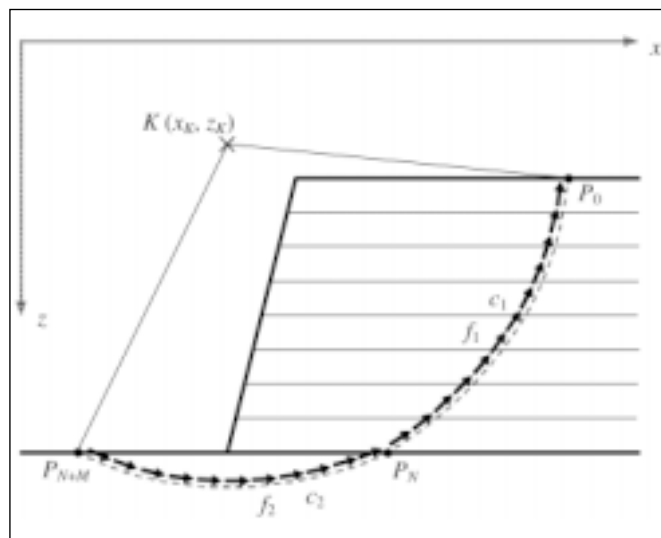
$$\sigma_{\max, i} = \frac{E}{l} \Delta x_i + \frac{6E}{l^2} \Delta z_i \frac{h}{2} + \frac{4E}{l} \theta_i \frac{h}{2} \quad (14)$$

ahol  $h$  jelöli a georács keresztmetszetének a magasságát.

A szerkezet ellenőrzése során a (14) képlettel számított maximális feszültségeket összehasonlítjuk a megengedett húzószilárdsággal, valamennyi rácsra külön-külön. Ha a teherbírás meghatározása a cél, a (8) összefüggéseket behelyettesítve (14)-be az elfordulás és a feszültségek között formális összefüggést kapunk. A megengedett feszültséget (szakítószilárdságot) alapul véve meghatározható a maximális engedett elfordulás georács-síkonként, melyek közül a legkisebb a mértékadó. Ebből az értékből (12) alapján kiszámítható a  $Q$  törőteher.

A csúszólappal mentén az elmozduló talajtestre megoszló nyomóerő hat a felületre merőlegesen a pillanatnyi forgásközéppont felé mutatva. Ez az erő átmegy a  $K$  ponton, tehát nem szerepel a  $K$  pontra felírt nyomatéki egyenletben, melyet a (11) egyensúlyi egyenlet fejez ki. Ha egyenletes eloszlást feltételezünk kör csúszólappal, akkor az  $N$  nyomóerő az ívhossz középpontjában hat a vízszinteshez  $\xi$  szöggel:  $N = (G_1 + G_2 + Q) \sin \xi$ . A nyomóerő fajlagos értéke  $n = N/(wS)$  az  $S$  ívhosszon, a súrlódási erő fajlagos értéke pedig a talaj  $\phi$  belső súrlódási szögének ismeretében az  $f = n \tan \phi$  képlettel számolható.

Ha azonban a csúszólapon létrejövő súrlódást és a kohéziót is figyelembe vesszük, akkor a csúszólappal párhuzamos megoszló erőrendszer jelenik meg, mely módosítja az előző kifejezéseket (7. ábra). A  $f$  súrló-



7. ábra: A súrlódás és a kohézió figyelembevétele

dási feszültség vektorának ( $f$ ) és a  $c$  kohézió vektorának ( $c$ ) az irányát a csúszólapp érintője adja, vagyis a  $\tau$  nyírófeszültség a

$$\tau(s) = f + c = (f + c) r'(s) \quad (15)$$

alakban írható le, ahol  $r$  a csúszólapp pontjaihoz a  $K$  pontból húzott vektor, az  $s$  változó a csúszólapp ívhosszát méri a  $P_0$  és  $P_{N+M}$  pontok között, a vessző pedig az ívhossz szerinti deriválást jelöli (7. ábra). Ennek megfelelően tehát a  $\tau$  súrlódási feszültség által kifejtett nyomaték vektora

$$\begin{aligned} M_\tau &= \int_{P_0}^{P_{N+M}} r(s) \times \tau(s) w ds = \\ &= (f_1 + c_1) w \int_{P_0}^{P_N} r(s) \times r'(s) ds + (f_2 + c_2) w \int_{P_N}^{P_{N+M}} r(s) \times r'(s) ds \end{aligned} \quad (16)$$

melynek abszolút értékét hozzá kell adni a (11) egyenlet bal oldalához. A (16) egyenletben  $f_1$  és  $f_2$ , illetve  $c_1$  és  $c_2$  a két talajra jellemző súrlódást, illetve kohéziót jelöli.

Sokszöggel való közelítés esetén a (16) kifejezésben szereplő két integrál egyenes szakaszokra vonatkozó integrálok összegének felel meg, melyek a  $P_i$  pontok koordinátaival adhatók meg:

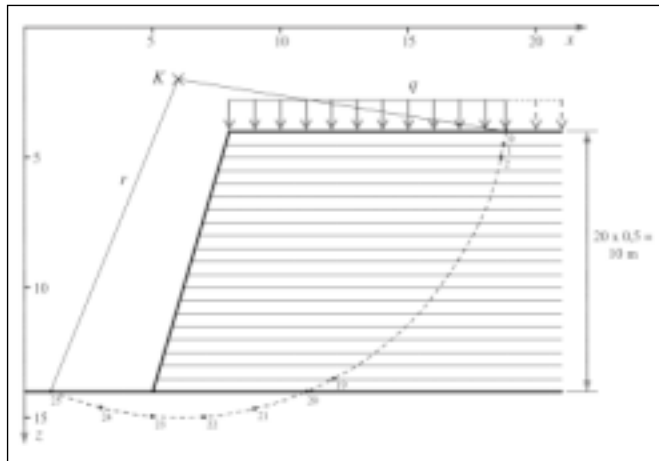
$$\begin{aligned} M_\tau &= (f_1 + c_1) w \sum_{i=0}^{N-1} [(x_i - x_K)(z_{i+1} - z_i) - (z_i - z_K)(x_{i+1} - x_i)] + \\ &\dots + (f_2 + c_2) w \sum_{i=N}^{N+M-1} [(x_i - x_K)(z_{i+1} - z_i) - (z_i - z_K)(x_{i+1} - x_i)] \end{aligned} \quad (17)$$

Az elfordulási szög a (12) egyenlet módosításával:

$$\omega = \frac{G_1(x_{S1} - x_K) + G_2(x_{S2} - x_K) + Q(x_q - x_K) - M_\tau}{\sum_{i=1}^N \left( \frac{EA}{l} (z_i - z_K)^2 + \frac{12EI}{l^3} (x_i - x_K)^2 + \frac{4EI}{l} \right)} \quad (18)$$

Ezután az igénybevételek, a feszültségek és a teherbírás számítása az előbbiekhöz hasonlóan végezhető el.

A számítási eljárást példával szemléltetjük. Az erősített földmű geometriáját a 8. ábra mutatja. Az altalaj közepes agyag ( $\phi_2 = 12^\circ$ ,  $c_2 = 20 \text{ kN/m}^2$ ,  $\gamma_2 = 16 \text{ kN/m}^3$ ), melyre 10 méter magas földmű épül közepes és durva homokból ( $\phi_1 = 32^\circ$ ,  $c_1 = 0$ ,  $\gamma_1 = 19 \text{ kN/m}^3$ ). A térszínen  $q = 40 \text{ kN/m}^2$  megoszló teher működik. Félméterenként helyezük el a georácsokat, melyek PP anyagú,  $w = 3 \text{ cm}$  osztásközű négyzetrácsok. Egy georács-szál keresztmetszeti területe  $A = 6 \text{ mm}^2$ , inerciája  $I = 2 \text{ mm}^4$ , rugalmassági modulusa  $E = 1 \text{ GPa}$ .



8. ábra: Példa

Számításainkhoz a csúszólapot adottnak tekintjük, melyet most körívnek veszünk fel,  $K(6; 2)$  középponttal és  $R = 13 \text{ m}$  sugárral. A csúszólap jellemző pontjainak a koordinátáit az 1. táblázat mutatja. Az alkalmazott georácsból síkonként 5 réteget építünk be. A súrlódás és a kohézió figyelembevételével, illetve figyelembevételével a talajtest elfordulására  $\omega = 0,1292^\circ$ , illetve  $\omega = 0,0159^\circ$  adódik. A két esetben a georácsokban keletkező feszültségek értékét a táblázat  $\sigma_i$  és  $\sigma_i^*$  oszlopa tartalmazza. A feszültség három elmozduláskomponensből származó százalékos megoszlását mutatja a következő három oszlop.

Megfigyelhetjük, hogy a feszültségek legnagyobb-részt (86,6%-98,7%) a rács nyúlásából, kisebb részt (1,2%-13,3%) a rácsra merőleges eltolódásból és elhanyagolható mértékben az elfordulásból származnak. A feszültségek magasság menti eloszlása nagy eltéréseket mutat (32MPa-137MPa), lefele haladva nő. A hatékony anyagfelhasználás érdekében az alsó rétegek erősítése célszerű. Egy számítássorozattal igazoltuk, hogy az alsó rétegek erősítése a feszültségeket jelentősen csökkenti, ugyanilyen mértékű változtatás azonban a felső rétegeknél csekély eredménnyel jár. Kimutatható továbbá, hogy a georács rugalmassági modulusa az alakváltozásokat közvetlenül befolyásolja, de a feszültségeket nem.

## 6. Összefoglalás

A geoműanyagok jelentősége egyre nagyobb a geotechnikában. Földművek erősítésére gyakran használnak különféle anyagú georácsokat, melyek a talajtesttel

| $P_i$ | x<br>(m) | z<br>(m) | $\sigma_i$<br>(MPa) | $\sigma_i^*$<br>(MPa) | $\sigma_{i,\Delta x}$<br>(%) | $\sigma_{i,\Delta z}$<br>(%) | $s_{i,\theta}$<br>(%) |
|-------|----------|----------|---------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 0     | 18,845   | 4,000    |                     |                       |                              |                              |                       |
| 1     | 18,757   | 4,500    | 32,54               | 4,00                  | 86,60                        | 13,26                        | 0,14                  |
| 2     | 18,649   | 5,000    | 38,14               | 4,69                  | 88,67                        | 11,22                        | 0,12                  |
| 3     | 18,520   | 5,500    | 43,73               | 5,37                  | 90,22                        | 9,68                         | 0,10                  |
| 4     | 18,369   | 6,000    | 49,32               | 6,06                  | 91,43                        | 8,48                         | 0,09                  |
| 5     | 18,196   | 6,500    | 54,89               | 6,74                  | 92,40                        | 7,51                         | 0,08                  |
| 6     | 18,000   | 7,000    | 60,46               | 7,43                  | 93,21                        | 6,71                         | 0,07                  |
| 7     | 17,779   | 7,500    | 66,02               | 8,11                  | 93,90                        | 6,03                         | 0,07                  |
| 8     | 17,533   | 8,000    | 71,58               | 8,79                  | 94,49                        | 5,45                         | 0,06                  |
| 9     | 17,258   | 8,500    | 77,12               | 9,47                  | 95,00                        | 4,94                         | 0,06                  |
| 10    | 16,954   | 9,000    | 82,65               | 10,15                 | 95,46                        | 4,48                         | 0,05                  |
| 11    | 16,618   | 9,500    | 88,17               | 10,83                 | 95,88                        | 4,07                         | 0,05                  |
| 12    | 16,247   | 10,000   | 93,68               | 11,51                 | 96,25                        | 3,70                         | 0,05                  |
| 13    | 15,836   | 10,500   | 99,18               | 12,18                 | 96,60                        | 3,35                         | 0,05                  |
| 14    | 15,381   | 11,000   | 104,66              | 12,86                 | 96,93                        | 3,03                         | 0,04                  |
| 15    | 14,874   | 11,500   | 110,13              | 13,53                 | 97,23                        | 2,72                         | 0,04                  |
| 16    | 14,307   | 12,000   | 115,57              | 14,20                 | 97,53                        | 2,43                         | 0,04                  |
| 17    | 13,665   | 12,500   | 120,99              | 14,86                 | 97,82                        | 2,14                         | 0,04                  |
| 18    | 12,928   | 13,000   | 126,38              | 15,53                 | 98,11                        | 1,85                         | 0,04                  |
| 19    | 12,062   | 13,500   | 131,72              | 16,18                 | 98,41                        | 1,56                         | 0,03                  |
| 20    | 11,000   | 14,000   | 137,00              | 16,83                 | 98,73                        | 1,23                         | 0,03                  |
| 21    | 9,000    | 14,649   |                     |                       |                              |                              |                       |
| 22    | 7,000    | 14,961   |                     |                       |                              |                              |                       |
| 23    | 5,000    | 14,961   |                     |                       |                              |                              |                       |
| 24    | 3,000    | 14,649   |                     |                       |                              |                              |                       |
| 25    | 1,000    | 14,000   |                     |                       |                              |                              |                       |

együttműködve növelik a szerkezet teherbírását. Ebben a tanulmányban először egy háromdimenziós ortotrop anyagmodellt mutatunk a georáccsal erősített talajtest rugalmas viselkedésének numerikus (véges-elemes) számítására. A georácsok hatására a földműnek a talajtörés utáni állapotában is van teherbírása. Ennek részletes vizsgálatát végeztük el a szerkezet teljes potenciális energiájának felírásával. Az eljárás meghatározza az egyensúlyi alakváltozási és feszültségállapotot adott teher esetén, vagy adott esetben a tönkremenetelhez tartozó törőterhet. A talaj kohéziója és a csúszólapon kialakuló súrlódás is figyelembe vehető a számítás során. Egy számítási példán keresztül néhány fontos jelenséget illusztráltunk. (1) A teherviselés elsősorban a georács nyúlásával, másodsorban (de nem elhanyagolható mértékben) hajlítással történik. Ezért a georács szilárdságának a jellemzésére nem a húzáshoz tartozó 1 folyóméterre vonatkozó szakítóerő a legcélszerűbb, hanem a műanyag maximális megengedett feszültsége. (2) A georácsokban ébredő feszültségek az alsó rétegek felé haladva nőnek jelentős különbséget mutatva a szélső értékek között. Az alsó rétegek megerősítése biztosítja leghatékonyabban a feszültségek csökkentését. A rács rugalmassági modulusa ugyanakkor nem befolyásolja lényegesen a feszültségeket. (3) A talaj belső súrlódási szögéből és a kohézióból származó, a csúszólapon működő ellenállás jelentősen befolyásolhatja a szerkezet viselkedését. Ezért e tényezők figyelembevételének bizonytalansága nagy körültekintést kíván meg a tervezőtől.

## Irodalom

- [1] Vidal, H., *La terre armée*. AITBTP. 1966.
- [2] Szalatnay, I.: *Vasalt talajtámfalak és erőtan vizsgálatuk*. Egyetemi doktori értekezés, BME, 1977.
- [3] Kézdi, Á.: Egy újfajta földmegtámasztásról. *Mélyépítéstudományi Szemle*. **16** (12) p. 565–566, 1966.
- [4] Petrik, P. M.: Vasbetétekkel ellátott talajhoz horgonyzott támfalak. *Mélyépítéstudományi Szemle*. **27** (7) p. 321–328, 1977.
- [5] Scharle, P., Szalatnay, I.: Vasalt talajtámfalak alkalmazása és erőtan. *Mélyépítéstudományi Szemle*. **27** (7) p. 329–335, 1977.
- [6] Pálóssy, L., Scharle, P., Szalatnay, I.: *Földtámfalak*. Műszaki Könyvkiadó, 1985.
- [7] Kovácsné, F., Balázs, B., Kovácsné, T., Támfalak és partfalak. *Akadémiai Kiadó*, 1985.
- [8] Scharle, P., Szalatnay, I., Vas, J.: Rétegelt erő-sített talajszerkezetek méretezése. Tanulmány, *Építéstudományi Intézet*. Budapest, 1983.
- [9] Szalatnay, I.: Kísérleti vizsgálat a talaj és erősítés kölcsönhatásának paraméteres jellemzésére. *Építéstudományi Intézet*. Budapest, 1983.
- [10] Kistelki, A., Marczal, L.: A vasalt talaj-támfalak hazai fejlődése. *Közlekedésépítés- és Mélyépítéstudományi Szemle*. **45** (9) p. 329–335, 1995.
- [11] Kistelki, A., Marczal, L.: A vasalt talaj-támfalak tervezési és építési tapasztalatai. *Közlekedésépítés- és Mélyépítéstudományi Szemle*. **45** (12) p. 477–485, 1995.
- [12] Biczók, E.: Georácsos töltéserősítés méretezése. *Közúti Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle*. **47** (6) p. 260–265, 1997.

## Summary

### Load-bearing Capacity of Geogrid Reinforced Soil Structures

In this study we present a three-dimensional orthotropic material model for linear numerical (FEM) computation of the earthworks reinforced by geosynthetics. After the failure of the soil, the earthwork does not lose its load bearing capacity due to the embedded geogrid. We conducted a detailed analysis of this phenomenon with the aid of the total potential energy of the complex structure. The method determines the final deformation and stress state for a given load, or alternatively, the force corresponding to the failure of the structure. The cohesion of the soil and the friction on the slip surface can be taken into consideration in the analysis.

# Bitumenes lemezes szigetelések követelményei és vizsgálata<sup>1</sup>

Vértes Mária<sup>2</sup>

## 1. A szigetelés funkciója, élettartama

A közúti hidak vasbeton és acél pályalemezeit meg kell védenünk a csapadékvíztől, a savas esőtől, a sós létől, amely a hengerelt aszfalt rétegek 7 V% szabad-hézagain keresztül, valamint a szegélyek csatlakozásánál, a repedéseknél, a munka-hézagoknál a tömítetlen réseken keresztül jut be a szerkezetbe. Ezt a védelmet szigetelési rendszer építésével tudjuk biztosítani.

A szigetelési rendszert minimum húsz éves élettartamra tervezzük, tehát legalább egy kopóréteg cserét el kell viselnie.

## 2. Jogi és műszaki szabályozás

### 2.1.

Intézkedések a vasbeton pályalemezeken szigetelés alkalmazásáról, betervezéséről:

- Az 1910-ben kiadott első Hídszabályzatunk a 7. § (71.) bekezdésében írta elő a vasbetétes beton hidak pályalemezeinek forró bitumenbe fektetett aszfalt lemezes szigetelését (vízmentesítő réteg) és 4 cm beton védőréteg építését.
- Az 1956. évi Közúti Hídszabályzat fejezetenként taglalta a szigetelés szükségességét.
- A KH 1966. évi kiegészítése már külön fejezetben (4.) szólt a szigetelésről, és részletrajzokat közölt a víznyelő elhelyezéséről, a szigetelés csatlakozásáról.
- Az 1967. évi KH az 5.7. Víztelenítés, vízvezetés fejezetében írta elő a szigetelés és a rákerülő védőbeton alkalmazását, átvéve és közölve az 1966. évi részletrajzokat.
- A KH fejezetei a '80-as években fokozatosan kicserélődtek az ágazati szabványokkal – a „C” fejezet kivételével. A szigetelésről az MSZ-07-3700 és későbbi módosításai intézkedtek.
- Az említett ágazati szabványt 2001-ben váltotta fel az ÚT 2-3.411 és 2002-ben az ÚT 2-3.401. Ma is a 2002. évi kiadás van érvényben.

### 2.2.

Szabályozások a hídszigetelések anyagairól, követelményeiről, kivitelezéséről, részleteiről:

- A Magyar Királyi Államépítészeti Hivatalok Műszaki Utasítása az 1910. évi KH előírásait vette figyelembe a vízmentesítő réteg tervezetésekor, építéskor, ellenőrzésekor, az anyagok minőségének az ellenőrzésekor.
- Az 1963-ban kiadott „sárga-fekete” ÉKSZ 36. sz. füzet vonatkozott vízszigetelési munkákra.
- Ezt felváltotta az 1971. július elsejétől érvényes „szürke” ÉKSZ II. kötete.
- Az UTIBER 1983-ban adott ki Irányelveket (Csíkos József) a hídszigetelésekre.

- A Közlekedési Főfelügyelet Műszaki Tájékoztatója 1985-ben foglalkozott a közúti hídszerkezetek szigetelési rendszereivel (Ámon Tibor).
- Az MSZ-07-3213:89 ágazati szabvány a hídszigetelésről, pl. homokaszfalt és vékonylemezes (3 mm-nél vékonyabb műanyag) szigetelést is tartalmazott.
- Az MSZ-07-3213:1993 ágazati szabvány már nem tartalmazta az említett két szigetelési rendszert.
- 1994. után az ágazati szabványok helyébe az ütiügyi műszaki előírások léptek. Az ÚT 2-3.406:2000 kiegészült a PCC habarcs és a kent modifikált bitumenes szigeteléssel.

## 3. A funkció-teljesítést biztosító tulajdonságok

A pályalemezek szigeteléséhez felhasznált anyagrendszerek csak akkor nyújtanak megfelelő pályalemez védelmet, ha megvannak a következőkben részletezett tulajdonságok.

### 3.1.

**Együtt-dolgozás** a pályalemezzel és a rákerülő aszfalt-rétegekkel a teherátadás érdekében. Az együtt-dolgozáshoz a vasbeton pályalemezt megfelelően elő kell készíteni; tiszta, érdes, nyitott pórusú legyen a bitumenes lemezek leragasztása érdekében. A beton kora legalább 21 napos, tapadószilárdsága legalább 1,5 N/mm<sup>2</sup>, víztartalma (felső 1,5-2 cm-es réteg) legfeljebb 4 m% lehet. Nyugat-Európában a bitumenes lemezes szigetelések alá epoxigyanta alapozó réteget tesznek, amely teljes felületzárást biztosít. Nálunk is van néhány engedélyezett rendszer, de nem nagyon alkalmazzuk ezeket.

Nagyon fontos a hegesztett bitumenes lemezeknél az alsó bitumenes réteg megfelelő felolvasztása, a lemez rányomása a felületre, a lemezszéleken legalább 2-3 cm-es megolvadt bitumenes csík megjelenése.

A bitumenes lemezek megfelelő leragasztását tapadószilárdság vizsgálattal ellenőrizzük. A mért érték hőmérsékletfüggő, +8 °C-on legalább 0,7 N/mm<sup>2</sup> legyen a tapadás, +23 °C-on legalább 0,4 N/mm<sup>2</sup>.

Az ÁKMI Kht. Győri Minőségvizsgálati Osztálya 11 éves működése alatt nagyon sok felület-előkészítési és leragasztási, illetve tapadás vizsgálati hibával találkozott.

### 3.2.

A szigetelés **folytonos** legyen, repedések, hézagok, tömítetlenségek nem engedhetők meg.

A hídfelújítási munkáknál, bontásnál sokszor tapasztaljuk, hogy a szigetelés nem megfelelő kialakítása, csatlakoztatása a szegélyekhez, víznyelőkhöz, dilatációs szerkezetekhez elősegíti a víz bejutását a vasbeton szerkezetekbe. A kritikus csomópontokon gondoskodni kell a fokozott műszaki ellenőrzésről, az eltakarási engedélyezésről.

### 3.3.

A szigetelés anyaga legyen **összeférhető** a pályalemez anyagával és az aszfaltrétegekkel.

### 3.4.

A szigetelés rendelkezzen statikus és dinamikus **repedésáthidaló képességgel**.

<sup>1</sup> A 2004. évi Országos Hidmérnöki Konferencián Zalaegersze-gen elhangzott előadás alapján

<sup>2</sup> Okl. mérnök, osztályvezető, ÁKMI MVO, Győr

A III. feszültségállapotra méretezett vasbeton szerkezeteken várható a repedések megjelenése csúcsterheléskor. Ezek a repedések zömében dolgozó repedések, a szigetelésnek pedig ezt az állandó mozgást, a repedés áthidalását el kell viselnie.

A statikus repedésáthidaló képességet alkalmassági vizsgálat keretében  $-20\text{ °C}$ -on vizsgáljuk a repedés egy-szeri 2,5 mm-re való szét húzásával.

Dinamikus repedésáthidalóképesség vizsgálatkor a repedést  $-20\text{ °C}$ -on 0-ról 0,2 mm-re húzzuk szét 10 000 alkalommal.

A repedésáthidalóképességet biztosítja a szigetelőlemez szakítóereje (legalább 800 N/5cm legyen mindkét irányban), szakadónyúlása (legalább 40% legyen) és hideghajlítási viselkedése ( $-20\text{ °C}$ -on vagy  $-15\text{ °C}$ -on).

Az alkalmazott bitumenes szigetelő lemezeknél kontrollvizsgálataink során általában 800-1100 N/5cm szakítóerőt és 45-70% szakadónyúlást mértünk. Megjegyzendő, hogy a 800 N/5cm szakítóerő csak 250 g/mm<sup>2</sup> tömegű poliészter nemez hordozóanyaggal érhető el, 200 g/m<sup>2</sup>-es vékonyabb nemezzel nem.

### 3.5.

A szigetelés **vízálló** legyen; 72 órán át 1 bar víznyomás-on vizet nem ereszthet át.

### 3.6.

A szigetelés **vízfelvétele** legfeljebb 2 m% lehet 24 óra vízbemerítés (50 mm víréteggel) után. Nagy víztartalom esetén ugyanis elkerülhetetlen lenne télen a szigetelés anyagának a szétfagyása.

A burkolatról, a szigetelésről a csapadékvíz gyorsan és a legrövidebb úton el kell vezetni. Ezt a célt szolgálja a vasbeton pályalemez hossz- és keresztirányú esése, a víznyelők, a csepegtetők és a burkolatszivargók beépítése.

### 3.7.

A szigetelés **vegyszerálló** legyen, ezt 10%-os NaCl, MgCl<sub>2</sub> oldattal vizsgáljuk.

### 3.8.

A szigetelés **hőtűrőképessége** megfelelő legyen. Technológiai és ciklikus hőtűrőképességet vizsgálunk.

A **technológiai hőtűrőképességet**  $220\text{ °C}$ -os ÖA réteg beépítésével vizsgáljuk az ÚT 2-3.705:1999 szerint az alkalmassági vizsgálatok során. A vízállóságnak változatlanul kell lennie, a tapadószilárdság legfeljebb 25%-kal csökkenhet hőkezelés után.

Az MSZ 135-1:1981 szerint a bitumenes lemezek **hőállóságát** is vizsgáljuk. Az elasztomerrel modifikált bitumenes lemez  $100\text{ °C}$ -on, a plasztomerrel modifikált bitumenes lemez  $130\text{ °C}$ -on nem folyhat meg. Vizsgálataink

szerint az alkalmazott modifikált lemezeknél SBS modifikáció esetén a megfolyás  $130\text{ °C}$ -on, APP modifikáció esetén a megfolyás  $130\text{ °C}$  felett következett be általában.

A bitumenes lemezes szigetelőrendszerre külön védőréteget kell teríteni a finisheres aszfaltrétegek építése előtt. Ez általában 1,0-1,5 cm vastag AB-5 aszfaltkeverék, amelyet kézzel terítünk el, és padkahengerrel tömörítünk.

A **ciklikus hőtűrőképességet** az alkalmassági vizsgálat során 25 ciklussal vizsgáljuk. 1-1 ciklus során a bitumenes lemezeket 1-1 órán át  $+70\text{ °C}$ ,  $+23\text{ °C}$  és  $-20\text{ °C}$  hőmérsékleten tároljuk, majd 24 órán át  $+23\text{ °C}$ -on pihentetjük. A 25 ciklus után a vízállóságnak változatlanul kell lennie, a tapadószilárdság legfeljebb 25%-kal csökkenhet.

## 4. A modifikált bitumenes lemezes szigetelés előnyei

### 4.1.

A jól szervezett, EN ISO 9001 minőségirányítási rendszerben dolgozó üzemek egyenletes jó minőségű bitumenes lemezeket gyártanak.

### 4.2.

Az építés viszonylag gyorsan, egyszerűen végezhető. Kevesebb a környezeti feltétel, rövidebbek a technológiai várakozási idők, a felhasznált lemezek nem mérgezők.

### 4.3.

Könnyen javítható, foltozható.

### 4.4.

A bitumenes lemezes szigetelés szerkezetazonos anyaga a rákerülő aszfaltrétegekkel „összesül, összevasalódik” az aszfaltozás során.

## 5. A modifikált bitumenes lemezes szigetelés hátrányai

### 5.1.

A szegélyek alatti szigetelésnél a bekötővasak kerülgetése, a megfelelő tömítettség jelent gondot, lassabb munkavégzést. Célszerű ekkor kombinált szigetelést alkalmazni, és a szegély alatt RMA szigetelést készíteni.

### 5.2.

A bitumenes lemezek hegesztése, PB gázos megolvasztása balesetveszélyes művelet a forró ragasztóbitumen felhordásával együtt.

### 5.3.

Félpályás szigetelésnél a toldás, az átlapolás anyagát külön védeni kell a forgalom okozta szennyezéstől, a sérüléstől és az UV sugaraktól.

## Summary

### Requirements and tests of bituminous sheet isolations

The paper deals with the functions, technical specifications and life-time of the isolation. The following properties are presented and discussed: adhesion, continuity, compatibility, tensile strength, waterproofing, low water absorption, resistance against chemicals (NaCl, MgCl) and resistance against heat (cyclic). Advantages and disadvantages of isolation sheets with modified bitumen are outlined.

# Sebesség az M1 és az M7 autópályán

Jankó Domokos<sup>1</sup> – Magyar Gábor<sup>2</sup> – Csenki László<sup>3</sup> – Jákli Zoltán<sup>4</sup>

## Bevezetés

A hazai gyorsforgalmi úthálózaton, azon belül a legjobban kiépített autópályákon a forgalomáramlás sebessége mind kapacitási, mind biztonsági szempontból kiemelten fontos forgalomtechnikai paraméter. Az Állami Autópálya Kezelő Rt. (ÁAK Rt.) rendszeresen figyelemmel kíséri a saját hálózatán kialakuló forgalmi sebességeket. A folyamatosan végzett forgalomtechnikai mérések mellett részletes adatgyűjtést 2003 nyarán végeztek, amelynek néhány eredményéről számol be a cikk.[1]

## Előzmények

Az Állami Autópálya Kezelő Rt. korábban is készített, illetve készített sebességvizsgálatokat a kezelésében lévő gyorsforgalmi úthálózaton. A [2] tanulmány az M0 autót út jobb pályáján a 7. sz. főúti csomópontnál telepített sebességjelző táblák hatását vizsgálta. A [3] munka a sebességhatár megemelésének hatását elemezte, valamint a forgalomkorlátozásokban kialakult sebességviszonyokat tanulmányozta. A [4] szakanyag az M7 autópálya és autót út felújítása kapcsán a terelésekben és a köztük lévő terelésmentes szakaszokon kialakult forgalmi és sebességviszonyokkal foglalkozott. Szintén Raktel műszerrel korábban végzett mérések alapján az autópályára jellemző forgalomáramlás ún. fundamentális diagramjait mutatta be az [5] publikáció.

Jelenleg készül egy szoftver, amely lehetőséget ad az ÁAK Rt. által folyamatosan üzemeltetett Raktel forgalomszámláló berendezések sebességmérési adatainak a feldolgozására mind járművenkénti, mind osztályközös mérés esetén.

Az Állami Autópálya Kezelő Rt.-nek jelenleg 17 online, mobiltelefonos adatátvitellel működő Raktel típusú forgalomszámláló állomása van. Az M0 autót úton 3 db, az M1 autópályán 9 db, az M3 autópályán 1 db, az M7 autópályán 4 db műszert helyeztek el. Ez a hálózat az idén valószínűleg további egy-egy állomással bővül az M1 és az M7 autópályán.

Az Állami Autópálya Kezelő Rt. fontosnak tartja a sebességi adatok mérését és azok értékelését. Az adatokból megállapítható a sebességkorlátozások elfogadottságának mértéke pl. terelésekben, a forgalom áramlás homogenitása vagy

a különböző időjárási viszonyok (eső, köd, hó, stb.) hatása a forgalom sebességére. (Ez utóbbi a baleseti helyzettel együtt tekintve külön részletes vizsgálatot is megérne, annyi mindenestre megállapítható, hogy a gépjárművezetők ezeket a külső tényezőket csak igen kismértékben vagy egyáltalán nem veszik figyelembe sebességük megválasztásakor.)

## 1. A mérés körülményei

Az autópályán kialakított mérőhely sávonként két indukzív hurokdetektorból és egy piezo érzékelőből áll (1. ábra). A mérőműszer típusa: Raktel.



1. ábra: Raktel mérőhely az M1 autópályán

A műszer méri és rögzíti minden egyes jármű pontos érkezési idejét, az igénybevett sáv kódját, a jármű sebességét és kategóriáját. Az 1. táblázat a mérési adatokat tartalmazó adattábla egy részletét mutatja. Rendelkezésre állnak még további adatok is, pl. a jármű hossza, a tengelyek távolsága stb., ehhez az elemzéshez azonban ezeket az információkat nem használtuk.

1. táblázat

A Raktel műszer adatfile tartalmának részlete

|    |   |          |           |    |     |   |          |      |   |    |    |     |       |  |  |
|----|---|----------|-----------|----|-----|---|----------|------|---|----|----|-----|-------|--|--|
| 50 | 6 | 0 60 1   |           |    |     |   |          |      |   |    |    |     |       |  |  |
| 94 | 6 | 0 60 M 1 | 0 0250 04 | 50 | 55  | 0 | 750      | 95   | 0 | 12 | 50 | 145 | 0 1   |  |  |
| H9 |   | Dátum    | Időpont   |    | Sáv |   | Sebesség |      |   |    |    |     | Jármű |  |  |
| 11 | 0 | 30702    | 13104330  | 4  | 4   | 1 | 85       | 1690 | 2 | 1  | 0  | 11  | 28    |  |  |
| 11 | 0 | 30702    | 13105060  | 1  | 1   | 1 | 86       | 1660 | 1 | 0  | 0  | 9   | 25    |  |  |
| 11 | 0 | 30702    | 13105900  | 4  | 4   | 1 | 79       | 1700 | 2 | 1  | 0  | 11  | 28    |  |  |
| 11 | 0 | 30702    | 13105990  | 1  | 1   | 1 | 89       | 1730 | 1 | 0  | 0  | 9   | 25    |  |  |
| 11 | 0 | 30702    | 13110030  | 3  | 3   | 1 | 112      | 490  | 3 | 0  | 0  | 1   | 2     |  |  |
| 11 | 0 | 30702    | 13110160  | 2  | 2   | 1 | 105      | 300  | 1 | 1  | 0  | 1   | 2     |  |  |

Mérőhelyek: M1 autópálya: (44+076), (62+250), (116+000) km szelvények,  
M7 autópálya: (24+320), (54+460), (85+660) km szelvények.

<sup>1</sup> Irodavezető, BMI

<sup>2</sup> Forgalomtechnikai mérnök, ÁAK Rt.

<sup>3</sup> Ügyvezető, Mérőföld Kft.

<sup>4</sup> Ügyvezető, Logar93

A mérés ideje: 2003. július 3., 4., 5. és 6. (csütörtök, péntek, szombat és vasárnap).

Kivéve a 3196 kódszámú mérőhelyen, ahol 2003. május 29., 30., 31. és június 1-jén, szintén csütörtökön, pénteken, szombaton és vasárnap mértek.

Az összes mért jármű száma: **804 252**

## 2. A mért és számított forgalomtechnikai jellemzők

A Raktel műszerrel négy teljes napon át, az autópályák – összesen – 25 forgalmi sávjában végezték a mérést. Az alapadatok birtokában a 2. táblázatban látható forgalomtechnikai jellemzőket számoltuk ki. A jellemzők száma összesen 1200, napszakonkénti, jármű-kategóriánkénti és sávonkénti bontás szerint. A teljes adattábla egy részletét mutatja a 2. táblázat.

A számítási eredményeket tartalmazó táblázat egy részlete  
(M7 54+460 km sz., 2003. 05. 29. csütörtök)

| időszak              | Jellemző               | 1. Sáv külső, Bp. felől |          | 2. Sáv belső, Bp. felől |          |
|----------------------|------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
|                      |                        | szgk                    | nem szgk | szgk                    | nem szgk |
| Éjjel+hajnal (24-06) | Járműszám              | 319                     | 429      | 107                     | 16       |
|                      | Átlagsebesség (km/h)   | 115,8                   | 87,8     | 138,9                   | 103,1    |
|                      | Szórás (km/h)          | 24,3                    | 14,4     | 21,7                    | 15,8     |
|                      | Max. sebesség (km/h)   | 186                     | 139      | 190                     | 135      |
|                      | 85%-os sebesség (km/h) | 140                     | 102      | 161                     | 120      |
|                      | 15%-os sebesség (km/h) | 91                      | 75       | 115                     | 85       |
|                      | „Range” (km/h)         | 49                      | 27       | 46                      | 35       |
|                      | Korlátot átlépők %-a   | 27,3                    | 64,8     | 65,4                    | 100      |

2. táblázat

3. táblázat

Mért és becsült keresztmetszeti ÁNF (jármű/nap) értékek az autópálya mérőhelyeken

|                           |         | CSÜTÖRTÖK | PÉNTEK | SZOMBAT | VASÁRNAP | ÖSSZESEN | ELTÉRÉS % |
|---------------------------|---------|-----------|--------|---------|----------|----------|-----------|
| M1(44+076)<br>(kód:3030)  | Raktel  | 30164     | 33027  | 25550   | 23523    | 112264   |           |
|                           | Becsült | 30197     | 33668  | 26580   | 24208    | 114654   | -2        |
| M1(62+250)<br>Kód:(1004)  | Raktel  | 32264     | 35608  | 27090   | 24502    | 119464   |           |
|                           | Becsült | 31923     | 35593  | 28099   | 25591    | 121207   | -1        |
| M1(116+000)<br>Kód:(3015) | Raktel  | 26184     | 30656  | 26095   | 23386    | 106321   |           |
|                           | Becsült | 25537     | 28472  | 22478   | 20471    | 96958    | 9         |
| M7(24+320)<br>Kód:(3195)  | Raktel  | 42863     | 54006  | 46456   | 47188    | 190493   |           |
|                           | Becsült | 38966     | 47206  | 45615   | 43669    | 175457   | 8         |
| M7(54+460)<br>Kód:(3196)  | Raktel  | 34892     | 41968  | 31595   | 32260    | 140715   |           |
|                           | Becsült | 33634     | 40492  | 36197   | 35395    | 145719   | -4        |
| M7(85+660)<br>Kód:(1010)  | Raktel  | 27088     | 36545  | 35394   | 35968    | 134995   |           |
|                           | Becsült | 27156     | 32898  | 31790   | 30434    | 122278   | 9         |

Napszakok:

H = hajnali időszak (24 és 06 óra között)

N = nappali időszak (06 és 18 óra között)

E = esti, éjszakai időszak (18 és 24 óra között)

Jármű-kategóriák:

személygépkocsi (mérőműszerrel megjelölt jármű-kategória = 1)

nem személygépkocsi (jármű-kategória ≠ 1)

A sávok jelölése:

1. jobb pálya külső sáv

2. jobb pálya belső sáv

3. bal pálya belső sáv

4. bal pálya külső sáv (kétsávos pálya esetén) vagy

bal pálya középső sáv (három sávos pálya esetén)

5. bal pálya külső sáv (három sávos pálya esetén)

## 3. Forgalom

Az M1 és az M7 autópálya összesen hat keresztmetszetében, a vizsgált időszak alatti forgalomnagyságokat a 3. táblázat mutatja. A „Raktel” megjelölésű sorban a műszerrel mért napi forgalmak, alatta a „Becsült” értékek találhatók. A becslést az évi ÁNF értékből az érvényes „c” és „b” ún. törvényszerűségi tényezők segítségével végeztük.<sup>5</sup> A táblázat utolsó oszlopában a tényleges és a becsült adatok közötti eltérés %-ban kifejezett mértéke látható. Megállapítható, hogy egy-egy napi forgalomra vonatkozóan is meglehetősen pontos becslést kapunk a közúti forgalom változását leíró „törvényszerűségi tényezők” segítségével. Vannak napok, amikor az eltérés csupán néhány jármű, de a legnagyobb eltérés is – a négy nap összegét tekintve – csak 9%.

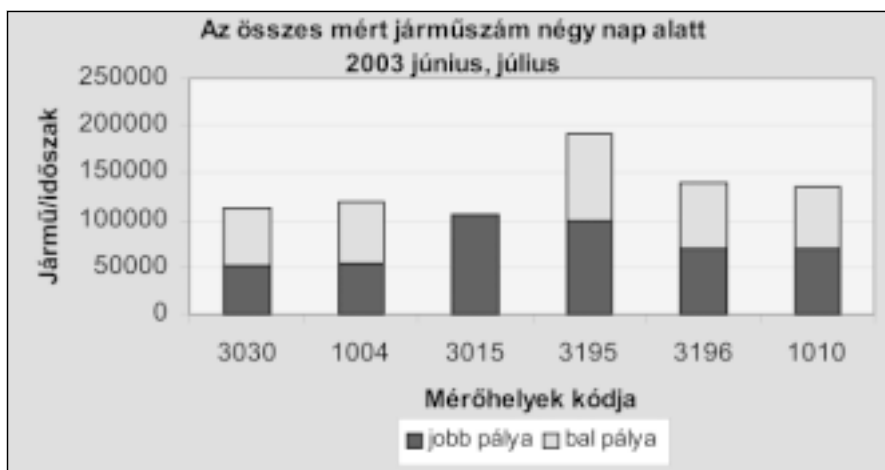
Az egyes keresztmetszetekben a négy nap összes forgalom alakulását – pályák szerinti megosztásban – a 2. ábra mutatja. [Megjegyzés: az M1 autópálya 116 km szelvényében (3015. mérőhely) a mérés alatt forgalomterelés volt, emiatt a jobb pályán csak építési forgalmat regisztráltunk. Figyelemreméltó ugyanakkor, hogy a valós forgalom így is nagyobb volt, mint az évi ÁNF-ből számított (becsült) forgalom.]

A legnagyobb összeforgalom az M7 24+320 km szelvényében (3195 mérőhely) alakult ki. Látható az is, hogy az M7 autópályán a három keresztmetszetben mért összeforgalom nagyobb, mint az M1 autópálya szintén három keresztmetszetében megjelenő forgalom összege. Megállapítható az is, hogy három keresztmetszetben a tényleges forgalom valamivel kisebb volt, mint a becsült (M1 autópályán két, M7 autópályán egy keresztmetszet), három keresztmetszetben viszont a tényleges forgalom meghaladta a tényezőkkel számítottat. A legnagyobb különbség az M1 116 és az M7 85+660 km szelvényében mutatható ki.

## 4. A forgalom összetétele

A Raktel műszer mérési eredményei alapján részletes járműosztályozás áll rendelkezésre (13 járműkategóriát különböztet meg a műszer), ennek a feladatnak a keretében – elsősorban az áttekinthetőség kedvéért – azonban csak két nagy osztályba soroltuk a járműveket. Az egyik a „személygépkocsi” kategória (1), a másik pedig a „nem személygépkocsi” (egyéb gépjármű) megnevezésű gyűjtő kategória, ebbe tar-

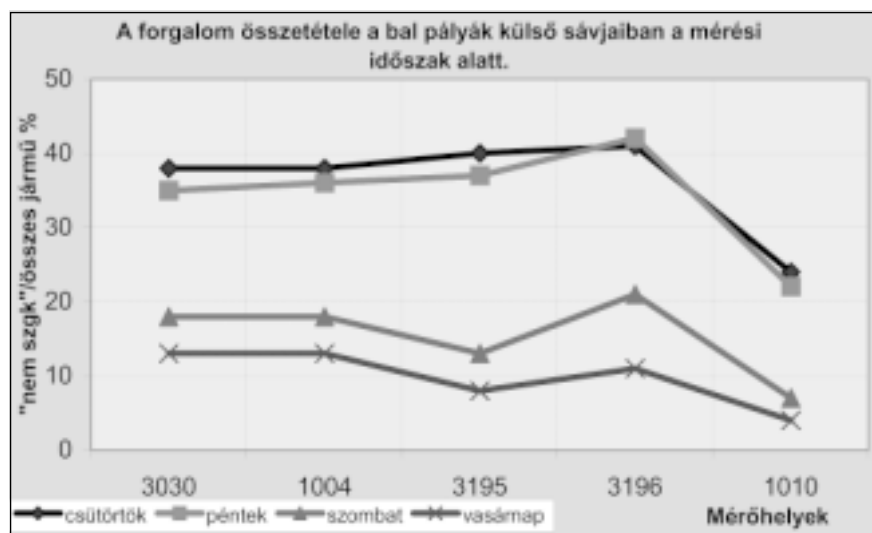
<sup>5</sup> Az évi ÁNF értékek az ÁAK Rt. adattárából származnak, a „b” és „c” törvényszerűségi tényezőket a 2000. évi Országos Közúti Forgalomszámlálás eredményeit tartalmazó táblázatokból vettük (Kiadja: ÁKMI)



2. ábra

tozik minden mért jármű, amelyik nem az 1. jelű – személygépkocsi – besorolást kapta a műszertől.

A forgalom összetételét a „nem személygépkocsik” és a forgalomban résztvevő összes gépjármű számának százalékos arányával fejezzük ki. A számítások eredményeinek egy részletét a 3. ábra mutatja. A mérések szerint a külső sávokban természetesen lényegesen nagyobb az egyéb gépjárművek (nem személygépkocsik) aránya, mint a belső sávokban, eltekintve az M1 autópálya 116 km szelvényében található keresztmetszettől, ahol a mérés ideje alatt terelés volt érvényben. A hétvégi teherforgalom korlátozása miatt, munkanapokon határozottan nagyobb a „nem személygépkocsik” aránya, mint a hétvégi napokon.



3. ábra

A jobb pályák külső sávjaiban az M1 autópálya három keresztmetszetében lényegesen nagyobb az egyéb gépjárművek aránya (35-40%), mint az M7 autópálya három keresztmetszetében (20-25%).

A bal pályák külső sávjaiban nagyobb a „nem személygépkocsi”

## 5. Átlagsebesség

A Raktel műszerrel végzett egyenkénti járműmérések adatai alapján számoltuk ki az átlagsebességeket, amelyek kerekített napi átlagértékei a 4. és az 5. táblázatban találhatók.

4. táblázat

Személygépjárművek napi átlagsebességei (km/óra) a jobb pályákon

| Ap | km      | kód  | 1. SÁV (KÜLSŐ) |      |       |      | 2. SÁV (BELSŐ) |      |       |      |
|----|---------|------|----------------|------|-------|------|----------------|------|-------|------|
|    |         |      | Csüt           | Pént | Szom. | Vas. | Csüt           | Pént | Szom. | Vas. |
| M1 | 44+076  | 3030 | 108            | 111  | 114   | 115  | 119            | 124  | 128   | 127  |
|    | 62+250  | 1004 | 114            | 117  | 119   | 120  | 131            | 134  | 136   | 137  |
|    | 116+000 | 3015 | 85             | 83   | 86    | 86   | 72             | 68   | 70    | 72   |
| M7 | 24+320  | 3195 | 109            | 107  | 111   | 114  | 126            | 122  | 131   | 134  |
|    | 54+460  | 3196 | 118            | 118  | 122   | 124  | 140            | 139  | 144   | 148  |
|    | 85+660  | 1010 | 120            | 113  | 120   | 122  | 139            | 129  | 140   | 142  |

Néhány megjegyzés a táblázat adataihoz:

Az M1 autópálya 116 km szelvényében terelés és külön sebességkorlátozás volt érvényben, ez megmutatkozik a sebesség értékek alakulásában.

Az M7 autópályán általában nagyobb átlagsebességek alakultak ki, mint az M1 autópályán.

A mérőhelyeken a sávokban kialakuló napi átlagsebességek viszonylag állandók, és nagyságuk az adott helyre jellemző. A várható értéktől való jelentősebb eltérés a forgalomban kialakuló zavarra (baleset, terelés stb.) utal.

5. táblázat

Személygépjárművek napi átlagsebességei (km/óra) a bal pályákon

| Ap | km      | kód  | 3. SÁV (BELSŐ) |      |       |      | 4. SÁV (KÜLSŐ V. KÖZÉPSŐ) |      |       |      | 5. SÁV (KÜLSŐ) |      |       |      |
|----|---------|------|----------------|------|-------|------|---------------------------|------|-------|------|----------------|------|-------|------|
|    |         |      | Csüt           | Pént | Szom. | Vas. | Csüt                      | Pént | Szom. | Vas. | Csüt           | Pént | Szom. | Vas. |
| M1 | 44+076  | 3030 | 131            | 136  | 141   | 143  | 116                       | 120  | 123   | 123  |                |      |       |      |
|    | 62+250  | 1004 | 123            | 127  | 131   | 132  | 107                       | 110  | 114   | 115  |                |      |       |      |
|    | 116+000 | 3015 | X              | X    | X     | X    | X                         | X    | X     | X    |                |      |       |      |
| M7 | 24+320  | 3195 | 140            | 149  | 149   | 143  | 122                       | 126  | 127   | 124  | 105            | 108  | 110   | 108  |
|    | 54+460  | 3196 | 153            | 154  | 159   | 157  | 129                       | 133  | 137   | 135  | 110            | 111  | 118   | 117  |
|    | 85+660  | 1010 | 134            | 136  | 138   | 133  | 115                       | 117  | 117   | 114  |                |      |       |      |

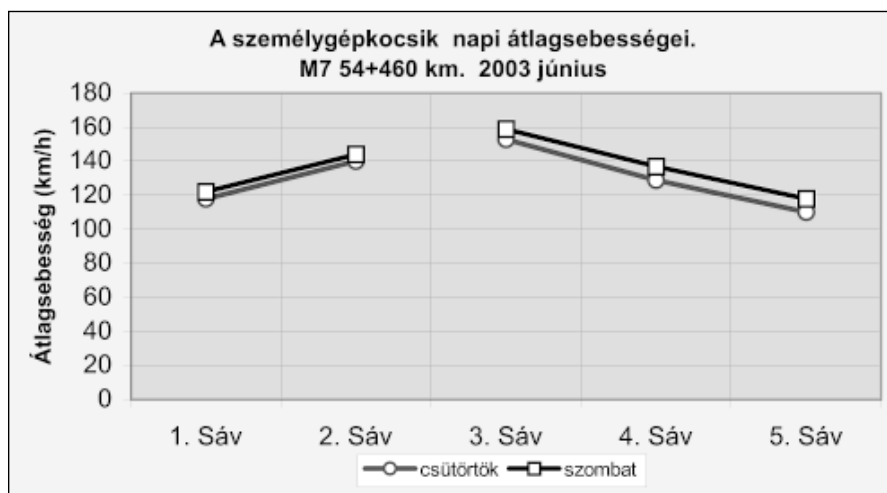
A külső sávokban a személygépkocsik napi átlagsebessége 110-120 km/ó, a belső sávokban pedig 115-135 km/ó érték között változik, kivéve a háromsávós keresztmetszeteket, ahol a belső sávban nagyobbak a napi átlagsebességek. A bal pálya sávjai közül az M7 54+460 km szelvényében – a belső sávban – tapasztaltuk a személygépkocsik legnagyobb napi átlagsebességeit (157-159 km/ó).

A sávok közötti sebességkülönbségek az M1 autópályán kisebbek (10-15) km/ó, az M7 autópályán nagyobbak (15-20) km/ó. A háromsávós pályán a belső és a középső sáv sebessége közötti különbség (20-24 km/ó). Az M7 autópálya bal pályáján az 54+460 km szelvényben, a belső és a külső sávban a napi átlagsebesség különbsége közel 40 km/óra.

Megfigyelhető, hogy minden keresztmetszetben a szombati és a vasárnapi átlagsebességek 5-10 km/ó-val nagyobbak, mint a csütörtöki és a pénteki értékek. **A hétvégén tehát határozottan felgyorsul az autópályákon a személygépkocsik forgalma.**

A bal pályák közül két keresztmetszetben az M7 autópályán három forgalmi sáv üzemel. Ezek közül az 54+460 km szelvényben a belső sávban (3. sáv) hétköznap 153-154 km/ó, szombaton és vasárnap pedig 157-159 km/ó átlagsebességgel közlekednek a személygépkocsik. Az M7 másik három sávós bal pályáján a belső sávban „csak” 140-149 km/ó az átlagsebesség.

A 4. ábrán az M7 autópálya 54+460 km szelvényében található öt sávban kialakult személygépkocsi forgalom napi átlagsebességeit ábrázoltuk, a csütörtöki és a szombati mérések alapján. Mind a jobb, mind a bal pályán a külső sávokban (1. és 5. sáv) gyakorlatilag 120 km/ó a személygépkocsik átlagsebessége. A jobb pálya belső (2.) és a bal pálya középső (4.) sávjában közel hasonló – 140 km/ó – átlagokat mértünk. A bal pálya középső sávjában az átlagsebesség valamivel kisebb volt. A sávok közötti sebességkülönbség kb. 20 km/ó. A bal pálya belső sáv-



4. ábra

ja szomú A bal pályán a belső (3.) és a külső (5.) sáv közötti átlagsebesség különbsége közel 40 km/ó. Látható a 4. ábra alapján is, hogy a hétvége forgalmának a sebessége nagyobb, különösen a bal pályán a Budapest felé haladó forgalomban.

## 6. A forgalomban résztvevő egyéb járművek („nem személygépkocsik”) sebességi jellemzői

A 6. és a 7. táblázatban összefoglalva található az egyéb gépjárművek napi átlagsebesség adatai. A „nem személygépkocsi” forgalom napi átlagsebessége 20-25 km/óra értékkel kisebb, mint az ugyanabban a sávban haladó személygépkocsik napi átlagsebessége. A sávok közötti változás jellege hasonló mindkét járműkategória sebessége esetén, a külső sávokban lassabb, a belsőben gyorsabb, és hétköznap kisebb,

6. táblázat

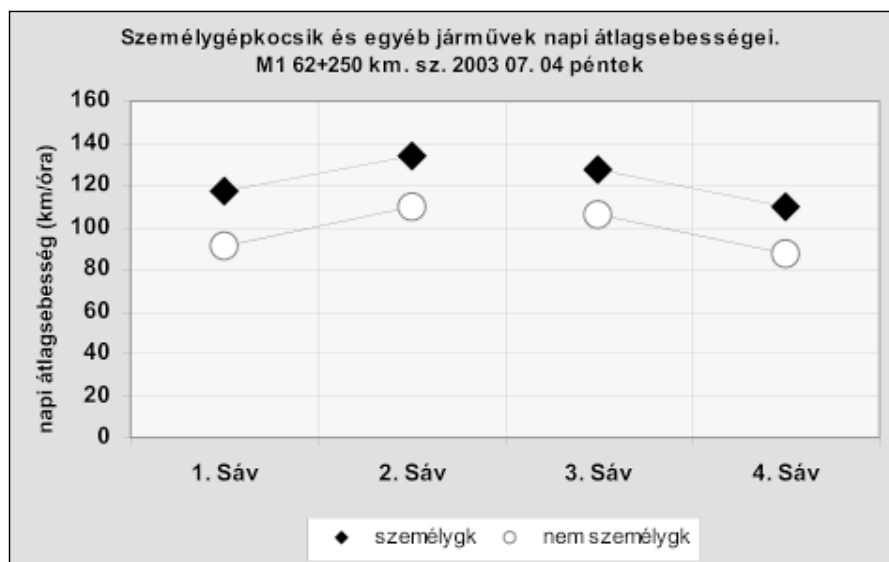
„Nem személygépkocsik” napi átlagsebességei (km/óra) a jobb pályákon

| Ap | km      | kód  | 1. SÁV (KÜLSŐ) |      |       |      | 2. SÁV (BELSŐ) |      |       |      |
|----|---------|------|----------------|------|-------|------|----------------|------|-------|------|
|    |         |      | Csüt           | Pént | Szom. | Vas. | Csüt           | Pént | Szom. | Vas. |
| M1 | 44+076  | 3030 | 84             | 84   | 87    | 88   | 94             | 101  | 100   | 103  |
|    | 62+250  | 1004 | 89             | 91   | 92    | 93   | 106            | 110  | 110   | 111  |
|    | 116+000 | 3015 | 79             | 79   | 81    | 82   | 72             | 68   | 69    | 70   |
| M7 | 24+320  | 3195 | 87             | 87   | 91    | 93   | 112            | 113  | 121   | 125  |
|    | 54+460  | 3196 | 90             | 90   | 92    | 95   | 113            | 112  | 117   | 121  |
|    | 85+660  | 1010 | 92             | 88   | 99    | 99   | 113            | 64   | 118   | 113  |

7. táblázat

„Nem személygépkocsik” napi átlagsebességei (km/óra) a bal pályákon

| Ap | km      | kód  | 3. SÁV (BELSŐ) |      |       |      | 4. SÁV (KÜLSŐ V. KÖZÉPSŐ) |      |       |      | 5. SÁV (KÜLSŐ) |      |       |      |
|----|---------|------|----------------|------|-------|------|---------------------------|------|-------|------|----------------|------|-------|------|
|    |         |      | Csüt           | Pént | Szom. | Vas. | Csüt                      | Pént | Szom. | Vas. | Csüt           | Pént | Szom. | Vas. |
| M1 | 44+076  | 3030 | 106            | 109  | 113   | 118  | 88                        | 89   | 93    | 95   |                |      |       |      |
|    | 62+250  | 1004 | 103            | 106  | 108   | 113  | 86                        | 87   | 91    | 93   |                |      |       |      |
|    | 116+000 | 3015 | X              | X    | X     | X    | X                         | X    | X     | X    |                |      |       |      |
| M7 | 24+320  | 3195 | 124            | 128  | 131   | 130  | 108                       | 108  | 113   | 116  | 87             | 87   | 91    | 93   |
|    | 54+460  | 3196 | 129            | 131  | 128   | 138  | 110                       | 110  | 115   | 119  | 88             | 89   | 91    | 95   |
|    | 85+660  | 1010 | 107            | 110  | 117   | 123  | 88                        | 89   | 94    | 94   |                |      |       |      |

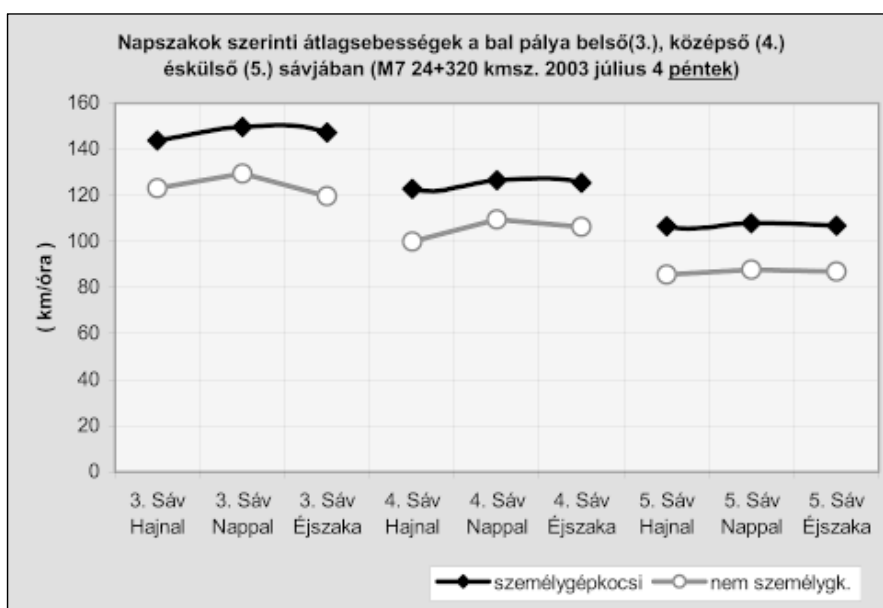


5. ábra

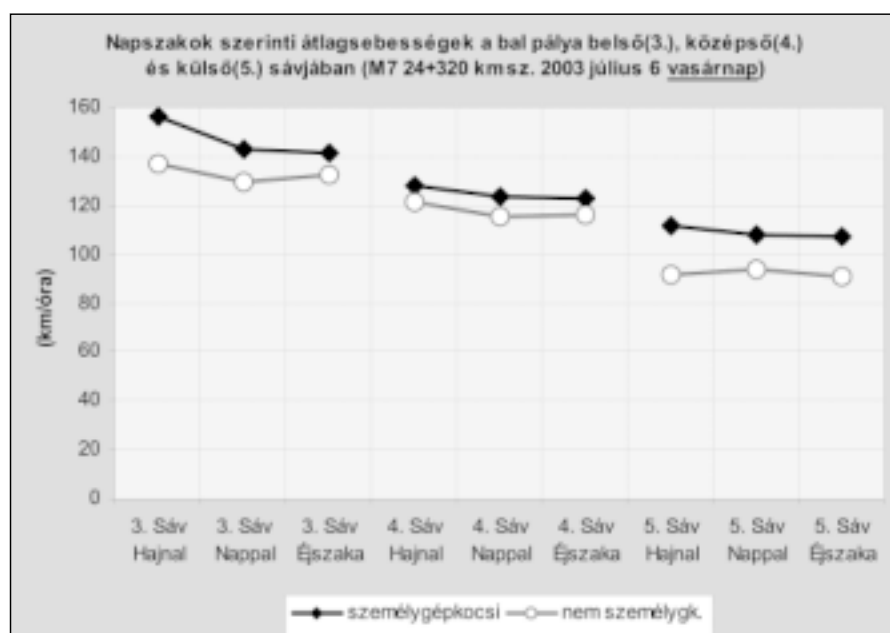
mint a hétvégeken. Az 5. ábrán az M1 autópálya egyik keresztmetszetének a sávjában mért sebességeket ábrázoltuk. A két járműkategóriára vonatkozó adatok egymástól gyakorlatilag azonos távolságra vannak.

## 7. Az átlagsebességek változása napszakok szerint

Az autópályákon kialakuló sebességek egy-egy napon belül is változnak. A 6. és a 7. ábrán az M7 autópálya egyik keresztmetszetében mért átlagsebességek értékeit ábrázoltuk a három napszakban, a bal pálya három forgalmi sávjá-



6. ábra



7. ábra

<sup>6</sup> Az a sebességérték, amellyel vagy amelynél lassabban haladt a vizsgált járművek 85%-a

ban külön-külön, járműkategóriák szerint. A 6. ábra a pénteki adatokat, a 7. ábra pedig a vasárnapi sebességeket mutatja. Az 5. (külső) sávban tapasztalható a legkisebb különbség a pénteki és a vasárnapi átlagsebességek között, de a két járműkategória átlagsebességei közötti különbség kisebb vasárnap, mint pénteken. A középső és a belső sávokra jellemző pontok elhelyezkedése mutatja, hogy a pénteki nappali időszak átlagsebességeihez képest hajnalban és éjszaka kisebbek az átlagsebességek a „nem személygépkocsi” kategóriában, vasárnap pedig nagyobbak. A

két kategória átlagsebességei között pénteken nagyobbak a „távolságok”, vasárnap kisebbek.

## 8. A 85%-os sebesség

A forgalomtechnikai gyakorlatban a sebességeloszlások vizsgálatakor az ún. 85%-os sebességértéknek<sup>6</sup> kitüntetett szerepe van. Mind biztonsági, mind forgalomáramlási szempontból az volna a kívánatos, hogy a 85%-os sebesség és az adott helyen érvényes sebességhorlát közel azonos legyen. A személygépkocsok sebességeloszlására vonatkozó számítás egy részletét mutatja a 8. táblázat. Csúpn egyetlen keresztmetszetben (M7 24+320 kmsz)

a külső sávban kisebb a 85%-os napi sebességérték, mint az érvényes sebességhorlát (130 km/ó). Az M1 62+250 km szelvényében pedig csütörtökön és pénteken

Személygépkocsik napi 85%-os sebességei (km/óra) a bal pályákon

| Ap | km      | kód  | 3. Sáv (belső) |      |       |      | 4. Sáv (külső v. középső) |      |       |      | 5. Sáv (külső) |      |       |      |
|----|---------|------|----------------|------|-------|------|---------------------------|------|-------|------|----------------|------|-------|------|
|    |         |      | Csüt           | Pént | Szom. | Vas. | Csüt                      | Pént | Szom. | Vas. | Csüt           | Pént | Szom. | Vas. |
| M1 | 44+076  | 3030 | 147            | 153  | 158   | 160  | 135                       | 138  | 140   | 140  |                |      |       |      |
|    | 62+250  | 1004 | 139            | 141  | 147   | 147  | 126                       | 128  | 132   | 132  |                |      |       |      |
|    | 116+000 | 3015 | X              | X    | X     | X    | X                         | X    | X     | X    |                |      |       |      |
| M7 | 24+320  | 3195 | 158            | 167  | 166   | 157  | 138                       | 140  | 140   | 136  | 123            | 125  | 125   | 124  |
|    | 54+460  | 3196 | 170            | 172  | 177   | 172  | 148                       | 149  | 154   | 149  | 131            | 131  | 136   | 134  |
|    | 85+660  | 1010 | 152            | 153  | 153   | 146  | 134                       | 135  | 134   | 131  |                |      |       |      |

ken marad a korlát alatt a 85%-os sebesség, az összes többi esetben a személygépkocsik forgalmában a 85%-os sebesség nagyobb, mint a sebességkorlát.

A „nem személygépkocsik” 85%-os sebességét nem részletezzük, tekintettel arra, hogy e járművek átlagsebessége is általában nagyobb, mint a számukra előírt sebességkorlát. A külső sávokban 100-104 km/ó, a belső sávokban pedig 115-130 km/ó, ami jóval meghaladja a 80 km/ó általánosan előírt sebességkorlátot.

### 9. A 85%-os és 15%-os sebesség közötti különbség (R)

A sebességeloszlás két jellemző pontja közötti „távolság” (jele: R) az eloszlás jellegére utal. Ha kicsi ez a különbség, akkor homogén (és biztonságosabb) sebességeloszlásról beszélünk, a forgalomban résztvevő járművek között nincsenek nagy sebességkülönbségek. Ellenkező esetben, ha nagy a két pont közötti távolság, akkor az eloszlásgörbe nyújtott, az áramlásban résztvevő járművek sebességei erősen eltérők. A 2. táblázatra hivatkozva értelmezhetjük az R jelentését. Az adott mérőhelyen az 1. sávban áthaladt 319 személygépkocsi 70%-a (85%-15%=223 jármű) 91 km/ó és 140 km/ó közötti sebességgel haladt, a maradék 96 személygépjárműből 48 ennél gyorsabban, 48 pedig lassabban közlekedett (R=49 km/ó). Az „R” értéke a személygépkocsik sebességeloszlásában nagyobb, (30-36 km/óra), az egyéb gépjárművek esetén pedig kisebb (20-25 km/óra).

### 10. Relatív szórás

A részletes mérési adatok alapján kiszámoltuk az átlagsebességeket, a szórásokat és meghatároztuk ezek hányadosát, az ún. relatív szórást. A részletek ismertetésére ennek a publikációnak a keretében nincs lehetőség. A relatív szórás értékeinek a vizsgálata a sebességeloszlások elemzéséhez nyújthat segítséget. A relatív szórás nagysága függ a mérés helyétől (a sáv elhelyezkedésétől), a napszaktól és a forgalomnagyságtól. Értéke gyakorlatilag 10-20% közötti. A személygépkocsi forgalomban a sebesség értékek relatív szórása általában nagyobb, mint az egyéb gépjárművek forgalmában.

8. táblázat

### 11. Sebesség-eloszlások

Az eddigiekben külön mutattuk a két járműkategória mért sebességértékeit. A sávokban természetesen együtt haladnak a járművek, a forgalomáramlás sebességét

együtt is célszerű vizsgálni. A 8. ábrán az M7 autópálya 1. és 2. sávjában (jobb pálya) a teljes forgalom sebességeloszlására jellemző adatait mutatjuk. A két sávra jellemző eloszlásgörbék (az összegzett relatív gyakoriságok értékei) eltérő alakúak, és viszonylag távol haladnak egymástól. A legnagyobb ez a „távolság” a 15%-os gyakorisághoz tartozó sebességek esetén, számszerűen: 30 km/ó.

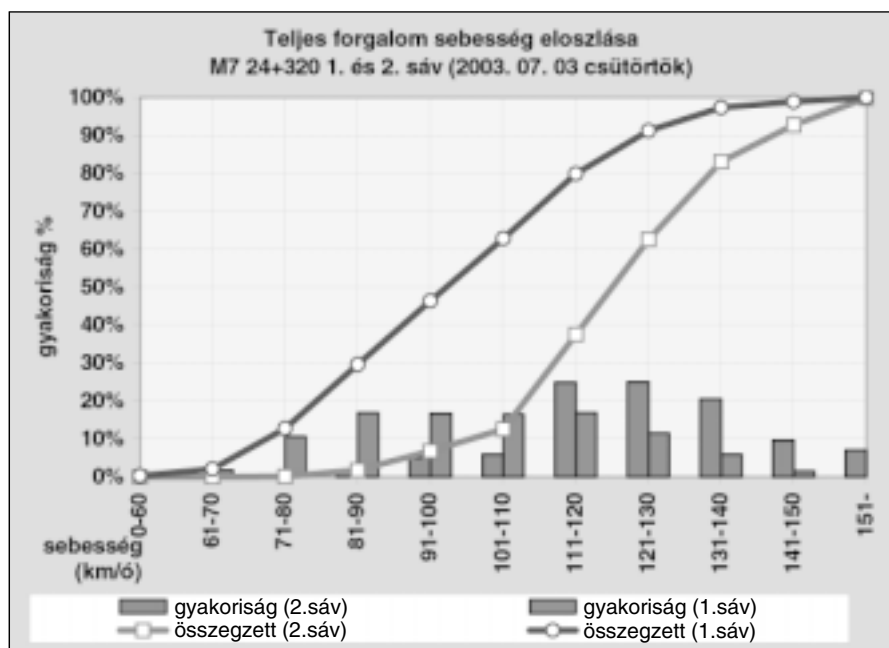
### 12. A sebességkorlátozásnál gyorsabban haladó személygépkocsik számának aránya

Az autópályákon a megengedett legnagyobb sebesség személygépkocsik részére 130 km/ó. Láttuk korábban, hogy az M7 autópályán általában nagyobb átlagsebességek alakulnak ki, mint az M1 autópályán, ennek következtében ezen az autópályán a sebességkorlátnál gyorsabban haladók aránya is nagyobb.

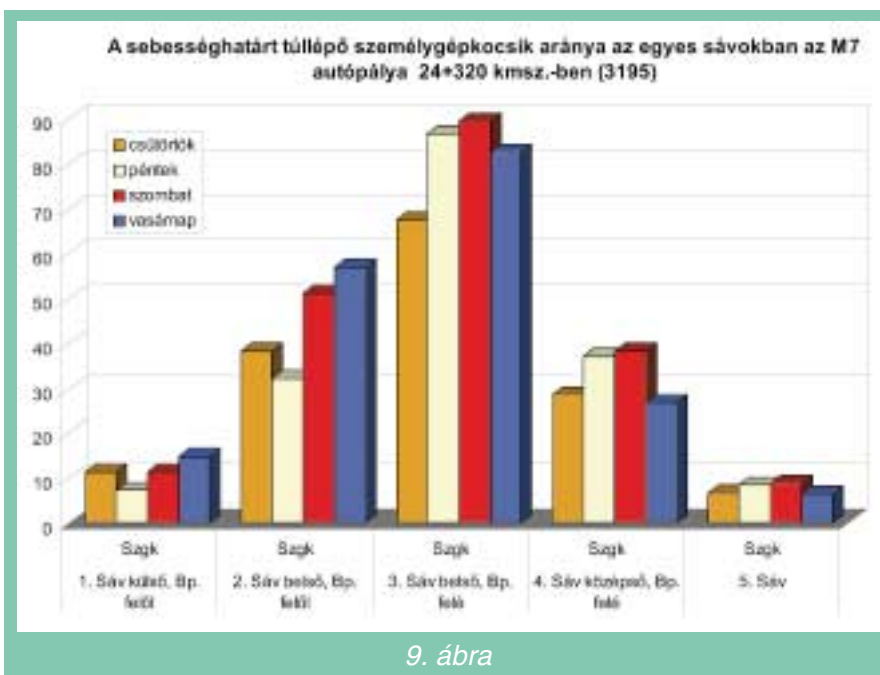
A jobb pálya külső sávjában (1. sáv) munkanapon a gyorsajtók aránya: 12-30%, ugyanez az arány szombaton és vasárnap: 17-38%-ra növekszik. A belső sávokban (2. sáv) nagyobb az arány: 26-73%, hétvégén pedig: 42-85%, mérőhelytől függően.

A 3 sávós bal pályán kialakuló helyzetet jellemzi a 9. ábra. A belső (3.) sávban a mért személygépkocsik 70-90%-a gyorsabban haladt, mint a megengedett legnagyobb sebesség.

A legnagyobb arányt az M7 54+460 km szelvényén-



8. ábra



9. ábra

ben vasárnap a 3. sávban mértük, ekkor az itt haladó személygépkocsik 98%-a gyorsabban közlekedett, mint 130 km/óra.

### 13. A sebességkorlátozásnál gyorsabban haladó egyéb gépjárművek számának aránya

A megbízó kérésének megfelelően a „nem személygépkocsi” kategóriába soroltuk mindazokat a járműveket, amelyek kategóriája a műszer szerint az „1”

zet.) Mindegyik forgalmi sávban rendkívül nagy a szabályszegők aránya, a két szélső sávban is 70-80%-os, a többi sávban azonban gyakorlatilag mindegyik gépjármű (nem személygépkocsikról van szó) gyorsabban haladt, mint a megengedett 80 km/óra.

### 14. A forgalomban mért legnagyobb sebesség

A 9. táblázat az egyes mérőhelyeken mért legnagyobb sebességeket mutatja. Egyetlen mérőhely kivé-

9. táblázat

Az egyes mérőhelyeken mért legnagyobb sebességek (km/óra)

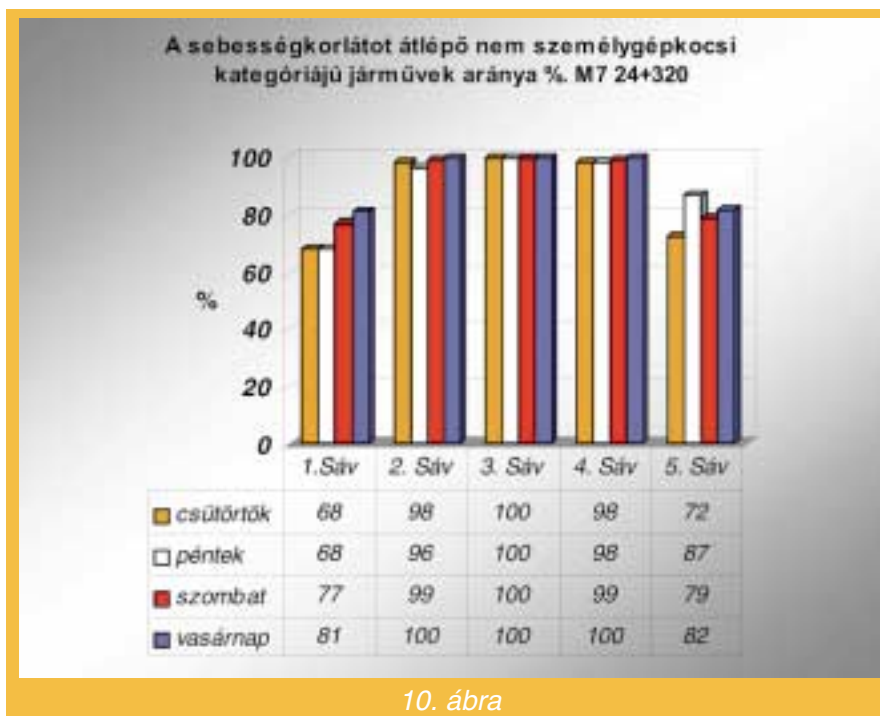
| Mérőhely   | Személygépkocsi | Nem személygépkocsi |
|------------|-----------------|---------------------|
| M1 44+076  | 255             | 156                 |
| M1 62+250  | 255             | 139                 |
| M1 116+000 | 194             | 133                 |
| M7 24+320  | 255             | 175                 |
| M7 54+460  | 255             | 169                 |
| M7 85+660  | 255             | 154                 |

telével – személygépkocsik esetén – mindenütt 255 km/óra volt a legnagyobb érték, ami egyébként a műszer mérési lehetőségének a határa, vagyis lehet, hogy voltak gyorsabb személygépkocsik, csak a műszer nem volt képes az adatot tárolni (a 8 bites adattárolás miatt).

A nem személygépkocsik közé sorolt gépjárművek közül a legnagyobb sebesség 175 km/óra volt.

### 15. Két mérőhely adatainak összehasonlítása

Ha az autópályák jobb, illetve bal pályáin haladó forgalom vagy a teljes keresztmetszet forgalmának át-



10. ábra

<sup>7</sup> Többször módosított 1/1975. (II. 5.) KPM-BM együttes rendelet „26. § (1)...a) személygépkocsival, motorkerékpárral, 2500 kg megengedett legnagyobb össztömeget meg nem haladó gépkocsival – autópályán... 130 km/óra, külön jogszabályban meghatározott követelményeknek megfelelő autobusszal – autópályán... 100 km/óra.... b) egyéb gépjárművel – kivéve a motoros triciklit –, valamint gépjárműből és pótkocsiból álló járműszerelvénnel – autópályán... 80 km/óra....”

Két mérőhelyen mért napi keresztmetszeti átlagsebesség értékek (km/óra) összehasonlítása

|                | M1 44+076 KMSZ. (3030) |               | M7 54+460 KMSZ. (3196) |               |
|----------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|
|                | Személygépkocsik       | Nem személygk | Személygépkocsik       | Nem személygk |
| 1. sáv         | 112                    | 85            | 120                    | 91            |
| 2. sáv         | 124                    | 98            | 141                    | 113           |
| 3. sáv         | 137                    | 108           | 155                    | 130           |
| 4. sáv         | 121                    | 90            | 133                    | 111           |
| 5. sáv         |                        |               | 114                    | 89            |
| 1. sáv         | 104                    |               | 114                    |               |
| 2. sáv         | 122                    |               | 141                    |               |
| 3. sáv         | 136                    |               | 155                    |               |
| 4. sáv         | 113                    |               | 133                    |               |
| 5. sáv         |                        |               | 107                    |               |
| jobb pálya     | 110                    |               | 125                    |               |
| bal pálya      | 120                    |               | 126                    |               |
| keresztmetszet | 115                    |               | 125                    |               |

lagsebességeit akarjuk kiszámítani a sávokban mért sebességek alapján, akkor a forgalommal súlyozott átlagszámítást kell alkalmazni.

Kiválasztottunk egy-egy mérőhelyet az M1 és az M7 autópályán, és elvégeztük a számítást.

A számítás eredményeit a 10. táblázatban foglaltuk össze. A pályákra, illetve a teljes keresztmetszetre vonatkoztatott átlagsebesség értékek inkább csak „érdekes”, mint használható adatok. Az ilyen típusú átlagok „eltakarják” a tényleges helyzetet, és nem mutatják a kialakult különbségeket, nem utalnak az esetlegesen veszélyes szituációkra.



11. ábra

## 16. A három sávós autópálya-szakasz néhány jellemzője

Látható a közölt adatok alapján, hogy a pályák belső sávjaiban a nagyobb átlagsebességek miatt a gyorsajtók aránya viszonylag nagy. Különösen igaz ez az M7 bal pályának a három sávós szakaszára, ahol a személygépkocsik 70-90%-a gyorsabban haladt a megengedett sebességnél. Szembetűnő tehát, hogy a 3. sáv szinte „száguldó” sávként funkcionál. A szabályszegők aránya a hétvégi napokon a legnagyobb.<sup>8</sup>

A nem személygépkocsi forgalom tekintetében alig létezik nem gyorsajtó jármű. A külső sávokban haladó járművek 70-80%-a átlépi a megengedett 80 km/ó sebességet, míg a belső sávokat igénybevevő egyéb járművek 95-100%-a gyorsajtó.

A bal pályán a 3. sáv kiépítésének a célja nyilvánvalóan a kapacitás bővítése volt. A célt elérték, a növekvő forgalmi igényt a három sáv kezelni tudja. Ugyanakkor negatív járulékos következménye lett: létrejött egy „száguldó” sáv, amivel egyelőre sem a kezelő, sem a rendőrség nem tud mit kezdeni.

<sup>8</sup> Ebben a cikkben csak a sebességmérési eredményeket mutatjuk be és nem vizsgáljuk a hazai autópályákon – pl. a harmadik sávban – kialakuló sebességi viszonyok és a biztonság összefüggéseit

bálya, a jobbra tartási kötelezettség. A járművezetők több mint fele a középső sávot használja folyamatos haladásra. A 11. ábra a sávokban kialakuló forgalmakat és sebességeket mutatja.

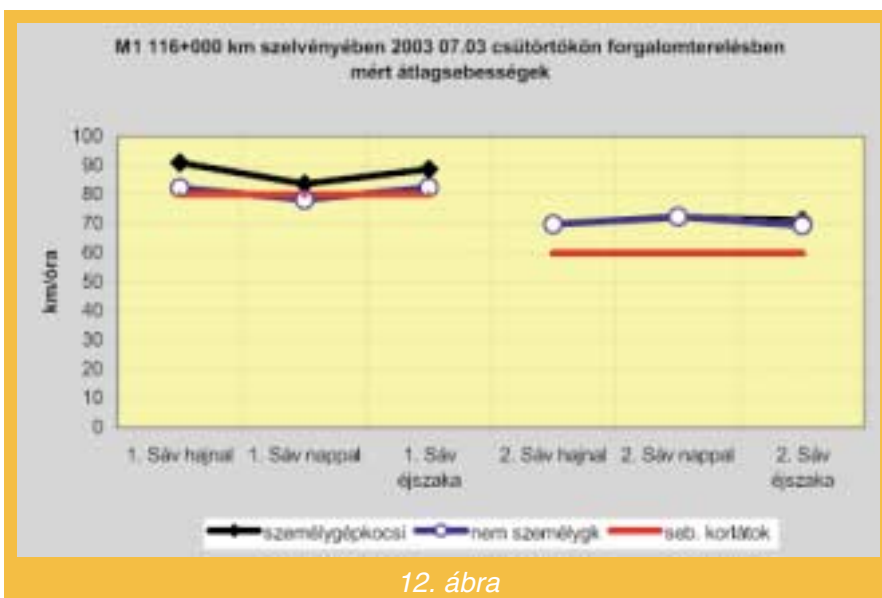
## 17. Forgalomlefolyszt zavaró események

A vizsgált szakaszokon két említésre méltó esemény történt. A 3015-ös mérőhely körzetében (M1 116+000 kmsz) a bal pályát lezárták, a forgalom a jobb pályán egy-egy sávban bonyolódott le. A két irányban érvényes sebességkorlátozás eltérő volt (60, illetve 80 km/ó).

A négy mérési napból a csütörtöki adatokat ábrázoltuk a 12. ábrán. Láthatók a mért átlagsebességek értékei és viszonyuk a sebességkorláthoz.

Elmondható, hogy az adott forgalomterelésben a 60 km/ó-s sebességkorlátozást a személygépkocsi vezetők mellett az egyéb gépjárművek vezetői sem fogadják el, míg ez utóbbiak a 80 km/ó korlátozást gyakorlatilag betartják, szemben a személygépkocsik vezetőivel, akik ezt a – magasabb – korlátot sem tartják be, és átlagosan 5-10 km/ó-val túllépik.

A másik zavaró esemény (baleset) az M7 autópálya 85+660 kmsz körzetében (1010-es mérőhely) 2003. július 4-én, pénteken 22 óra és 24 óra között történt. (Az esemény három résztvevős halálos kimenetelű motoros baleset volt, amelyben a motoros volt



12. ábra

az okozó. A baleset oka: gyorshajítás.) A forgalomban érzékelhető változásokat a 13. ábra mutatja. Itt a jobb pálya mindkét sávján jelentősen visszaestek a sebességek, szinte lépésben haladtak a járművek. Kb. 10 percig teljesen leállt a forgalom, ekkor nem voltak sebességmérési adatok. (Feltehetően a sérült járművek levontatása, vagy egyéb, a teljes jobb pályát igénybevevő beavatkozás történt.) Mintegy két óra alatt normalizálódott a helyzet, a sebességek mindkét sávon a korábbi értékekre tértek vissza.

## 18. Összefoglalás

2003 nyarán az M1 és az M7 autópálya három-három keresztmetszetében, Raktel típusú berendezésekkel folyamatos sebességméréseket végeztünk. A műszerek a mérőhelyeken áthaladt minden egyes gépjármű sebességét, kategóriáját, hosszát és tengelytávját, valamint a járművek pontos érkezési idejét rögzítették.

**Forgalom:** Az M1 autópályán az összes járműszám (kerekítve): 338 ezer, az M7 autópályán: 466 ezer volt.

**A személygépkocsi forgalom napi átlagsebessége (km/ó):**

|                   | 1. sáv<br>(külső) | 2. sáv<br>(belső) | 3. sáv<br>(belső) | 4. sáv<br>(külső-<br>középső) | 5. sáv  |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|---------|
| Az M1 autópályán: | 108-120           | 119-137           | 131-143           | 107-123                       |         |
| Az M7 autópályán: | 109-124           | 122-148           | 134-159           | 115-135                       | 105-118 |

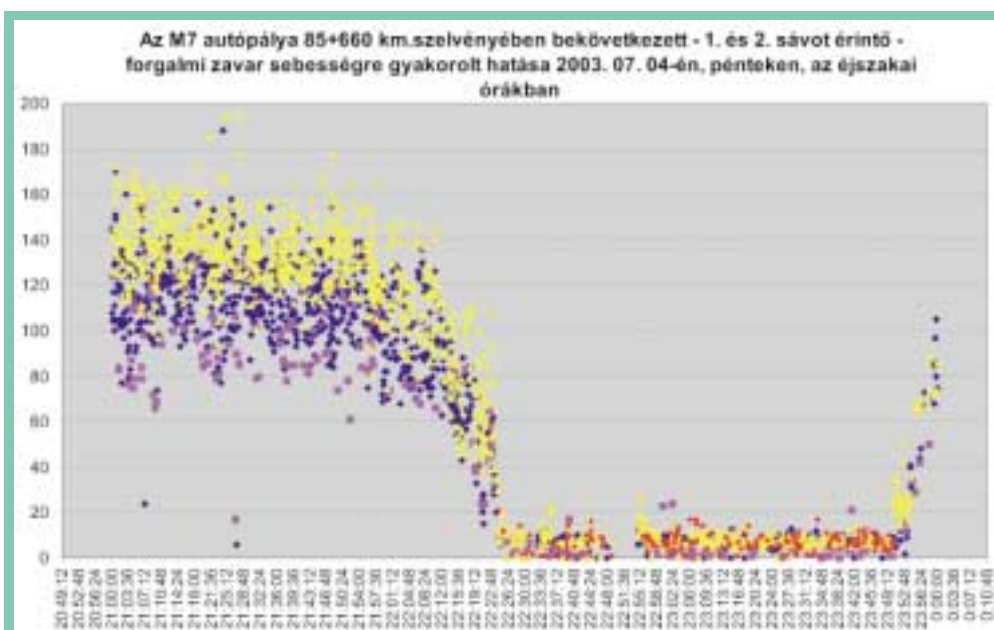
**A nem személygépkocsi forgalom napi átlagsebessége (km/ó):**

|                   | 1. sáv<br>(külső) | 2. sáv<br>(belső) | 3. sáv<br>(belső) | 4. sáv<br>(külső-<br>középső) | 5. sáv |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|--------|
| Az M1 autópályán: | 84-93             | 94-111            | 103-118           | 86-95                         |        |
| Az M7 autópályán: | 87-99             | 112-125           | 107-138           | 88-119                        | 87-95  |

Mindkét autópályán a bal pályán (Budapest felé) gyorsabb a forgalom, mint a jobb pályán.

A forgalmi sávokban haladó forgalom átlagsebességeinek különbsége 14-22 km/ó között változik. Az öt sávós bal pályán a belső és a külső sávok közötti sebességkülönbség: 37-42 km/ó.

**A 85%-os sebesség.** A személygépkocsik sebességeloszlásából számított 85%-os sebességértékek – egy-két sávotól eltekintve – minden esetben nagyobbak, mint az autópályára megengedett legnagyobb sebesség értéke. A legnagyobb (85%-os) sebességet – napi eloszlásból számolva – az M7 54+460 km szelvényében a belső (3.) sávban mértük, szombati napon 177 km/ó-t. (A többi napon is 170-172 km/ó volt ez az érték.)



13. ábra

Az egyéb gépjárművek 85%-os sebességértékei jóval meghaladják a 80 km/óra értéket. E járművek napi sebességeloszlásából számított 85%-os sebességértékek a külső sávokban 100-105 km/ó, a belső sávokban pedig 120-138 km/ó nagyságúak.

A legnagyobb mért sebességérték személygépkocsi esetén: 255 km/ó, nem személygépkocsi esetén: 175 km/ó.

A megengedett legnagyobb sebességnél gyorsabban közlekedők aránya (%):

*Személygépkocsi forgalomban  
(Sebességkorlát: 130 km/ó):*

|                   | 1. sáv<br>(külső) | 2. sáv<br>(belső) | 3. sáv<br>(belső) | 4. sáv<br>(külső-<br>középső) | 5. sáv |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|--------|
| Az M1 autópályán: | 12-27             | 26-66             | 31-78             | 10-34                         |        |
| Az M7 autópályán: | 7-38              | 32-85             | 55-98             | 20-64                         | 7-24   |

*Nem személygépkocsi forgalomban  
(Sebességkorlát: 80 km/ó):*

|                   | 1. sáv<br>(külső) | 2. sáv<br>(belső) | 3. sáv<br>(belső) | 4. sáv<br>(külső-<br>középső) | 5. sáv |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|--------|
| Az M1 autópályán: | 58-91             | 77-100            | 97-100            | 73-90                         |        |
| Az M7 autópályán: | 68-89             | 96-100            | 97-100            | 70-100                        | 72-88  |

A sebességkorlátot a „nem személygépkocsi” kategóriába tartozó járművek jelentős része nem tartja be.

## 19. Megállapítások, javaslatok

- A Raktel műszerrel – egyenkénti járműazonosítási üzemmódban – végzett mérések nagyon részletes forgalomtechnikai adatokat szolgáltatnak, emiatt a berendezés csak viszonylag rövid időszak (8-10 óra) mérési eredményeit képes tárolni. Célszerű ilyen méréseket csak időnként és előre pontosan meghatározott szakmai cél érdekében végezni, a folyamatosan végzett, „rutin” mérésekhez az osztályközös mérési módok megfelelnek.
- Javasoljuk, hogy a rendelkezésre álló és a folyamatosan keletkező mérési adatok adatbázisba kerüljenek, és további elemzésekhez, pl. követési időközök vizsgálatához, forgalomnagyság-sebesség összefüggések ellenőrzéséhez és nem utolsósorban forgalombiztonsági értékelésekhez rendelkezésre álljanak.

- A mérések szerint az autópálya egyes sávjaiban, elsősorban a három sávú pályaszakasz belső sávjában különösen nagy átlagsebességek alakulnak ki. Ezekben a keresztmetszetekben a belső és a külső sávok közötti sebességkülönbségek eléri a 40 km/ó-t, a belső sávban pedig a gépjárművezetők döntő többsége úgy közlekedik, mintha semmilyen sebességi előírás sem volna érvényben erre az autópálya szakaszra. Célszerű lenne a kialakult helyzet közlekedésbiztonsági és egyéb hatásait részletesen felmérni.
- A vizsgálati eredmények szerint a személygépkocsin kívüli gépjárművekre érvényes sebességkorlátot (80 km/ó) a gépjárművezetők döntő többsége nem fogadja el, e kategóriákban a szabályszegők aránya rendkívül nagy. Javasoljuk, hogy részletesebb elemzéssel tárják fel, milyen kategóriájú (méretű és műszaki tulajdonságú) járművek a gyakori szabályszegők, és ennek milyen forgalombiztonsági hatása mutatható ki. Célszerű továbbá vizsgálatot kezdeményezni a járművek sebességkorlátozásának esetleges módosításáról, az előnyökről és a hátrányokról, illetve a bevezethetőség feltételeiről.
- Javasoljuk, hogy vegyék napirendre Magyarországon is az állandó sebességellenőrzési rendszer („speed camera”) általános bevezetésének kérdését, és – egyebek között – az autópályákon való alkalmazás feltételeinek meghatározását.

## Irodalom

- [1] Sebesség az M1, M7 autópályákon 2003 nyarán (Tanulmány). Készítette: Mérőldkő Közlekedési Fejlesztő és Szolgáltató Kft. Közreműködött: BMI és Logar93. Megbízó: Állami Autópálya Kezelő Rt., 2003. szeptember
- [2] M0 autót út sebességkijelző rendszer hatásvizsgálata, 2001. március (Mérőldkő Kft.)
- [3] Magyar G.: A sebességek alakulása az Állami Autópálya Kezelő Rt. úthálózatán 2000-ben és 2001-ben, 2002. május (ÁAK Rt.)
- [4] Osztályozott forgalomszámlálás és sebességmérés az M7 autópályán és autótúton, 2002, KTI Rt.
- [5] Jankó D.: Közúti forgalomtechnikai alapösszefüggések az M7 autópályán végzett mérések alapján. Közlekedéstudományi Szemle. XLIX évfolyam, 11. szám. 1999. november. pp. 418–423

## Summary

### Speed measurements on M1 and M7 motorways

New generation of traffic monitoring equipment provides possibility for collection of detailed speed data on motorways. Measurements have been performed and results have been evaluated on M1 and M7 motorways recently. Evaluation by different lanes and vehicle categories shows characteristics of speed distribution. Proportion of vehicles speeding above the posted limit is in some cases very high. Speed difference between lanes on the same carriageway affects traffic safety in a negative way. Assessment of a new 3 lane section proves that road users are still not familiar with traffic rules. Misuse of lanes may even result some capacity losses.

## 1. Bevezetés

Az elmúlt években több munkában foglalkoztunk a Baranya megyei úthálózat fejlesztésével, településhálózati kapcsolatrendszerével, a kistérségek fejlesztési preferenciáival. A cikk a legutóbbi közös elemző munka tapasztalatait, eredményeit foglalja össze.

A forgalomnagyság és forgalom-összetétel változása – különös tekintettel a tehergépjármű forgalomra – előre láthatólag többlet terhet ró a baranyai első- és másodrendű főutakra és az összekötő úthálózatra. Célszerű tehát kidolgozni egy üzemeltetési, fenntartási forgatókönyvet, mely azokat a prioritásokat tartalmazza – kistérségenként csoportosítva –, amelyek a várható változások következtében a műszaki színvonalban végbemennek.

Az elemzések, értékelések alapja az OKA (Országos Közúti Adatbank) adatbázis tematikus tartalma. Kiakítottunk egy részletes térinformatikai háttérrel a kapcsolódó területi statisztikai adattartalommal az érintett településekre, kistérségekre.

### A tanulmányban elemzett alapkérdések:

- Mi történik a megye közúthálózatán az M6, M56 2007. december végi átadása előtti években?
- Mi történik a megye közúthálózatán az M6, M56 2007. december végi átadását feltételezve?
- Melyek legyenek az üzemeltetés, -fenntartás preferenciái a megyei OKA adatok alapján? Mely útvonalakon, útszakaszokon indokolt a beavatkozás? Milyen a javasolt sorrendiség több szempont (műszaki, forgalmi, forgalom-összetételi) egyidejű figyelembevételével?
- Milyen a baranyai kistérségek relatív sorrendje a közlekedéssel kapcsolatos igényeik kielégítése szempontjából?

## 2. Mi történik a megye közúthálózatán az M6, M56 gyorsforgalmi utak 2007. december végi átadása előtt?

Az M6-os autópályát Dunaújváros és Szekszárd, valamint Szekszárd és Bóly közötti szakaszának építése 2003. és 2006. között kezdődik. A Bóly–országhatár közötti M56 autópályát 2007–2015 közötti megvalósítása érdekében 2003. és 2006. között folynak a tervezési és egyéb előkészítési munkák. Az M6-os „sorsát” a 2003. évi CXXVIII. – a Magyar Köztársaság gyorsforgalmi közúthálózatának közérdekűségéről és fejlesztéséről szóló – törvény megjelenése felgyorsította.

A megye életében a döntő változást bizonyára az M6-os gyorsforgalmi út megjelenése okozza majd. A tervezett átadásig viszont a forgalom jelentősebb átrendeződését okozó infrastruktúra elemmel nem számoltunk.

Tehát a forgalom fejlődésének alakulását a jelenlegi folyamatok időbeli tendenciájának továbbvitele mutatja. Vagyis olyan idősorokat vehetünk figyelembe, melyek az országos keresztmetszeti forgalomszámlálás idősoros adataiból levezethetők. A gyorsforgalmi úthálózat megyei kiépítéséig jó közelítést jelent a várható forgalom szempontjából a valós idősorok kivetítése. Ezért kigyűjtöttük az ÁKMI Kht. keresztmetszeti forgalomszámlálási kiadványából a megyére jellemző, idősoros adatokat, és ezeket továbbvezettük 2007-ig. Így megbízható képet kaphatunk a fontosabb utak várható forgalmáról és a forgalom összetételéről.

Az adatok lehetőséget adtak arra, hogy a fő-, valamint a mellékutakra különböző rendezési szempontok alapján csoportokat képezzünk. A főutak mellett igen fontos a megye összekötő úthálózata, ahol több útszakaszon jelentős a forgalom. Jól nyomon követhető a forgalmi teljesítmény különbség is, ami az aprófalvas településszerkezet egyik jellemzője.

A térség közúti közlekedésére jellemző adottságok, a szűk keresztmetszetek, a torlódásos szakaszok meghatározók az üzemeltetési és fenntartási stratégia szempontjából, valamint tovább vezetnek a fejlesztések előkészítéséhez.

A teherforgalom aránya több mellékúton a főutak átlagát is érzékelhetően meghaladó nagyságú. Az első- és a másodrendű főutak teherforgalmi arányát számos mellékút túlszárnyalja. Talán külön is érdemes megemlíteni a Bóly–Villány–Siklós–Harkány, majd Sellye tengelyt és az 5701 jelű összekötő kiemelt szerepét. A forgalmi adatok azt mutatják, hogy a mellékúthálózat számos helyen a főutakkal egyenrangú relatív terhet visel a tehergépjármű forgalomból. Ezért indokoltan tartanánk a fokozott ütemű fenntartási munkákat.

A megye településfejlődése, területfejlesztése kiemelt fontosságát szem előtt tartva első helyre tenénk a mellékúthálózat – mint hajszáler hálózat – felkészítését az M6-os gyorsforgalmi út fogadására.

## 3. Mi történik a megye közúthálózatán az M6, M60 gyorsforgalmi utak 2007. december végi átadását követően?

A 2003. évi CXXVIII. törvény 1. és 2. sz. melléklete szerint 2007 végéig nem építik ki az M6 Dunaújváros és Szekszárd közötti szakaszát. Tehát Pécs Budapest felé tartó, valamint nagytérségi kapcsolatai még nem teljednek ki. Vagyis az úthálózaton, ezen belül a mellékúthálózaton érdemi többlet forgalom szerény

<sup>1</sup> Okl. építőmérnök, szakmérnök, műszaki igazgató, Baranya Megyei Állami Közútkezelő Kht.

<sup>2</sup> Okl. építőmérnök, ügyvezető igazgató, Kvantitás-Consulting Kft.

mértékben, áttérőpedig a díjfizető autópálya miatt korlátozottan jelenik meg az országos átlagot jóval meghaladó településsűrűség és a településenként igen kis lakónépség miatt. Ezért fontos a várt autópálya csomópontok környezetében a mellékúthálózati kapcsolatok kiépítése. Az úthálózaton érdemi forgalomnövekedésre az M6 Dunaújváros–Szekszárd közötti szakaszának átadását követően lehet számítani. Tehát 2007 decembere után is lesz idő a mellékúthálózat felkészítésére az M6-os teljes fogadására. Érdemi tehermentesítést az M6 szakaszos kiépítése miatt elsősorban a 6-os főút fog kapni.

Az úthálózaton várható forgalmi terhelések meghatározásakor figyelembe vettük a Baranya Megyei Közútkezelő Kht. megyei fejlesztési elgondolásait, melyeket a kht. megbízásából készülő „Kistérségek megközelíthetőségének vizsgálata Baranya megyében a gyorsforgalmi úthálózat ütemezett fejlesztésére való tekintettel” (Kvantitás-Consulting Kft., 2004.) c. munkában összegeztünk. A munkaközi tárgyalásokon, konzultációkon a kistérségekre alapozott, „a közúti infrastruktúra jelenlegi helyzete és fejlesztési javaslatai” tanulmányokat (pl.: Mohácsi kistérség, 2001., Pécs és térsége, 2002., Komló, Sásd és térsége, 2002., Ormánság, 1998. Készítette a Baranya Megyei Kht.), továbbá a „Baranya megye területrendezési terve” című (a Baranya Megyei Önkormányzat megbízásából a Magyar Regionális Fejlesztési és Urbanisztikai Kht.-ban 2003 szeptemberében elkészített) egyeztetési anyagot vettük figyelembe.

Jelenleg gyors ütemben folyik az M6-os autópálya teljes szakaszát érintő építési tervezés, mely az ún. V/C Helsinki közlekedési folyosó része (tervezők: UNITEF, UVATERV, UTIBER, TURATERV, TETHELY Kft., FÖMTERV). A megyét érintő kérdésekben tárgyaltunk a tervezőkkel a nyomvonalról és a csomóponti kiosztásról, valamint a helyszíni bejárásokról az egyeztetési tapasztalataikat megkérdezve. Az UKIG illetékesével is többször tanácskoztunk, egyeztetünk a nyomvonalakat, a lehetséges csomópontokat, valamint a forgalmi tervezés időtávját illetően.

Áttekintettük a megyét érintő gyorsforgalmi úthálózat ütemezett fejlesztésével kapcsolatos modellezési munkákat (KTI, UNITEF és UVATERV). Az általunk használt **emme/2** modellt kiegészítettük a mellékúthálózat további elemeivel, így gyakorlatilag teljes a hálózati modell lefedése. Igen részletes társadalmi-gazdasági statisztikai elemzéseket végeztünk mind a nemzetgazdasági hosszú távú idősorokra vonatkozóan, mind pedig a kistérségekre, valamint a városhálózatra, és a gépjármű állományra és a szállítási teljesítményekre is.

Az 1. és a 2. ábra a várható forgalmakat, a 3. ábra az összehasonlító forgalomnagyságokat jellemzi a 2003. évi és a 2007-es állapotok között. Jól érzékelhetők a belépő M6-os autópálya forgalomnagysága, valamint a várható forgalomáttérőpedig, a forgalmi tehermentesítés útvonalai.

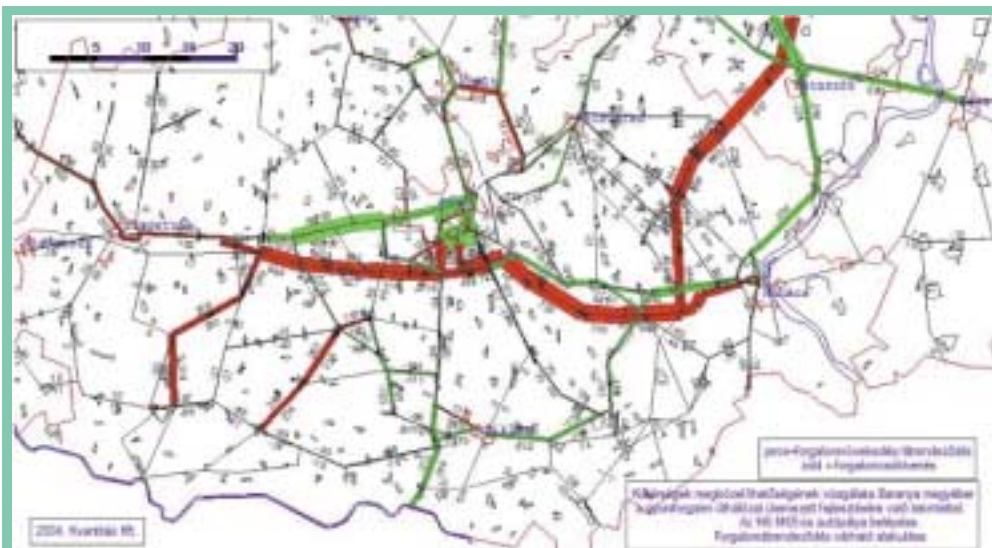
Az adott építési ütem alapján a legjelentősebb változás, forgalmi terhelés csökkenés az 57-es úton várható, valamint a jelenlegi 6-os főúton Pécs és Szentlőrinc között. Az M6-os lényegében párhuzamosan halad az említett útvonalakkal, hozzájuk igen közel. A 6-os főúton szerény mértékű forgalomcsökke-



1. ábra: Az országos közúthálózat forgalmi terhelése, 2003. MOF E/h



2. ábra: Az országos közúthálózat forgalmi terhelése, 2007. MOF E/h



3. ábra: A Baranya megyei úthálózat 2007. évi és 2003-as forgalmi terhelésének összehasonlítása

nésre lehet számítani Pécs és a szekszárdi elágazás között, melynek településhálózati okai vannak. Vegyük továbbá figyelembe, hogy Dunaújváros és Szekszárd között 2007-ig nem épül gyorsforgalmi út, tehát Pécs és Budapest magasabb színvonalú közlekedési kapcsolata csak 2007 után fog megvalósulni.

Ami a tervezési munkákból egyelőre látszik, és célszerű megemlíteni:

- Ha az M6-os autópálya eléri a megyét, akkor a beruházás élénkítő hatás 15-20%-ra tehető.
- A jelenlegi Pécs – Budapest közötti 6-os út mellett az alternatív útvonal az M7 – 65-ös út. Az M6-os belépésével az alternatív útvonalról visszarendezés várható mintegy 3000-3300 E/nap értékben.
- A vasútról 3-5%-os lehet a forgalom-áttérelőzés.
- Az M6-os belépésével a Duna bal partjáról, az 51-es főútról (Budapest–Baja irány) várhatóan mintegy 1000 E/nap forgalom tevődik át a Duna jobb partjára tehát a bajai Duna-híd használatának erősödése várható.

A gazdaságélénkítő hatás feltételezésével azonban óvatosan kell bánni. A várható gazdaságélénkítő hatás mértéke igen bizonytalanul prognosztizálható. A KTI Rt 1996-os tanulmányát – természetesen ebben a tárgykörben sok tanulmány készült különböző műhelyekben, melyek jelentős része beruházási döntéselőkészítő dokumentumként nem nyilvános – megfontolva Magyarország egyik térségében a közúti közlekedési infrastruktúra fejlesztése nem jelenti szükségszerűen azt, hogy más térségben is igazak az ott levont következtetések. Sok olyan makrogazdasági, nemzetközi hatás érvényesül, amelyet nem lehet kellően becsülni, nem beszélve a gazdaságpolitika válsztásokhoz kötött ciklikusságáról.

Vegyük továbbá figyelembe, hogy a közlekedésfejlesztés tervezése 5-7 év távlatában tudja kellő pontossággal előre látni a folyamatokat. Ebben is jelentősebb hatása van a természetes fejlődésnek, mint a tudatos fejlesztésnek. Székesfehérvár kiváló példa arra, hogy a rendszerváltást követően milyen gyors, dinamikus fejlődés zajlott le mintegy tíz év alatt. Ugyan-

leges hatásokról a következő években konkrét tapasztalatok lesznek.

#### 4. Melyek legyenek az üzemeltetés és fenntartás preferenciái a megyei OKA adatok alapján? Mely útvonalakon, útszakaszokon indokoltak a beavatkozások? Melyek a javasolt sorrendiségek több szempont (műszaki, forgalmi, forgalom-összetételi) egyidejű figyelembevételével?

##### 4.1. A kiindulási alapok

Az üzemeltetés és fenntartás megyei stratégiájának kidolgozása kapcsán több munkaközi jelentés készült. Többször igen részletesen konzultáltunk a megbízóval, különösen az OKA adatbázis felhasználása során találkoztunk számos problémával. Ebben az összefoglalóban elsősorban a javasolt megoldásokat szeretnénk bemutatni. Meg kell említeni, hogy több részfeladatot is meg kellett oldani, melyek a végeredmény szempontjából később fontossá váltak, de a munka kezdetekor nem voltak ismertek. A megbízóval közösen kialakított ún. döntési táblák (a kritériumoknak való megfelelések), a dinamikus szegmentálás kidolgozása a különböző részletettségű szakaszos állományokra és ennek felhasználása jelentős előrelépés volt a több szempontot figyelembe vevő értékelésekkor.

Úgy gondoljuk, hogy célszerű a figyelmet felhívni a forrásadatokról tapasztalt gondokra. Ez a továbblépés szempontjából fontos. A menetközben felmerült, előre nem látott, váratlan problémákat többségében sikerült kezelni, illetve megoldani. Számos olyan gondolat is felmerült, mely „a részletestől a magasan aggregált szintig, illetve viszont” próbálta a megye üzemeltetési, fenntartási stratégiáját „körbejárni”, tekintve az úthálózat-fejlesztésekre, a megye kistérségeire, a teljes megyére, a Dél-Dunántúli Régióra, az Európai Unióhoz való csatlakozásra, a határ menti térségek fejlődésére stb.

A megyei adatokkal feltöltött OKA adatbázis

| Közút száma | Kezdő-szelvény | Végszelvény | Burkolat típus | A burkolat tényleges szélessége | A felső réteg építési éve | Az útkorona tényleges szélessége | A forgalmi sávok száma | Homogén hossz |
|-------------|----------------|-------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------|
| KSZAM       | KSZELV         | VSZELV      | RBTIP          | RBT SZ                          | UBEV                      | RKSZ                             | FSVV                   | RSHOSSZ       |
| 6           | 160 + 020      | 160 + 800   | B200           | 7,00                            | 1 998                     | 11,00                            | 2                      | 780           |
| 6           | 160 + 800      | 160 + 822   | B200           | 7,00                            | 1 998                     | 10,00                            | 2                      | 22            |
| 6           | 160 + 822      | 161 + 484   | B200           | 7,00                            | 1 984                     | 10,00                            | 2                      | 678           |

1/b. táblázat

A megyei adatokkal feltöltött OKA adatbázis (folytatás)

|       |           |           | Az egyenletesség mért értéke | A nyomvályú-mélység értéke | Kátyú felület | Kipergő repedés felület | Összes | Teherbírás osztályzat | Homogén hossz |
|-------|-----------|-----------|------------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| KSZAM | KSZELV    | VSZELV    | IRIJ                         | NYVERTJ                    | KATFEL        | KIPFEL                  | OREP   | SZTO                  | RSHOSSZ       |
| 6     | 160 + 020 | 160 + 120 | 2,00                         | 0,01                       | 2,00          | 0,00                    | 27,10  | 1                     | 100           |
| 6     | 160 + 120 | 160 + 220 | 1,00                         | 0,00                       | 2,00          | 0,00                    | 27,10  | 1                     | 100           |

Ennyiféle szempontot nem lehet egy ilyen tanulmányban teljes mértékben figyelembe venni, hiszen ezek közül sok ok-okozati kapcsolat nem vagy nem kellően ismert. Viszont az igényelt közlekedés- és területfejlődés, területfejlesztés folyamatait maradéktalanul figyelembe akartuk venni. A legfontosabb a preferenciák, a sorrendiségek meghatározása volt a megbízóval folytatott többszöri egyeztetés alapján.

Feladatunk volt a 2002. évi megyei úthálózat színvonalmutatójának a számítása az első- és a másodrendű főutakra és az összekötő utakra a pálya keresztmetszeti, pályaszerkezeti, forgalmi OKA mutatókból kiindulva. A következőkben ismertetjük az üzemeltetés és fenntartás számára fontos mutatók alapján végzett számításainkat, a „forgalomlebonnyolódási színvonal”, a „műszaki színvonal”, az „átlagos burkolatállapot színvonal” mutatók meghatározásának javasolt munkamenetét. Tartalmilag többféle színvonalmutató állapítható meg, egyetlen jól megfogható mérőszám-ban nem gondolkodtunk. Ez egyébként a teljesen eltérő szakaszos részletezettségű OKA adatbázis egyik következménye.

A célunk az volt, hogy a megyei OKA adatbázisra támaszkodva elvégezzük azokat a számításokat, elemzéseket, értékeléseket, melyek egy-egy, valamint több szempont egyidejű figyelembevételével naturáliákat adnak, értékmutatókat állítanak elő, a forgalom függvényében abszolút és relatív sorrendeket határoznak meg a beavatkozási stratégiák kialakításához.

A munka során számos problémával szembesültünk, mely a számításokat, az eredmények kidolgozását, meghatározását befolyásolta. A számításokat FoxPro környezetben elvégzett programfejlesztéssel hajtottuk végre. A forrás a megyei OKA adatbank és annak feltöltött tartalma, az ÁKMI Kht. forgalmi adat-szolgáltatása a megyei úthálózatra, a megyei kht. említett kistérségi füzeteiben szereplő fajlagos és forintosított paraméterek voltak.

A megyei adatokkal feltöltött OKA adatbázist az 1/a. és az 1/b. táblázat szemlélteti. Az üzemeltetés, – fenntartás szempontjából egyelőre csak a táblázatban közölt mezőkre és műszaki tartalmukra tudunk szá-

mításokat végezni. A csomópontokra vonatkozó adattár nincs feltöltve a kapott információk alapján. A csomóponti beavatkozásokra vonatkozó megyei elgondolások a szakmai rutin, a tapasztalat, a helyismeret alapján dolgozták fel a már említett kistérségi anyagokban. Vagyis a megyei OKA csomóponti adattár nem tette lehetővé, hogy a megfelelő számítási algoritmusokat kidolgozzuk, programozzuk.

Számos problémával – esetenként adottsággal – kellett szembesülnünk, ami a megoldásokat nehezítette. A legtöbb gondot a szisztematikus munkavégzésben az okozta, hogy a forgalmi, a keresztmetszetre vonatkozó, valamint a burkolatfelületre vonatkozó tematikus adatbázisok gyökeresen különböző rekord-számot – rész-szakaszolást – tartalmaznak. Ez módszertanilag azt jelentette, hogy „átfogó szintézist”, több szempont (forgalom, a keresztmetszet megfelelősége, a burkolatállapot megfelelősége) egyidejű figyelembevételével készített sorrendiséget nem lehet egyszerűen előállítani az erősen eltérő szegmentáció – melyet a 2. táblázat szerinti minta érzékeltet – miatt.

Vagyis az ún. FORGALMI, KERESZTMETSZET és BURKOLAT (a nagy betűs jelölésen adatbázist értelmünk) adatok tematikus csoportosítását végeztük

2. táblázat

Szakaszképzési jellemzők

| 1. eset |  |  | Forgalmi szakaszképzés<br>Műszaki szakaszképzés |
|---------|--|--|-------------------------------------------------|
| 2. eset |  |  |                                                 |
| 3. eset |  |  |                                                 |
| 4. eset |  |  |                                                 |
| 5. eset |  |  |                                                 |
| 6. eset |  |  |                                                 |
| 7. eset |  |  |                                                 |

el a rendelkezésünkre álló mutatók eltérő részletezettsége miatt. Majd kidolgoztuk a forgalmi szempontokra alapozott értékelést, mivel a KERESZTMETSZET és a BURKOLAT forgalomfüggése egyértelmű. Később pedig kialakítottuk a színvonalmutató értelmezését, majd további elemző számításokat végeztünk.

Több szempont alapján sorrendiségeket állapítottunk meg utakra, útszakaszokra, továbbá a KERESZTMETSZET és a BURKOLAT adatbázisok alapján a szükséges értékeket meghatározva költségkalkulációt is végeztünk. A számítások folyamata – a programozásnak köszönhetően – finomítható, pontosítható, különösen az egységárakra való tekintettel.

## 4.2. Döntési táblák

A 3. és a 4. táblázat azokat a döntési táblákat tartalmazza, amelyek alapján a KERESZTMETSZET adatbázisból kivett adatok szerint meghatározhatók a szükséges útkorona-, valamint burkolatszélesítések. Leegyszerűsítve a folyamatot: az adatbázis minden egyes rekordján végigmenve a szakasz az adott vizsgálati „osztályba” tartozó kritérium szerint (a meglévő OKA adat és a tervezettnak megfelelő adat összevetése alapján) besorolható. A szakaszjellemzők alapján kiszámítható az adott úton a korona-, valamint a burkolatszélesítés. Ha a fajlagos költségadatot ismerjük, akkor az értékmutató is kiszámítható.

3. táblázat

Döntési tábla az útkorona szélesítésére

| T1 döntési tábla                             |         |           |          |         |           |
|----------------------------------------------|---------|-----------|----------|---------|-----------|
| Az útkorona szélesítése (m), paraméter: RKSZ |         |           |          |         |           |
| Főút                                         |         |           | Mellékút |         |           |
| Osztály                                      | Meglévő | Tervezett | Osztály  | Meglévő | Tervezett |
| 1                                            | 9-10    | 11        | 10       | <=7     | 10        |
| 2                                            | 10-11   | 11        | 11       | 7-8     | 10        |
| 3                                            | 9-11    | 11        | 12       | 8-9     | 10        |
|                                              |         |           | 13       | 9-10    | 10        |

Döntési tábla a burkolat szélesítésére

| T2 döntési tábla                         |         |         |           |              |   |     |   |     |   |
|------------------------------------------|---------|---------|-----------|--------------|---|-----|---|-----|---|
| Burkolatszélesítés (m), paraméter: RBTSZ |         |         |           |              |   |     |   |     |   |
| Szélességek                              |         |         |           | Gyakoriságok |   |     |   |     |   |
|                                          | Osztály | Meglévő | Tervezett | 0,5          | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| Főutak                                   | 20      | 6-7     | 7         | +            |   |     |   |     |   |
|                                          | 21      | 6,5-7   | 7         |              | + |     |   |     |   |
| Összekötő                                | 30      | 5-5,5   | 7         | +            | + | +   |   |     |   |
| utak                                     | 31      | 6       | 6,5       |              |   |     |   |     |   |
|                                          | 32      | 6,5     | 7         | +            | + | +   | + |     |   |
|                                          | 33      | 6-7     | 7         |              |   |     |   |     |   |
|                                          | 34      | 6-6,5   | 7         |              |   |     |   |     |   |

A szükséges koronaszélességre vonatkozó fajlagos költségadatokat átvettük a Pécs térsége, közlekedési helyzete és fejlesztési javaslata című, a megyei kht.-ban 2002-ben készült tanulmányból. A 2002-es adatokat 1,05 inflációs rátával megszoroztuk, és ennek alapján számoltunk 2003-ra.

A döntési táblákat a már említett mohácsi kistérségre készült tanulmányban szereplő információk szerint alakítottuk ki. Itt a szükséges szélesítések 0,5 méterenként sorolták fel, a Pécs térsége dokumentumban ez 1 méterenként szerepel.

Mi maradtunk a 0,5 méteres felosztásnál – a programfejlesztéseknél ez állt rendelkezésre –, és a fajlagos 2002-es költségadatokat a Pécs térsége tanulmányból kivéve interpoláltuk a félméteres osztályközökre. A burkolatszélesítés döntési tábláját hasonlóan készítettük el. A kiindulás itt is a Mohács kistérségi dokumentum volt, a programozást erre végeztük el. A fajlagos költségadatokat külön útvonalanként gyűjtöttük össze, és egy paraméter fájlban tároljuk.

A már említett Pécs térségre készített dokumentum – ami a legfrissebb – más szerkezetben tartalmazza a fajlagos költségadatokat, ezért a megbízóval egyeztetnünk kellett a 2003-as számokat.

A szükséges felületi beavatkozások mértékének a számításához a Pécs kistérsége tanulmány tartalmi kialakítását vettük alapul. A számításokhoz az 5. táblázatban foglalt kritériumokat rögzítettük. A feltételeket a megbízóval többször egyeztetve állítottuk elő.

Az üzemeltetési-, fenntartási stratégia kialakításához nélkülözhetetlenek voltak az említett döntési táblák, melyek átláthatóvá, megismételhetővé, megalapozottá teszik a döntés-előkészítést.

Igen fontos, hogy a döntési táblázatokban megfogalmazott kritériumok alapján minden egyes OKA szakaszhoz egy gyakorisági szám rendelhető, ami gondos mérlegelést tesz lehetővé. Ugyanakkor a számítástechnikai munkák elvégzése figyelmeztet arra, hogy például a szükséges felületi beavatkozások kritériumai közül a megbízó a „burkolat állapot” mutatót tartotta a legfontosabbnak, a döntési táblázatban pedig a megfogalmazott feltételeknek mind az aszfalt, mind a makadám burkolatú utaknál igen sok szakasz nem felelt meg. Ezért erre célszerű visszatérni, és egy sú-

4. táblázat

| T3 döntési tábla Kritériumok       |                  |           |          |         |        |           |
|------------------------------------|------------------|-----------|----------|---------|--------|-----------|
| A szükséges felületi beavatkozások |                  |           |          |         |        |           |
| Meglévő                            |                  | Nyomvályú | Egyenet- | Összes  | Teher- | Burkolat- |
| burkolat                           |                  |           | lenség   | repedés | bírás  | állapot   |
|                                    |                  | NYVERTJ   | IRIJ     | OREP    | SZTO   | RBAL      |
| Aszfalt                            | Felületi bevonat | <=21      | <=6.3    | >30%    | 1,2,3  | 4,5       |
| Erősítés                           | >20              | >=6.3     |          | 4,5     | 3,4,5  |           |
|                                    |                  |           |          |         |        |           |
| Makadám                            | Felületi bevonat | <=15      | <=6.3    | >30%    | 1,2,3  | 3,4,5     |
|                                    | Profiljavítás    | >18       | >=6.3    |         | 4,5    | 4,5       |

lyozási technika alkalmazásával az összes kritériumot figyelembe kellene venni. Amennyiben ez nincs így, akkor felmerül az adatgyűjtés hatékonyságának a kérdése: Miért gyűjtünk olyan adatot, amit érdemben nem használnak fel?

E munkamódszer alapján megállapíthatók az üzemeltetés és a fenntartás szempontjából javasolható útpálya keresztmetszeti, valamint pályaszerkezeti beavatkozások az ún. kritérium táblákban meghatározott követelményekhez viszonyítva. Vagyis a szükséges korona- és burkolatszélesítések, valamint a burkolatállapotra vonatkozó felületi bevonat, erősítés, profiljavítás mind az aszfalt, mind pedig a makadám burkolatú utakra.

Meg kell jegyezni, hogy a számítási munkákat a 2003. év végén végeztük el, tehát célszerű az azóta bekövetkezett és végrehajtott beavatkozásokkal az eredeti tanulmányban szereplő „listát” módosítani.

#### 4.3. Forgalom-lebonyolódási, műszaki, burkolatlápolat színvonal a baranyai közúthálózaton

A bemutatott OKA egyedi adattartalmak alapján tulajdonképpen annyiféle sorrendiséget állapíthatunk meg, ahány adatmezővel rendelkezünk. A döntéshozatalhoz azonban olyan eredő sorrendek megállapítása a célunk, amely preferenciákat állapít meg a megbízónak, lehetőleg több szempont egyidejű figyelembevételével.

Az üzemeltetéskor kiemelten fontos a forgalom nagysága, összetétele (különösen a nehéz tehergépjármű aránya) és körülményei (pl.: kapacitáskihasználás, átlagos menetsebesség stb.). Ugyanakkor alapvető, hogy az üzemeltetést és a fenntartást az úthasználók érdekében magas színvonalon végezzék. Tehát nem elég csak műszaki szempontokra alapozni, hanem a forgalom-minősítést célszerű magasabb színvonalra emelni, ami a beavatkozások sürgősségét, sorrendiségét szolgálja.

Ezt a többszintű követelményt, megkíséreltük „egybegyűrni”. A FORGALMI adattár testesítette meg mért és számított értékeivel az úthasználókat (forgalmi igény oldal). A forgalomnagyság, forgalom összetétel stb. jól ismert, hiszen az ÁKMI Kht. hosszú évek óta gyűjti, és ma már CD-n megjelenteti. Ebben az állományban 591 rekord van.

A KERESZTMETSZET adattár tartalmazta a burkolat és útkorona szélességére, valamint a forgalmi sávokra vonatkozó adatokat. Az állomány 235 rekordot tartalmaz. A keresztmetszeti adatok kiemelten fontosak, mivel a forgalom csak a megfelelő „keresztmetszetben” tud lefolyni.

A BURKOLAT adattár az OKA adatokat tartalmazta 9226 rekordban – mint a megyei úthálózat szakaszainak rész-szakaszokra vonatkozó adattára.

14 mutatót véglegesítettünk a számításokhoz, elemzésekhez:

1. Az egyenetlenség mért értéke
2. A nyomvályú mélység értéke
3. Kátyú
4. Kipergő felület
5. Az összes repedés felület
6. A teherbírási osztályzat
7. A személygépkocsik átlagsebessége
8. A szükséges koronaszélesség
9. A szükséges burkolatszélesség
10. A nehéz tehergépjármű aránya az összes forgalomból
11. A személygépjármű aránya az összes forgalomból
12. A személygépkocsi járműteljesítménye az adott útszakaszon
13. A tehergépkocsi járműteljesítménye az adott útszakaszon
14. A becsült balesetszám

A fenti 14 mutatót a megyei OKA forgalmi és műszaki adattárból választottuk, de az úthasználói igényeket közvetve vagy közvetlenül jellemző számított mutatókat is generáltunk a sebesség, a járműteljesítmény, a becsült balesetszám alapján. A mutatószámokat az eltérő útszakasz részletezettségű megyei úthálózaton három színvonalmutatóba csoportosítottuk. Ugyanis a már említettek miatt az összevonást, a súlyozást, az aggregálást nem tarjuk célravezetőnek egy „szintetizált” mérőszámokban. Ugyanakkor a forgalom-lebonyolódási színvonalmutatót alkalmasnak tartjuk a másik kettő súlyozott aggregálására.

#### Forgalom-lebonyolódási színvonal

7. A személygépkocsik átlagsebessége
10. A nehéz tehergépjármű aránya az összes forgalomból
11. A személygépjármű aránya az összes forgalomból
12. A személygépkocsi járműteljesítménye az adott útszakaszon
13. A tehergépkocsi járműteljesítménye az adott útszakaszon
14. A becsült balesetszám

## Műszaki színvonal

1. Az egyenetlenség mért értéke
2. A nyomvályú mélység értéke
3. Kátyú
4. Kipergő felület
5. Az összes repedés felület
6. Teherbírási osztályzat

## Átlagos burkolatállapot színvonal

8. A szükséges koronaszélesség
9. A szükséges burkolatszélesség

Minden egyes mutatót egy öt fokozatú statisztikai skálán helyeztünk el a mutató átlagához mint „közepes” értékhez viszonyítva. Az így előállított értékskálának meghatároztuk az irányát. Vagyis egy mutatószám magasabb vagy alacsonyabb értéke kedvező-e vagy kedvezőtlen. Majd pontskálát készítettünk, ahol egyelőre súlyozatlanul összeítettük pontértékben az egyes tényezőket. A pontértékek sorba rendezése megadja a legkedvezőbb, a legmagasabb pontértékű szakaszok listáját.

Az úthasználó szempontjából „közömbös”, hogy „alatta” az úthálózat pl. üzemeltetés és fenntartás szempontjából hány szakaszra, rész-szakaszra van osztva. A döntéshozóknak is más szintre van szükségük, mint mondjuk 10 000 rész szakasz adatainak ismerete.

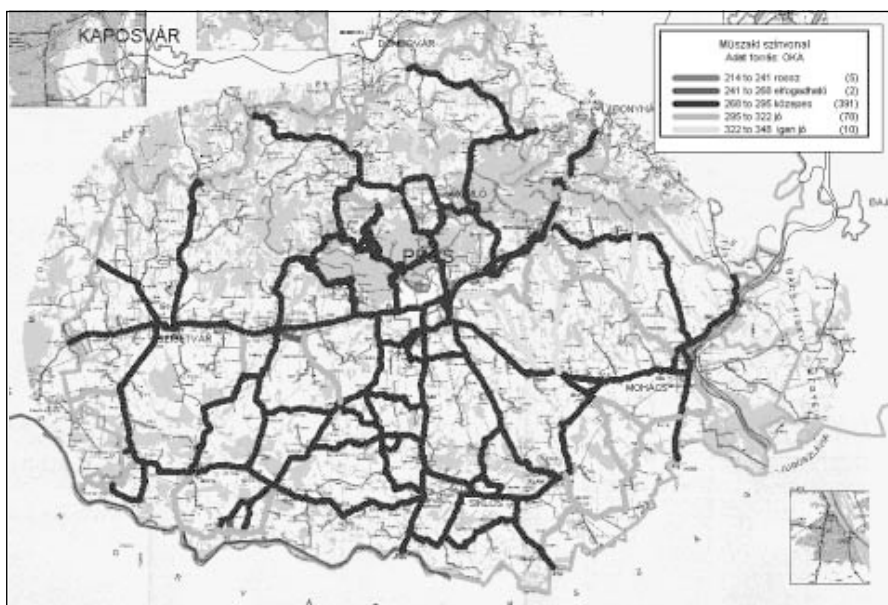
Ezért vontuk be a térinformatikát a színvonalmutatók aggregálására (magasabb szintre való összevonás). A megye digitalizált úthálózatát az úthasználók szempontjából „csomóponttól csomópontig” úthasználói egységnek tekintettük. Vagyis két valós útkeresztés (útcsatlakozás) csomópontjai között úthasználói szempontból a szakasz homogén. Ez a megközelítés lehetővé teszi, hogy az ilyen szakaszokra összevonjuk a különböző adatállományokban szereplő eltérő hosszúságot reprezentáló szakaszokat, rész-szakaszokat.

Az aggregálást a MapInfo Professional 7.5 térinformatikai szoftverrel végeztük el, amely lehetőséget teremtett, hogy az aggregált adatokat (eredő pontszámok) egy ötfokozatú skálán megoszlásuk szerint csoportosítsuk és definiáljuk „rossz”, „elfogadható”, „közepes”, „jó”, „igen jó” szöveges meghatározással. Egyben az így előállított térkép is megrajzolhatóvá vált.

A tanulmány tartalmazza

- a forgalom-lebonyolódás színvonal,
- a műszaki színvonal,
- az átlagos burkolat állapot színvonal

általános térképeit.



4. ábra: Az utak műszaki színvonala Baranya megyében

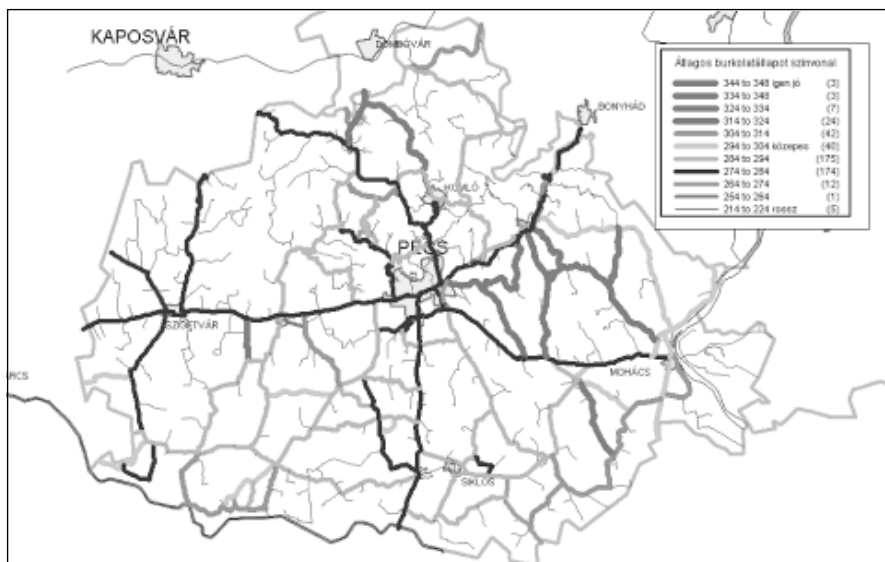
Az átlagos burkolatállapot színvonalat leíró mutatók részletező térképei:

- a szükséges koronaszélesség,
- a szükséges burkolatszélesség,
- koronabővítés a mellékútvonalakon.

A műszaki színvonalat leíró mutatók részletező térképei:

- az egyenetlenség útvonali átlaga,
- a nyomvályú-mélység útvonali átlaga,
- a kátyús felület útvonali átlaga,
- a kipergő felület útvonali átlaga,
- az összes repedésfelület útvonali átlaga,
- az útvonali teherbírási osztályzat útvonali átlaga.

Vegyük észre, hogy a 4. és az 5. ábrán bemutatott térképek összetett számítások eredményét hordozzák, és alkalmasak az úthálózat üzemeltetését és fenntartását szolgáló stratégiák megalapozására. Természetesen a térképek mellett rendelkezésre állnak azok a táblázatok is, amelyek a részletező adatokat – a beavatkozások ajánlott sorrendiségével együtt – hordozzák. A keresztmetszetre és a burkolatállapotra pedig



5. ábra: Az átlagos burkolatállapot színvonala Baranya megyében

költségtáblák készültek. A bonyolult szerkezetű, eltérő rekordszámú műszaki és burkolatállapot adatbázisokat súlyozottan is sorrendbe állítottuk a forgalom-lebonyolódás színvonalmutatóját súlyként felhasználva.

Tehát az „úthasználó szempontjából egy homogén szakasz” a megyei OKA adatbázisban például a kátyú, a kipergő felület, a nyomvályú értéke stb. szempontjából esetleg százat is meghaladó rész-szakaszra oszlik. A műszaki megítélése ennek a rész-szakasz sorozatnak önmagában lehet igen negatív. Viszont ha nincs rajta forgalom, akkor valószínűleg a kevésbé fontos beavatkozások közé kell sorolni. Sürgős beavatkozást igényel viszont az előbb említett példa szerint, ha nagyobb a forgalmi színvonal összetett mutatójának a rész-szakaszokhoz hozzárendelt kedvezőtlen osztályzata.

Tehát – nagyon leegyszerűsítve – a legmagasabb szinten a forgalmi tulajdonságokkal rendelkező útszakaszok vannak. Itt értelmezhető, számítható a megjelenő forgalom szempontjából az úthasználói igény.

Azt kellett megoldanunk, hogy a rész-szakaszok hosszabb forgalmi szakaszokban való „benne” foglaltatását a kezdő és a végszelvényükkel számítsuk. Ez lehetőséget ad arra, hogy az úthasználói igénynek megfelelően állítsunk elő beavatkozási fontossági sorrendeket az útüzemeltetés és fenntartás számára.

## 5. Milyen a baranyai kistérségek relatív sorrendje a közlekedési igényeik kielégítésekor?

A Baranya Megyei Állami Közútkezelő Kht.-ben készített dokumentum szerves kapcsolatot tételez fel a közlekedéshálózat és a településhálózat között, kiemelt figyelmet fordítva a helyi sajátosságokon nyugvó fejlesztésnek, a megye élete természetes fejlődésének. Ez elengedhetetlen, mivel az elmúlt évtizedben megerősödni látszik az a folyamat, hogy „leveszik a térképről” az úthálózatot, és az önálló életre kel. Az úthálózat fejlesztését, fenntartását, üzemeltetését helyesen csak térségi szemléletben tárgyalhatják. A megbízótól átvett kistérségi dokumentumokat (tanulmányok) gondosan tanulmányoztuk. Az üzemeltetés és fenntartás táblázatainak tartalmi kialakítása sok helyen igazodik az elkészült anyagokhoz. A megbízó szemléletét követve az egész megyére vonatkozó kistérségi fejezetet készítettünk.

A tanulmány a 2002-es KSH kistérségi adatainak összehasonlító diagramjait tartalmazza: a régió, benne a megyék kistérségei és külön kiemelve Baranya megye kistérségeit. A régió átlaghoz viszonyított diagramok a kistérségek úthálózat fejlesztési és korszerűsítési rangsorolására vonatkoznak.

A kistérségi közlekedési hálózatok szemléletmódjával kapcsolatosan a következő javaslatokat célszerű megfontolni. Bemutatjuk a projekt készítése során a kistérségekre vonatkozó ún. „vonalas” jellemzők (forgalom, a tehergépjárművek aránya, az átlagos menetsebesség, az eljutási idő, balesetek stb.) aggregálásának (magasabb szintre emelésének) problémáit.

A KSH-tól beszereztük a legfrissebb területi statisztikai adatokat. A kistérségekre vonatkozó statisztikákban régóta probléma a közlekedésre vonatkozó adatok figyelembevétele. Minden olyan adat, amely települések szintjén hozzáférhető, kistérségre is aggregálható. Össze lehet adni, átlagot, súlyozott átlagot lehet számítani stb. Ugyanebbe a számítási körbe tartozik a kistérségre, mint a zárt poligonra megadott aggregálása:

- pontoknak (pl.: települések, ipari parkok, állomás, megálló, hajókikötő stb.),
- a kistérség határán elhelyezett vonalaknak,
- a kistérségben benne foglalt bármely más poligonnak (erdő, mező stb).

Itt most nem bonyolódunk bele a különböző térinformatikai objektumokkal elvégezhető műveletekbe, de megállapítható, hogy az úthálózat nem „vagdosható el” a kistérség határain, így arra nem is aggregálható, kivéve, ha az út a kistérségben „benne foglaltatik”.

A másik, talán még fontosabb szempont, hogy az úthálózat, különösen a főúthálózat funkcionális feladata, hogy a helyváltoztatási igényeket kielégítse, a megjelenő forgalom pedig egy eredő pontból (körzetből) egy fogadó pontba (körzetbe) áramlik. Az áramlás pedig nyilvánvalóan nem áll meg a közigazgatási határvonalon. Ezért nem tudjuk érdemben a közlekedési infrastruktúra „vonalas” tulajdonságait területegységekre értelmezni.

A közlekedési hálózaton lebonyolódó forgalmat nem tartjuk célszerűnek a kistérség határán „elvágni”, még ha egy útvonalon lehet is erre a metszéspontra egy szelvényszámot számolni. Amit kistérségekre aggregálni (átlagolni) javasolunk, az a keresztmetszeti számítások (állandó) mérőhelyeinek az adatai, melyek pontszerű helyszínként digitális térképen megjeleníthetők.

## 6. Összefoglalás

Javasoljuk, hogy a további, kistérségekkel kapcsolatos tanulmányok vegyék figyelembe az úthálózat vonalasan funkcionális szerepét. Az eddig elkészített és készülőben lévő kistérségekkel foglalkozó tanulmányokat új szerkezetű, összeállítású dokumentumban lehetne átalakítani. „Baranya megye kiemelt útvonalai és településhálózati kapcsolataik” (vagy valami hasonló), mely szemléletesen mutatná be az úthálózat fejlesztését, fenntartását, az üzemeltetést, ahol a településstatisztikai adatok mellett a kiemelt útvonalakon van a hangsúly, igazodva a gyorsforgalmi úthálózat kiépítésének üteméhez. A legfrissebb területi statisztikai adatok alapján a megye kistérségeire elemző táblázatokat, térképeket készítettünk, amelyek a relatív elmaradottságot vagy esetleg előnyt ábrázolják, és a fenntartási-üzemeltetési stratégiához nyújtanak támaszt a területfejlődés oldaláról. Itt kell megemlíteni, hogy a 244/2003. (XII. 18.) kormányrendelet intézkedik a kistérségek megállapításáról, lehatárolásáról és megváltoztatásának rendjéről. A korábbi 150 kistérség száma 168-ra nőtt.

## Irodalom

Kistérségek megközelíthetőségének vizsgálata Baranya megyében a gyorsforgalmi úthálózat ütemezett fejlesztésére való tekintettel. Kvantitás-Consulting. Budapest, 2004.

A közúthálózat tervezett fejlesztési elemei belépésének hatása Baranya megye közlekedésfejlesztésében hosszú és nagytávlatban. Kvantitás-Consulting. Budapest, 2000.

Baranya megye kistérségeinek helyzete a közlekedési kapcsolatok szempontjából. Preferenciák megállapítása az összekötő utak kiépítési programja számára. Kvantitás-Consulting. Budapest, 1999.

Közúti beruházások terület- és gazdaságfejlesztő hatásainak figyelemmel kísérése (témafelelős: dr. Vörös Attila). KTI. Budapest, 1996.

## Summary

### Effects of staged development of high-speed network on road operation and maintenance priorities

The authors seek answers for the following questions regarding the public road network of Baranya County. What are the changes in traffic flows before and after construction of new M6 and M56 motorways? What are the preferences of road operation and maintenance and what kind of interventions can be justified? What are the priorities based on multi-criteria analysis concerning traffic composition and technical condition data? What is the relative importance of micro-regions satisfying road transport needs taking into account changes in level of service? Decision tables and maps help establishing changes in operation and maintenance strategy.

## Nemzetközi szemle

### A Rio-Antirio híd Görögországban

*Rio-Antirio bridge*

*Wikipedia, az Internet szabad enciklopédiája  
(www.wikipedia.org), 2004.*

A Rio-Antirio híd egy ferdekábeles híd, mely 2004-ben készült el, és összeköti a Peloponnészoszi félszigetet Görögország nyugati részével, ezáltal Európával is. A korábban csak a keleti oldaláról vagy komppal megközelíthető félsziget közlekedési kapcsolatait jelentősen megjavítja az új híd. Az ötnyílású híd hossza 2252 m, a feljárókkal együtt 2882 m, ez a világ leghosszabb ferdekábeles hídja jelenleg. A hídpálya szélessége 28 m, irányonként két sávval és leállósávval, valamint gyalogos járdával. Hivatalos neve Harilaos Trikoupis híd egy 19. századi miniszterelnök után, aki először javasolta e helyen híd építését. A híd tervei a 90-es években készültek. Az építési munkák 1998-ban indultak, a 4 pillér kialakítását 2000-ben kezdték meg. 2003-tól épült a

hídszerkezet, melyet 2004. május 21-re fejeztek be. Ezután már csak a szigetelési és befejező munkák maradtak. A híd ünnepélyes átadására 2004. augusztus 7-én, egy héttel az athéni Nyári Olimpiai Játékok megnyitása előtt került sor. Az átadást az eredetileg kitűzött 2004. őszi határidő előtt teljesítették, és az olimpiai lángot már az új hídon vitték át. A híd teljes költsége mintegy 630 millió Euró, nagyrészt az EU finanszírozásában. A tervezés és kivitelezés fő irányítója a francia Vinci csoport volt, vezető építésze Berdj Mikaelian. Az üzemeltetést az e célra alakult Gefyra (görögül: híd) koncessziós társaság végzi. A különleges mérnöki feladatot jelentő szerkezet 65 m mély tengerszorosot hidal át. Az altalaj üledékes, a szeizmikus aktivitás a térségben magas, mert az egész Korinthuszi-öböl évente kb. 30 mm-rel tágul. A kedvezőtlen feltételek egyedi technikai megoldásokat igényeltek. A pilléreket nem a tengerfenékre alapozták, hanem rendkívül nehéz és alapos munkával kialakított egyenletes felületű kavicságyra

helyezték őket. Tektonikus mozgás esetén a pillérek elmozdulhatnak a tengerfenékhez képest, és a kavicságy felfogja a mozgási energiát. A hídszerkezet és a pillérek összekötését a saruk mellett lengéscsillapítók is biztosítják, melyek szintén a mozgási energia elnyelését szolgálják. Túláságosan merőv kapcsolat földrengés esetén károsodna, ugyanakkor a túláságosan nagy vízszintes elmozdulások sem engedhetők meg a pillérek védelme érdekében.

G. A.



Az injektálás célja általában a szerkezetek megerősítése, összeragasztása vagy vízzáróságuk helyreállítása. Az építési vegyi anyagok piacán az utóbbi években a leggyakoribb hagyományos cementkötésű, epoxi és poliuretán rendszerek mellett megjelentek a gélkonzisztenciájú injektálóanyagok is. Ezekkel a rugalmas, általában duzzadóképes anyagokkal – kellő megfontolásokkal – a masszív beton, a vasbeton és egyéb szerkezetek vízzárósága érhető el vagy a szerkezetek inhomogenitásainak a kitöltésével, vagy a szerkezetek mögé-mellé injektálással.

## 1. Bevezetés

A hídszerkezetek sérüléseinek javítása állandóan fel-felbukkanó feladat. A masszív, tömör beton- és vasbeton, a falazott téglá vagy a kőből épült szerkezetek egyik javítási eljárása az injektálás, melynek során javítóanyagot juttatunk be a szerkezet repedéseibe, üregeibe. Az injektálások célja többféle lehet:

- szerkezetek erőátadó összeragasztása,
- szerkezetek szilárdságának fokozása, helyreállítása a repedések-pórusok-félszkek kitöltésével,
- szerkezetek tömítése, folyadékszűrőbiztosítása (repedések lezárása vagy összefüggő szerkezetek tömítése),
- szerkezetek szigetelésének megoldása vagy javítása a szerkezet mellé injektálással.

## 2. Az injektálási technikák csoportosítása

Az injektálási technológiákat több szempontból csoportosíthatjuk, így:

- A repedések-folytonossági hiányok jellemzői alapján (a legfontosabb: a repedés mozgó vagy statikus, azaz a szélessége változik-e vagy sem) – ez meghatározza az alkalmazható injektáló anyagot.
- Az injektáló anyagok típusa szerint
  - ♦ cementes injektáló anyagok (cementpép, mikrocement),
  - ♦ műgyanták (oldószermentes gyanták: EP, PUR, PMMA),
  - ♦ habosodó műgyanták (PUR),
  - ♦ hidrogélek (akrilát, PUR).
- Az injektálási technika szerint
  - ♦ injektálás kis nyomáson (néhány bar), vagy nagy nyomáson (akár 100 baros nagyságrendig),
  - ♦ injektálás gyorsan vagy lassan kötő anyaggal,
  - ♦ injektálás egy- vagy kétkomponenses géllal,
  - ♦ injektálás ragasztott, vagy fúrt injektáló csontokkal,
  - ♦ injektálás a szerkezetbe, vagy azt átfúrva, a szerkezet mögé.

## 3. Injektálási feladatok hidakon

A hídszerkezeteken végzett injektálási feladatok igen sokrétűek lehetnek. A hagyományosnak tekinthető injektálási feladatok illusztrálására álljon itt három példa.

<sup>1</sup> A 2004. évi Országos Hidmérnöki Konferencián Zalaegersze-  
gen elhangzott előadás alapján

<sup>2</sup> MAHÍD 2000 Rt., főtanácsos

### 3.1. Megrepedt tartószerkezet erőátadó injektálása

Sajnos elég szokványos, hogy az úrszelvényt messze meghaladó járművel a hídszerkezetnek ütköznek, mely az oldalról érkező mechanikai igénybevételt nem viseli el, elreped. Az átrepedt szerkezetet – ha a tönkremenetel mértéke nem túl nagy – injektálással össze lehet ragasztani.

Az ismert technológia szerint a száraz repedést gyorsan kötő habarccsal lezárják, hogy az alacsony viszkozitású műgyanta ne folyék el, majd kis nyomáson, kellő türelemmel a repedést hosszú fazékidéjű műgyantával kitöltik. A kötődő alatt a szerkezet nem mozoghat, a bejuttatott műgyantarétegnek a lehető legvékonyabbnak kell lennie.

### 3.2. Csökkent szilárdságú, porózus szerkezet telítő injektálása

Jellemző példa erre egy téglaszerkezetből készült ívhíd mikrocementes injektálása. A szükséges mértékű elővizsgálatok (szilárdság, porozitás, üregtartalom stb.) után a megfelelő sűrűséggel elhelyezett injektáló csontokon keresztül a szerkezetet mikrocement szuszpenzióval telítették.

Az utólagos vizsgálatok bizonyították, hogy a szerkezet teherbíró-képessége növelhető volt, az injektálás a falazott-boltozott szerkezetet tömörre, üregmentessé tette.

### 3.3. Hídszigetelés vízzáróságának helyreállítása injektálással

A hídszerkezetek vízzáróságát a megfelelően beépített szigetelésekkel érjük el. Szélsőséges esetben – ha például a hibahely nem tárható fel, vagy a híd forgalmi okokból nem zárható le hosszabb időre – a szigetelési hiba injektálással javítható.

## 4. Új, sokoldalú technika: a gélinjektálás

Az eddig használt injektálóanyagaink vagy cementes szuszpenziók, vagy kémiai reakció révén térhálósodó, kikeményedő műgyanták voltak. Az új injektáló-anyagcsalád gél állapotú, azaz injektálható állapotban hígán folyós, megkötött állapotban kocsonyaszerű, lágyan rugalmas állapotú anyag.

Ami a gélek injektálási felhasználását illeti: az 1950-es években kezdtek akrilamid gélekkel foglalkozni, melyek széles körű elterjedését az anyagok mérgező volta akadályozta. Ennek ellenére folytak hazánkban is ilyen kutatások, az 1970-es évek végén a Budapesti Műszaki Egyetemen készültek e témában diplomamunkák. A vezető anyaggyártók az 1990-es évek elején fejlesztették ki a poliakrilát, polimetakrilát géleket, melyek már nem mérgezők. Magyarországon – ismereteink szerint – 1993 novembere óta használnak egyre gyarapodó mértékben géleket.

Újdonságnak lehet mégis tekinteni ezt a technológiát részben korlátozott ismertsége miatt, részben mert viszonylag kevés az ezzel kapcsolatos jól dokumentált tapasztalat. A hidrogéles injektálással kapcsolatban most is folynak kutatások, a technológiára vonatkozó szabályozásokat is most dolgozzák ki.

## 5. A gélek természetrajza

Az építőiparban használatos gélek jellemzőit a következők szerint lehet összefoglalni:

- viszonylag laza szövésű, kémiai kötöttségű térháló,
- az eredetileg hidrofób (általában apoláros szénhidrogén) műgyanta láncokra hidrophil csoportokat helyeznek fel, ezáltal a laza térhálóba a víz be tud épülni.

A hidrogéleknek több előnyös tulajdonsága van a többi injektáló anyaggal szemben:

- ♦ víz hatására fizikai utóduzzadásuk van,
- ♦ kicsi az injektáláskori viszkozitásuk,
- ♦ általában szabályozható a reakcióidejük,
- ♦ kitérhálósodott állapotban fiziológiailag ártalmatlanok (nem szennyeznek a talajt, érintkezhetnek élővízzel, ivóvízzel stb.).

A következőkben a legfontosabb hidrogélek tulajdonságait tekintjük át.

### Az akrilátgélek térhálósítása:

A metakrilát molekula: 
$$\text{CH}_2 = \text{C} - \text{COOR}$$

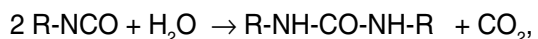
|  
 $\text{CH}_3$

Térhálósítás:

- Nátrium-peroxid  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , mely vízzel elkeverve  $\text{NaOH}$ -t és  $\text{O}_2$ -t eredményez ('nascens' oxigént, illetve  $\text{H}_2\text{O}_2$  hidrogén-peroxidot, melyek a gyökös polimerizációt be tudják indítani, s mellesleg  $\text{NaOH}$ , nátronlúg keletkezik, mely lúgos kémhatásával a gélesedési reakciót gyorsítja).
- Ammónium-peroxo-diszulfát  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ , melynek hatásmechanizmusa hasonló.

Sok só hozzáadásával sok indító gyök alakul ki, erősen alkalikus lesz a közeg, gyors a reakció. A térháló sűrűségét alapján a kiindulási anyagok (akrilát polimer, aktivátor, katalizátor) jellemzői adják meg, a gyorsító (iniciátor) elsősorban a reakció sebességét befolyásolja. Másodlagosan persze a gélstruktúra kialakulását, ezáltal annak rugalmasságát, stabilitását is. Ökológiaként megfogalmazzák, hogy a lassabb reakció jobban kedvez a kiegyensúlyozott gélstruktúra kialakulásának.

### Az egykomponenses poliuretán térhálósítása:



ahol az  $\text{R-NCO}$  vegyület olyan prepolimer, melynek  $-\text{NCO}$ , azaz izocianát végcsoportja van, mely vízzel  $\text{CO}_2$  lehasadás közben reagál. Mivel a szénhidrogén polimer eredetileg hidrofób, kellő mennyiségű hidrophil oldalláncot kell a perpolimerre függeszteni, hogy a végtermék hidrophil tulajdonságokat mutasson.

- Megfelelő számú végcsoport és elágazottság esetén kevés vízzel sok kereszt-kötés, sűrű szövésű műanyag jön létre egyenként zárt buborékrendszerrel (zártcellás PUR hab). Itt a térháló műanyagszerkezet dominál, de a hidrophil csoportok jelenléte miatt lassú utóduzzadással lehet számolni.
- Több vízzel elkeverve a végcsoportok egy része nem reagál, a térháló lazább lesz, a rendszer már nem zártcellás, de még rugalmas, alaktartó. Könnyebben felveszi a környezetéből a vizet, a térháló műanyagszerkezet jellemzői visszaszorulnak.

- Sok vízzel keverve a végcsoportok csak kisebb része reagál, nem a térháló, alaktartó hálószerkezet, hanem a lineáris, kevés kereszt-kötéssel rendelkező, lágy gélállapot dominál.

## 6. Piaci áttekintés

Ma már a jelentősebb anyaggyártók, illetve forgalmazók felszerelték termékpalettájukat a gélinjektáláshoz szükséges anyagokkal.

Az építési vegyi anyagokat forgalmazók törekvése, hogy lehetőleg kevés termékkel minél változatosabb igényeket ki lehessen elégíteni. Az injektálási technológiákra is igaz, hogy az alkalmazandó anyagot illeszteni kell a feladathoz – azaz a műszaki igénynek kell meghatározni az anyag tulajdonságait, de gazdaságossági és műszaki szempontok miatt (pl.: nem lehet túl sokféle terméket raktáron tartani, mert az eltarthatósági időn belül nem fordul meg az áru) a termékválasztékot szűkítik.

Kifejezetten az injektáló anyagokat, a géleket tekintve: az anyaggyártók és forgalmazók általában egy-két típust tartanak termékpalettájukon. Az anyagok származási helye a globalizált kereskedelem és a koncentrált alapanyaggyártás miatt másodrendű kérdés.

## 7. A szabályozások

Hazánkban még mindig érdemes a német nyelvterület szabályozását (földrajzi közelség, gazdasági kapcsolatok, az európai szabályozásra vonatkozó döntő mértékű befolyás), illetve az egyre teljesebbé váló európai szabályozást figyelembe venni.

A betonszerkezetek injektálására a német szabályozásokból megemlíthető a

- RILI (Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStB), legfrissebb, 2001. évi kiadása;
- a ZTV-RISS 93, melyet a ZTV-ING Teil 3, Abschnitt 5 (Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen) vált fel;
- a Bundesverband der Deutschen Zementindustrie „Füllen von Rissen” Zement-Merkblatt Betontechnik B26/6.2003.

Ezek a szabályozások még csak a cementenyvekre (ZL), a cementszuspenziókra (ZS), az epoxigyantákra (EP), a poliuretánokra (poliuretán gyantákra, illetve habosodó poliuretánokra) (PUR) térnek ki.

- Ma érvényes szabályozást gélekre csak a Német Szövetségi Vasutak adott ki „Abdichtung Ingenieurbauwerke, Hinweise für die Planung und Durchführung von Vergelungsmaßnahmen bei der DB AG., 835.9201/1999. címmel.

A szabályozás csak az akrilátgélekre vonatkozik. Lezsögezi, hogy gél ott használunk, ahol más módszer nem gazdaságos. Ismerteti az akrilátgéleket. Tervezési szempontokat fogalmaz meg. Kivitelezési, ellenőrzési, környezetvédelmi előírásokat rögzít. Minőségi követelményeket fogalmaz meg a gélekre vonatkozóan. Vizsgálati módszereket ismerteti (anyagazonosítás, viszkozitás, deformálhatóság,

duzzadás, viselkedés dinamikus hatásra, vízáteresztőképesség, vegyszerállóság).

- Két további helyről tudunk, ahol a gélinjektálás szabályozásával a közeljövőben foglalkozni kívánnak:
  - ♦ Az EN 1504-5, Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Definition – Requirements – Quality control and evaluation of conformity, Part 5: Concrete injection, az EN 1504 EU szabvány 5. része a betonszerkezetek injektálásával fog foglalkozni (nem tárgya azonban a hátúrinjektálás és a fátyolinjektálás).
  - ♦ A WTA már kb. két éve létrehozott egy munkabizottságot, mely a gélinjektálással foglalkozik. A munkabizottság célja egy WTA-Merkblatt (Műszaki irányelv) összeállítása.

## 8. Gélinjektálási tapasztalatok

Teljesen külön kell kezelni

- a repedéskitöltés, inhomogenitás-kitöltés technológiát és
- a hátúrinjektálás, fátyolinjektálás technológiát.

### 8.1. Repedéskitöltés, inhomogenitás-kitöltés

Viszonylag egyszerű, mert ezzel kapcsolatban a cement-EP-PUR injektálások során elég sok tapasztalat összegyűlt. Szinte döntőbb ez esetben a szakértő mérnök előkészítő munkája, mint maga az injektálás. Egy falazatról, egy szerkezeti csomóponttól – ha némi nehézségekkel is, de – lehet információkat begyűjteni, azok kiértékelésével meghatározható egy technológia (az anyag kiválasztás, a furatok tervezése, a technológia meghatározása).

### 8.2. A hátúrinjektálás és a fátyolinjektálás közötti különbség

Célszerű külön kezelni ezt a két technológiát

#### 8.2.1. Hátúrinjektálás

Hátúrinjektálást akkor végzünk, ha átfúrjuk a szerkezetet, és a mögötte lévő talajt injektáljuk, azaz injektálóanyaggal átítatjuk, hogy 20-30 cm vastag talaj-gél paplan alakuljon ki, mely megfelelő mértékben vízzáró.

Ebben az esetben elég nehéz a szerkezet mögötti talajról információt kapni (azért injektálunk, mert nem lehet hozzáférni; azért injektálunk, mert tör be a víz stb.). A ta-

lajról szerzett irodalmi vagy építéskori adatok sem sokat mondanak, mert az építéskor éppen a minket érdeklő, a szerkezettel közvetlenül határos talajrészt megbolygatták.

Egy vizsgálati lehetőség: az injektálási próba. Fokozatosan emelik a nyomást, s nézik, hogy a nyomás–kiáramlott anyagmennyiség egyenesen mikor keletkezik törés. Ekkor az alkalmazott nyomás megszakasztja a talajt, üreg keletkezik, majd aránytalanul és haszontalanul megnő az anyagfogyás.

A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy néhány bar (max. 5 bar) nyomás általában elegendő az ilyen hátúrinjektálásokhoz.

A másik kérdés, hogy milyen legyen az injektálási technológia.

Lassan kötő anyagok a szerkezet hátoldalán homogén talajban kvázi-félgömb alakú talaj-gél tömböket alkotnak, melyeknek a kellő vízzárás érdekében össze kell érniük.

Úgy tapasztaljuk, hogy a viszonylag gyorsan kötő anyagokkal biztosabban el lehet érni a teljes szerkezeti felület lezárását, mert a beinjektált anyag a legkönnyebben hozzáférhető, leglazább, legporózusabb helyekre hatol be először, ott megköt, s további injektáláskor az anyag ebbe az irányba már nem tud menni.

Ez adta az ötletet a kétfázisú injektálásra: ilyenkor először gyorsan kötő anyaggal a könnyen hozzáférhető talajrészeket injektálják, majd lassabban kötő anyaggal utóinjektálnak.

#### 8.2.2. Fátyolinjektálás

Fátyolinjektálást akkor végzünk, ha biztos, hogy az injektáló anyag viszonylag vékony rétegben (mm-es, legfeljebb néhány cm-es vastagságban) bejuttatható a védendő szerkezet mellé (pl. a szigeteléstartó fal és a mellé épült szerkezet közötti szigetelés mellé; nem teljes felületen tapadó szigetelés és a szerkezet közé; talajjal érintkező szerkezetre elhelyezett szivárgópaplan és a szerkezet közé stb.).

A fátyolinjektálás esetén akkor tudunk jó eredményt elérni, ha a beinjektált fátyolat két szerkezet közrefogja, beszorítja, mert ebben az esetben a talajban lévő nedvesség hatására duzzadó gél befeszül a rendelkezésére álló helyre. Ezért célszerű a nem teljes felületen tapadó szigeteléseket tömör szerkezetek közé befogni, így pl. egy kis méretű tömör téglafal és vasbeton teherhordó fal közé beszorított szigetelés meghibásodás esetén utólag injektálással viszonylag könnyen javítható.

## Summary

### Application of injection technologies on bridge structures

The aim of injection is in principle the reinforcement or sticking together of certain structures, or the restoration of their waterproofing. In addition to the most frequent traditional systems like cement, epoxi and polyurethane, on the market of construction chemical materials recently appeared also the injection materials with gel consistency. With suitable considerations the waterproofing of massive concrete, reinforced concrete or other structures may be provided through the application of these elastic materials (which are generally also able to swell), either by filling up the inhomogeneities of the structures, or by injection behind or beside the structures.

Október végén kis magyar „küldöttség” tett látogatást a Torinó és Milánó között épülő gyorsvasútszakaszon. Utunk célja az alkalmazott betontechnológia megismerése volt. A látogatás során tapasztaltak jelentősen eltértek mind a magyarországi előírásoktól és tenderkiírásoktól, mind a kivitelezési gyakorlattól.

## 1. A projekt ismertetése

A Torinó és Milánó közötti szakasz része a Lisszabonból induló, Barcelonán, Marseilles-en, Torinón, Milánó át Velencébe tartó európai vasútnak, melynek – állítólag – tervezett végállomása Moszkva, közben természetesen Budapest érintésével. A szakasz állami beruházként épül, 98 km hosszon, összes költségvetése 4 milliárd euró. A munkálatok kezdési ideje 2003 eleje volt, a betonozási munkák vége ez év végére tehető. Az összes betonmennyiség 2,2 millió m<sup>3</sup>, melyet 8 betongyár állít elő.

Mivel a pénz jelentős részben európai uniós támogatásból származik, ezért a kivitelezés során rendkívül szigorú minőségi – és minősítési – követelményeknek kell eleget tenni. Ezek a szigorú előírások vonatkoznak a betontechnológiára is.

## 2. A betongyár

Az utazás során egy keverőüzemet látogattunk meg, a kapott tájékoztatás szerint a többi is azonos kialakítású és teljesítményű. Az üzemben két, 110-110 m<sup>3</sup>/óra teljesítményű egység dolgozik, mely teljesítményt mixertöltő üzemmódban tudja a gyár.

Az egyik egységhez tartozott egy 3 m<sup>3</sup>-es, vízszintes ikertengelyű betonkeverő is, melynek kapacitása – 14 másodperces tiszta keverési idővel – 60 m<sup>3</sup>/óra. Ezt azonban elsősorban csak a közelbe telepített előregyártó üzem betonjának a készítéséhez használják, a normál transzportbetonokhoz csak a mixertöltőket alkalmazzák. Az eddig egy műszakban kiadott és bedolgozott maximális betonmennyiség 2 üzemből 12 óra alatt 3500 m<sup>3</sup> volt.

Ilyen mennyiségű beton kiadásához természetesen jelentős alapanyag-készlet is kell: adalékanyagból frakciónként 2000 m<sup>3</sup>, cementből 120 tonna, adalékszerből 60 tonna a tárolt kapacitás. Minden betongyárhoz 10 mixerautó, illetve 3 pumpa tartozik.

A betongyárakra előírt adagolási pontosságok igen szigorúak: 10 m<sup>3</sup> betonra vetítve az adalékanyag mennyisége 10 kg, a víz és a cement 1 kg, az adalékszer pedig 0,1 kg ingadozást mutathat.

Ahhoz, hogy ez a pontosság tartható legyen, minden adalékanyag-frakció nedvességtartalmát folyamatosan mérik ultrahangos nedvességmérő szondákkal, és a

mérlegeket havonta egyszer kalibrálják. Az adalékanyagok nedvességtartalmának a mérését az Út 2-3.402 is előírja. (9. oldal, 2.3.1. pont: „– az adalékanyag víztartalmát keverésenként mérni kell”). Sajnos erre felkészített betonüzemet alig-alig lehet találni. A nedvességtartalom folyamatos mérése pedig a beton előállítását is megkönnyíti: nem kell az üzemben folyamatosan ellenőrizni a konzisztenciát, mivel a beton egyenletes víztartalommal biztosan egyenletes konzisztenciájú. Lehetőség nyílik arra is, hogy a beton „készre keverése” a szállítás során, a mixerautóban fejeződjön be. Ehhez természetesen jó állapotú mixerek szükségesek.

## 3. A beton

A betongyárnak 28 minősített receptúrája van, ebből 8-10-et használnak folyamatosan, a többi tartalék, illetve speciális esetekre szól.

### 3.1. Adalékanyag

Az adalékanyag négy frakcióból áll össze: 0/2 mm homok, 2/5 mm homok, 5/12 mm kavics és 12/25 mm kavics. Az összes bedolgozott adalékanyag 20%-a zúzott anyag, a többi természetes.

Rendkívül megfontolandónak tartom a két homokfrakció alkalmazását. A magyarországi homokok némi tisztítás után alapvetően alkalmasak beton készítésére. Azonban a szemmegoszlásuk területenként igen változó: a vízigény, ezáltal a frissbeton viselkedése szempontjából meghatározó 0-0,25 mm közötti szemcsék tömegaránya a nyékládházi homokban pl. 5-6%, a gyékényesiben azonban a 30%-ot is eléri. A legtöbb homok szemeloszlási görbéje „púpos”, kilóg az I. osztályú tartományból. Az eredmény a nagy vízigény. Előfordult már, hogy kb. 40 liter vízigényt kellett adalékszerrel pótolni!

A hídépítési előírások szigorúan megadják a hídépítési betonok összetételi szabályait. A tenderek – de akár a józanész is – pedig előírják az igen nagy fagyállóságot és a vízzáróságot. Az összetételekre vonatkozó megkötés az adott területen rendelkezésre álló adalékanyagokból gyakran nem teljesíthető, a valóságban mégis készíthető vízzáró és fagyálló, illetve sózásálló beton. A csak papíron lévő – gyakorlatilag előírt – ellentmondás feloldása a gyakorlatban két módon lehetséges: vagy messziről kell szállítani az adalékanyagot (elsősorban a homokot), vagy el kell tekinteni az összetételi korlátokra vonatkozó előírásoktól.

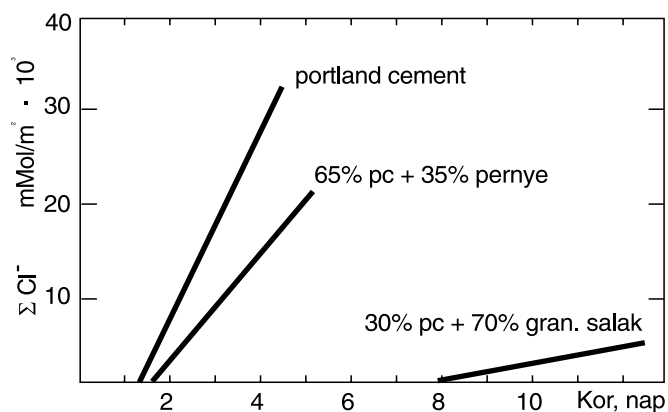
### 3.2. Cement

Az építkezésen három különböző cementet használnak: transzportbetonokhoz CEM III/A-S 32,5 és CEM III/A-S 42,5 cementeket, illetve az előregyártott elemekhez CEM I 52,5 cementet. A Magyarországon hídépítési szerkezeti betonokhoz előírt (Út 2-3.402 2.2.1. pont) CEM I 42,5 cementet nem alkalmazzák! Mi lehet ennek az oka?

<sup>1</sup> A 2004. évi Országos Hídmérnöki Konferencián Zalaegersze-  
gen elhangzott előadás alapján

<sup>2</sup> Okleveles betontechnológus szakmérnök, MAPEI Kft.

A CEM III cementek nagy mennyiségű kohósalakot tartalmaznak. A kohósalak puccolános tulajdonságú, hidraulikus kiegészítő, mely a klinker hidratációja során felszabaduló szabad mésszel reagál. Az utólagos reakció következtében a cementkő a portlandcementből keletkező cementkőhöz képest jelentősen tömörebb. A tömör cementkő pedig növelt tartósságot eredményez. Az 1. ábra a cementfajta hatását mutatja a cementpép kloriddiffúziójára. A gyorsvasút építése során a tartós, jó minőségű beton alkalmazása elsődleges. Ezért választottak olyan cementeket, mellyel az ilyen beton előállítható.



1. ábra: Cementpépek kloriddiffúziója

Nagy kezdőszilárdságú betonok készítésének kézenfekvő módja a CEM I 52,5 cement alkalmazása. A magyarországi gyakorlatban e helyett CEM I 42,5 cementet használnak, nagy kezdőszilárdsági igény – pl. betöltött híd – esetén sokszor gőzöléssel. A CEM I 42,5 cement melletti érv a túl nagy hidratációs hőképződés elkerülése, ami gőzölés esetén igen meglepő.

Egy bizonyos szilárdság eléréséhez bizonyos mennyiségű portlanditkristálynak ki kell alakulnia. Annak, hogy ezt nagy fajlagos felülettel (CEM I 52,5) vagy gőzöléssel érjük el, a beton tartósságára nincs befolyása. Érdekes azonban megfontolni, hogy a gőzölés elsősorban a beton felületi rétegeit éri, azaz pont azt a réteget, melynek a beton magját, illetve a vasalásokat meg kellene védenie e környezeti hatásoktól. A betonban lévő víz, illetve levegő hőmérséklet-emelkedés hatására bekövetkező tágulása sokszorosa a szilárd alkotókének, ez pedig mikropedések kialakulásához vezet. Következésképpen pont a legfontosabb betonréteget tesszük tönkre a gőzöléssel. A CEM I 52,5 cement – különösen hideg időben – lényegesen kevesebb kárt okoz.

### 3.3. V/C-tényező

Az előre gyártott elemek alacsony, 0,38-as V/C-tényezővel készülnek, amit a nagy korai és végszilárdsági igény indokol. A feszítőerő ráengedéséhez 50 MPa nyomószilárdság szükséges. Az 1 napos szilárdság nyáron 70-75 MPa, télen 50-60 MPa. Télen kb. +5 °C-ig nem alkalmaznak gőzölést, csak ez alatt. A 200 kN feszítőerő ráengedése után az elemet a helyéről speciális gép szakítja ki, és azt rögtön – az előzőleg elhelyezett ugyanolyan elemeken előremozogva – a helyére is teszi. Naponta egy elem készül el, egy elem elkészítése négy napot vesz igénybe.

A transzportbetonokhoz azonban a magyarországinál nagyobb, 0,43-0,47-es V/C-tényezőt alkalmaznak. Ezzel a V/C-tényezővel, megfelelő szemeloszlású adalékanyaggal és jól megválasztott, puccolános tulajdonságú cementtel megfelelően tömör, következtéppen ellenálló beton készíthető. És nem mellékes, hogy a beton tényleg előállítható és bedolgozható!

### 3.4. Konzisztencia

Mindenképpen említést érdemel a betonok konzisztenciája. Magyarországon a KK-s beton az általánosan alkalmazott. Ez az MSZ EN 206-1:2002 betonszabvány szerint S1, illetve F2 konzisztencia-osztályoknak felel meg. A gyorsvasút építésénél a következő konzisztencia-osztályokat alkalmazzák:

- előregyártott elemek: S5 (önthető),
- transzportbeton: általában S4 (folyós), indokolt esetben S3.

A magyarországinál jelentősen hígabb betont két dolog indokolja: Az előre gyártott elemek vasalását a 2. ábra mutatja. Az elem szekrénytartó, térfogata 190 m³. Az igen sűrű vasalás ellenére egy elemet 3 óra alatt bebetonoznak. S1 konzisztenciájú betonból ezt nem lehetne megvalósítani.



2. ábra: A gerenda vasalása

Meggyőződésem szerint sokan nem is tudják, hogy egy KK-s beton hogy néz ki: gyakorlatilag bedolgozhatatlan (3. ábra).



3. ábra: Konzisztencia-osztályok

Alacsony V/C-vel készített betont Magyarországon is évek óta alkalmaznak, általában az előregyártásban. Azonban itt is nagy, 50 cm feletti területtel (F4: folyós beton).

Érdemes megfontolni azt is, hogy a hígabb beton azonos idő alatt sokkal jobban tömöríthető. A munkaerő minősége világszerte romlik, és nem lehet arra számítani, hogy Magyarországon ez máshogy alakulna. Márpedig az elkészült szerkezet tartóssága (és megjelenése) szempontjából kardinális kérdés a beton bedolgozása, tömörítése. Nyilván nem kell magyarázni, hogy a hígabb beton mennyivel jobban tömöríthető.

Sokszor elhangzó érv, hogy a hígabb beton nem olyan tartós. Erre vonatkozó vizsgálati eredményeket nem ismerem, még próbatestekre vonatkozólag sem, kész szerkezetekre vonatkozólag pedig végképp nem. Pedig a szerkezet ellenálló-képessége a bedolgozás gondosságától függő mértékben mindig elmarad a tökéletesen tömörített próbatestek ellenálló-képességétől.

Mindenesetre kijelenthető, hogy a beton tartósságát az alkotók minősége, illetve az összetevők egymáshoz viszonyított aránya határozza meg, nem a bedolgozáskori konzisztencia!

Tehát a különböző területekre a táblázat szerinti konzisztencia-osztályokat javaslom.

1. táblázat

Javasolt konzisztencia-osztályok

| Konzisztencia-fokozat | Roskadás     | A szerkezet típusa                                  |
|-----------------------|--------------|-----------------------------------------------------|
| S1 (KK)               | 10-40 (mm)   | Másodlagos szerkezetek, speciális esetek            |
| S2 (K)                | 50-90 (mm)   | Csúszózsálas szerkezetek, esésben lévő pályalemezek |
| S3 (F)                | 100-150 (mm) | Vasalatlan vagy kevésbé vasalt szerkezetek          |
| S4 (F)                | 160-200 (mm) | Közepesen vasalt szerkezetek                        |
| S5 (Ö)                | ≥210 (mm)    | Sűrűn vasalt szerkezetek                            |

### 3.5. Az alkalmazott adalékszerek

Adalékszerként az egész vonalon MAPEI DYNAMON adalékszereket alkalmaznak: nyáron az előregyártáshoz SP1, a transzportbetonokhoz SR2, télen az előregyártáshoz SP3, a transzportbetonokhoz pedig SR3 módosított akrilát bázisú folyósítószeret. Ezek az adalékszerek eltérő bedolgozási időt igényelnek, illetve eltérő hatással vannak a korai szilárdságra is.

Kiemelném, hogy nem próbálnak mindent egy adalékszerrel megoldani, de ezt igazából nem is lehet. Az adalékszer-gyártók – köztük a MAPEI is – azért fejlesztenek ki különböző adalékszereket, hogy minden lehetséges igényt minden körülmények között a legmagasabb színvonalon ki tudjanak elégíteni. A hőmérséklet pedig igen fontos befolyásoló tényező, mely alapvetően meghatározza a beton eltarthatóságát.

A kötés késleltetése és a konzisztencia eltartása két külön dolog: az első kémiai reakciók megakadályozása, a másik pedig a cementpép folyósságának biztosítása a cementszemcsék egymástól való eltávolításával. Ez utóbbi fizikai folyamat. Bár a kettő között nyilvánvalóan van összefüggés, azok nem azonosak. Következésképpen nyáron célszerű hosszabb eltarthatóságot biztosító folyósítószerrel használni, télen pedig siettetni kell a hidratációt.

Az eltarthatóság kapcsán még egy gondolat. A beton a keverés során hígul, majd az idő előrehaladtával a konzisztencia csökken. Ez minden típusú adalékszerrel így van, csak eltérő mértékben, illetve sebességgel. A kötéskésleltető sem megoldás, mivel – miként már írtam – csak a kémiai reakciót lassítja, illetve akadályozza.

Amennyiben a beton összetételének a beállításaakor az a cél, hogy az még két óra múlva is meghatározott (jelenleg általában KK-s) konzisztenciájú legyen, akkor be kell látni, hogy 20 perces korában ugyanaz a beton szükségszerűen hígabb. Ez nem jelenti a beton vizezését, sem azt, hogy minősége gyengébb lenne. Következésképpen – sokakkal ellentétben – nem látom akadályát beépítésének.

### 3. Következtetés

Az utazás során kézzelfogható bizonyítékát kaptuk annak, amit eddig is sokan állítottak, illetve állítottunk: a magyarországi hídépítések betontechnológiáját meg kell újítani. Ennek útja pedig nem a V/C-tényező minden határon túli, minden gyakorlati előkísérletet nélkülöző csökkentése, hanem a Nyugat-Európában már széleskörűen alkalmazott betontechnológia átvétele. A következő területeken látom szükségét a változtatásoknak:

- az adalékanyag-vázra vonatkozó előírások racionalizálása a mindenkor helyi adottságok és lehetőségek figyelembevételével, a megszilárdult beton ellenálló képességére vonatkozó előírások megtartásával,
- modern, hidraulikus kiegészítőt tartalmazó cement alkalmazása általános célú betonokhoz,
- lehetőség a nagy szilárdságú cement alkalmazására ott, ahol nagy korai vagy végszilárdságra van szükség,
- az indokolatlanul alacsony V/C-tényező alkalmazásának a kerülése,
- az adalékanyagok nedvességtartalmának a folyamatos mérése,
- a szerkezet geometriai és vasalati viszonyainak megfelelő, bedolgozható és tömöríthető konzisztencia előírása.

## Summary

### Concrete technologies of the high-speed railway line Turin - Milan

Based on observations of a study visit, recommendations are given to change Hungarian specifications and practice concerning concrete technologies. The following items are mentioned: rationalisation of aggregate specifications, use of cement with hydraulic additives to normal concrete, use of high-strength cements, prevention of low water/ cement ratio, continuous measurement of water content of aggregates, consistency specifications depending on structure geometry and reinforcement.

# „Haladjunk közösen a kibővített Európa irányába”

## „ITS in Europe 2004” kongresszus és kiállítás

Budapest, 2004. május 24–26.

Dr. Lindenbach Ágnes<sup>1</sup>

### 1. Bevezetés

Az intelligens közlekedési rendszerekkel és szolgáltatásokkal foglalkozó „4. ITS in Europe” kongresszusnak és kiállításnak – a történelmi EU-s bővítés után három héttel – Budapest adott otthont 2004. május 24. és 26. között.

A „4. ITS in Europe” kongresszus és kiállítás az ERTICO szervezet (European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organisation: Intelligens Közlekedési Rendszerek és Szolgáltatások – Európa), a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, valamint az Informatikai és Hírközlési Minisztérium közös rendezvénye volt, melynek mottója – „Haladjunk közösen a kibővített Európa irányába” – is tükrözi azt, hogy a kongresszus ebben az évben elsősorban a csatlakozó közép- és kelet-európai országokra koncentrált.

A következőkben röviden áttekintjük a korábbi ITS kongresszusokat (világkongresszusok és európai kongresszusok), valamint bemutatjuk a budapesti kongresszus szekcióit, előadásait, eredményeit és magyar vonatkozásait.

### 2. ITS Világkongresszusok és Európai Kongresszusok

#### ITS világkongresszusok

A minden évben megrendezett „ITS világkongresszusok” házigazdája váltakozva a világ három nagy gazdasági régiójának egy-egy „ITS” szervezete. Ezek a szervezetek Európában az ERTICO, az ázsiai régióban a VERTIS (Vehicle Road and Traffic Intelligence Society), Amerikában pedig az ITS of America (Intelligent Transportation Society of America).

Az első ITS világkongresszust 1994-ben rendezték meg Párizsban, ebben az évben zárták le a „PROMETHEUS” európai kutatási-fejlesztési programot.

A 2000. évben Torinóban megrendezett 7. világkongresszus mottója „From vision to reality” volt, azaz a korábban *vízió*nak tűnő telematika rendszerek, szolgáltatások a kongresszus idejére már *valósággá váltak*. A jövő megoldásai ennek megfelelően olyan *integrált rendszerek*, amelyek *mindenki számára, mindenhol, minden időben* elérhető információkat nyújtanak a közlekedéshez kapcsolódóan, felhasználóbarát eszközök, illetve információs berendezések segítségével.

A 8. ITS világkongresszus 2001-ben Sydneyben volt, mottója: „ITS – transforming the future” szerint az ITS rendszereknek egyértelműen jövőalakító szerepük van.



Fotó: Kapusi-Deák

A 2002 októberében az „ITS America” által Chicagóban rendezett 9. ITS világkongresszus mottója az „ITS – enriching our life” volt, azaz a telematikai rendszerek a mindennapok eszközévé válnak. Ez a változás tükröződik például az ERTICO szervezet új nevében is, amely „Intelligent Transport Systems and Services – Europe” azaz „Intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások – Európa”.

A jövő kihívásait tükrözi a 2003. november 16-tól 20-ig rendezett tizedik világkongresszus, amelynek ismét Európa volt a házigazdája. A madridi konferencia mottója ugyanis „The ITS market is ready... are you?” volt. Azaz fel kell készülni a telematikai rendszerek alkalmazására, és támogatni kell az ehhez kapcsolódó piac kialakulását.

#### Európai ITS kongresszusok

Európai ITS kongresszust és kiállítást azokban az években rendeznek, amikor nem Európa ad otthont az ITS Világkongresszusnak. Az első európai kongresszusra 1999-ben *Amsterdamban* került sor.

A 2001. évi „ITS in Europe” kongresszus Bilbaóban volt; mottója „City at your Fingertips” volt, azaz a városi közlekedés képezte a súlypontját.

A legutóbbi, 2002. szeptemberi kongresszus házigazdája Lyon volt, a kongresszus mottója „IT Solution for Safety and Security in Intelligent Transport – e-SAFETY”. Ennek megfelelően a kongresszus fő témája az intelligens közlekedési rendszerek lehetőségei voltak a közlekedésbiztonság javítása területén.

### 3. „ITS in Europe 2004 – Budapest”

#### Előzmények

Az ERTICO 2002-ben javaslatot tett arra, hogy az „ITS in Europe” európai intelligens közlekedési rendszerek kongresszust és kiállítást 2004 májusában *Budapestben* rendezzék meg. A javaslatnak az adott aktualitást,

<sup>1</sup> „ITS Hungary” Egyesület főtáitkára

hogy a közép-kelet-európai régió országai 2004 májusára már az Európai Unió tagjaivá válnak. Kiemelt jelentőségű, hogy így már az EU bővítés első évében hazánkra, illetve a közép-kelet-európai régióra irányíthatjuk a figyelmet.

Az ERTICO az utóbbi időben fokozott figyelemmel fordult e térség országai felé, hiszen a csatlakozó országok közül már többen is tagjai a szervezet különböző platformjainak (*Állami Hatósági Szektor*: Csehország, Szlovénia, Magyarország, Lengyelország, illetve *ITS Nemzeti Szervezetek Platformja*: Csehország, Szlovákia, Románia). A szervezet 2003. évi stratégiájában kiemelt szerepe volt az új EU-s országok támogatásának az intelligens közlekedési rendszerek, szolgáltatások megvalósítása területén, az *európai interoperabilitás* biztosítása céljából.

Az ITS alkalmazások ezekben az országokban is elkezdődtek, az ERTICO kiemelt prioritásai között szerepel a nemzetközi együttműködés – elsősorban a közép-kelet-európai országokkal.

Magyarország számára a kongresszus a következőket jelentette:

- az ITS rendszerek alkalmazási előnyeinek tudatosítása mind az országban, mind a régióban;
- magas szintű kapcsolatfelvétel az EU Bizottság főigazgatóságaival, és vezető tisztviselőinek a hazai helyzet bemutatása;
- az előkészítő munka felgyorsítása az EU-s támogatások megszerzéséhez;
- a nemzetközi kapcsolatok bővítése ezen a szakmai területen;
- a telematikai „piac” létrehozásának a támogatása;
- az ún. „*Information Society*” megvalósításának a fokozott támogatása.

### **A kongresszus programja, a legfontosabb előadások összefoglalása**

A kongresszus szakmai programja a köszöntőkből, a három magas szintű **plenáris szekcióból**, az ünnepélyes megnyitóból, a nyolc **stratégiai szekcióból** (ebből öt az Európai Bizottság stratégiai szekciója), a 34 **műszaki szekcióból** és a hat **speciális szekcióból** állt össze. A szakmai programokon mintegy 40 országból több mint 650 szakember vett részt, a kiállítás látogatóival együtt a résztvevők száma több mint 900 volt.

A kongresszuson az intelligens közlekedési rendszerekhez és szolgáltatásokhoz kapcsolódó ipari szereplők, gyártók és az állami hatóságok magas rangú képviselői tartottak előadásokat különböző perspektívákból tekintve át az ITS rendszerek egyes területeit.

**Kovács Kálmán** miniszter előadásában idézett az Európai Bizottság Fehér Könyvéből (Európai Közlekedéspolitika 2010-ig), mely a jobb mobilitás eléréséhez közös erőfeszítéseket követel meg valamennyi európai országtól. Hangsúlyozta a nemzetközi és a régiók közötti együttműködés fontosságát is az intelligens közlekedési rendszerek területén. Kiemelte, hogy a 2004 és 2006 közötti időszakra kiterjedő CONNECT elnevezésű új euro-regionális projekt lehetővé teszi a közép-kelet európai régió új EU tagállamai számára

az európai integrációt az ITS rendszerek és szolgáltatások területén is. A projekt támogatja azokat a törekvéseket is, amelyek célja az azonos közlekedésbiztonsági szint elérése a lehető legrövidebb időn belül az új tagállamok úthálózatán.

Elmondta azt is, hogy az Informatikai és Hírközlési Minisztérium felügyelete alatt 2003-ban kidolgozott „Magyar Információs Társadalom Stratégia” keretében elrendő célok között szerepelnek az intelligens közlekedési rendszerek és az ún. *eközlekedés* is. Az ITS rendszerek esetében a legfontosabb az átfogó, integrált közlekedési információs rendszer kialakítása (speciális hangsúlyt fektetve az interneten alapuló technológiákra); az elektronikus információs szolgáltatások kifejlesztése (külön kiemelve az elektronikus fizetési és jegyvásárlási rendszerek felállítását); valamint a forgalmi folyamatok kezelésére használható eszközök és technológiák kialakítása.

**Dr. Csillag István** gazdasági és közlekedési miniszter beszédében egy új tagállam szemszögéből tekintette át általában a közlekedéspolitikát, és részletesebben az intelligens közlekedési rendszerek szerepét. Hangsúlyozta, hogy az Európai Unió új közlekedéspolitikája kihívást jelent az újonnan csatlakozott országok számára is, ezeknek az országoknak meg kell találniuk saját válaszaikat a kihívásokra (figyelembe véve a meglévő infrastruktúrájuk hiányosságait, az alacsonyabb motorizációs és közlekedésbiztonsági szintet, valamint a közúti balesetek nagyobb kockázatát, az infrastrukturális projektek finanszírozási problémáit stb.).

Elmondta, hogy számos országban az ITS alkalmazások stratégiája része az ország közlekedéspolitikájának. A jövőbeli magyarországi ITS fejlesztések fő területei is összhangban vannak az európai tendenciákkal, valamint a magyar közlekedéspolitikával. Előbbséget élvező területek Magyarországon: a forgalomszabályozó és információs rendszerek az autópálya-hálózaton; a szűk keresztmetszetek megszüntetése az úthálózaton; a forgalomirányító központok; az utazási információs rendszerek; az ITS alkalmazások a hatékony útüzemeltetéshez; a rendszerfelépítés; a megtett úthossztól függő útdíjgyűjtés; az elektronikus fizetési rendszerek a tömegközlekedésben.

A kongresszus valamennyi résztvevője egyetértett abban, hogy a közlekedésbiztonság az egyik legnagyobb társadalmi kihívás, mellyel a kibővített Európai Unió 25 tagállamának szembe kell néznie. Az „*Egy integrált eSafety kezdeményezés irányába a kibővített Európában*” elnevezésű plenáris szekció előadói az eSafety kezdeményezéssel kapcsolatos aktuális kérdéseket tekintették át.

E plenáris szekció moderátora, **Fabio Colasanti** elmondta, hogy az új tagállamok képviselőinek nagyobb arányú részvétele szükséges az eSafety kezdeményezésben. Hangsúlyozta az infrastruktúrák korszerűsítésének és az infrastrukturális beruházásoknak a fontosságát is, továbbá kiemelte, hogy az ipar elkötelezettségének és támogatásának köszönhetően európai szinten már több célt értek. Colasanti úr összegzőként elmondta, hogy az új tagállamok új

versenyhelyzetet, új konkurenciát és megújult dinamizmust hoznak az európai belső piacokra, valamint hogy Európa számára az igazi kihívást az eSafety kezdeményezés közös folytatása, előmozdítása jelenti, de nem szabad elfelejteni azt sem, hogy ezek a piacok igazából globális szintűek.

A szekció másik fontos előadója **Dr. Csepeli György** államtitkár volt, aki magyar nézőpontból foglalta össze az eSafety-vel kapcsolatos kérdéseket és problémákat. Véleménye szerint óriási annak a jelentősége, hogy az Európai Bizottság által vezetett eSafety Fórum az eCall-t a legfontosabb eSafety intézkedések közé sorolta, és szerinte az interoperabilis járművön belüli eCall rendszerek megvalósítására vonatkozó európai együttműködési megállapodás (MoU) megfelelő keretet ad a járművön belüli segélykérő szolgáltatásokhoz.

Bejelentette az ITS Hungary Egyesület megalakulását is, mely az ITS szektor legfontosabb magyar szereplőinek a részvételével jött létre 2004. május 20-án mintegy 20 alapító taggal. Az egyesület *alapító tagjai* az intelligens közlekedési rendszerek legfontosabb hazai képviselői – így az érintett minisztériumok, úthálózat-üzemeltetők, a hazai gyártók, fejlesztők és szolgáltatók, kutatással foglalkozó intézmények, egyetemek, tanácsadó cégek.

Az ITS Hungary főbb célkitűzései között szerepel a közlekedés minden ágazatára kiterjedően a hazai konszenzus és együttműködés elősegítése a hazai telematikai alkalmazásokban; a hazai intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások megvalósításának támogatása és integrálása a transz-európai hálózat szolgáltatásaihoz; együttműködés nemzeti, regionális és nemzetközi szinten, közös projektekben való részvétellel és a technológia transzfer segítségével; a nemzeti stratégia megvitatása az intelligens közlekedési rendszerekre vonatkozóan. Csepeli György kiemelte, hogy az egyesület egyik legfontosabb célja a közlekedésbiztonság javítása.

**August Burgett** (Nemzeti Közúti Közlekedésbiztonsági Adminisztráció, USA) szót ejtett az Intelligens jármű kezdeményezésről (IVI – *Intelligent Vehicle Initiative*), valamint a „Jármű infrastruktúra integráció” kezdeményezéséről (VII – *Vehicle Infrastructure Integration*), összehasonlítva ezeket az eSafety fejlesztésekkel.

Az ERTICO ügyvezetője, **Olivier Mossé** az ERTICO tagok (az ipar, az üzemeltetők, az állami szektor, a tag-államok) szempontjából értékelte az eSafety kezdeményezést, és röviden áttekintette az eSafety eddigi történetét.

### „Az euro-regionális projektek és az ITS infrastruktúra kiterjesztése a közép-kelet-európai országokra” stratégiai szekció

**Kazatsay Zoltán** helyettes államtitkár, a szekció moderátora bevezetőjében elmondta, hogy a szekció címe tükrözi közös céljainkat, vagyis az európai integráció megvalósítását az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások területén. Az ITS rendszerek és szolgáltatások alkalmazása és fejlesztése hozzájárulhat a forgalom növekedésével összefüggő prob-

lémák megoldásához a kibővített Európa TERN hálózatán. Az intelligens közlekedési rendszerek pozitív hatásait az alacsonyabb baleseti rátákban, a torlódások csökkenésében, a meglévő kapacitások növekedésében és a káros anyag kibocsátásban már több tanulmányban és a gyakorlatban is megerősítették.

A szekció előadói *különböző nézőpontokból* tekintették át az európai együttműködést az ITS alkalmazások és fejlesztések területén. A következőkben az előadásokat foglaljuk össze röviden.

**Phillipe Hamet**, az Európai Bizottság DG TREN képviselőjében tartott előadást az európai közlekedéspolitikai sarkalatos pontjairól, az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások szerepéről – elsősorban azok határokon átnyúló, interoperabilis működését szem előtt tartva. Kiemelte továbbá a MIP programon belül (**MIP: Multi Annual Indicative Programme**) az ITS rendszerek közötti alkalmazásaival kapcsolatos projektcsomag, a **TEMPO (Trans European intelligent transport systems Projects)** jelentőségét.

A TEMPO keretében jelenleg hat euro-regionális projekt (CENTRICO, CORVETTE, STREETWISE, SERTI, VIKING, ARTS) fut, melyek lefedik Európa különböző régióit. A projektek fontosabb témaköréi, illetve ezek céljai – melyek egységesek, minden euro-regionális projekt alapvető struktúráját képezik – a következők:

- *Forgalmi menedzsment és forgalomszabályozás*: a szűk keresztmetszetek, a forgalmi folyamatok kezelése.
- *Utazási információs szolgáltatások*: a magas színvonalú utazási információs rendszerekhez való egyszerű hozzáférés megteremtése.
- *Rendkívüli események, veszélyhelyzetek kezelése*: a közlekedésbiztonság javítása.
- *Elektronikus útdíjgyűjtés*: egyszerű és hatékony interoperabilis díjgyűjtési rendszerek kifejlesztése.
- *Forgalomirányító központok*: a forgalomirányító központok európai hálózatának a létrehozása.
- *„Horizontális feladatok”*: olyan tevékenységek, amelyek a transz-európai szolgáltatások működését támogatják.

Hangsúlyozta azt is, hogy a DG TREN számára is kiemelt jelentőségű a CONNECT projekt, amely a közép-kelet-európai régió országaira vonatkozik, és megteremti az intelligens közlekedési rendszerek területén az együttműködést az interoperabilis pán-európai rendszerek között. Kitért az intelligens közlekedési rendszerekben az *EU-szabályozás* szerepére is, mely különösen fontos az EU-s bővítéssel kapcsolatban. Két témakört említett, egyrészt az *elektronikus útdíjgyűjtő rendszereket*, másrészt pedig a *digitális tachográf* alkalmazását.

Az elektronikus útdíjgyűjtő rendszerekre vonatkozó EU-direktíva az egységes európai szolgáltatás keretében két lépcsőt tervezett, 2009-ig a nehéz tehergépjárművekre vonatkozó bevezetést, 2011-ig pedig az összes járműre vonatkozó (személygépjárművek!) bevezetést.

**Joost Van der Valk**, aki 1997. és 2004 között a CENTRICO projekt irányító bizottságának az elnöke

volt, az euró-regionális projektekben szerzett tapasztalatairól beszélt. A tapasztalatokat három fő csoportba sorolta, ezek a *szervezeti*, az *intézményi* és a *műszaki, pénzügyi* kérdések.

**Szervezeti tapasztalatok:** Az előadó részletesen bemutatta a CENTRICO projekt jelenlegi felépítését, és elmondta, hogy szervezeti kérdésekben három fő szintről beszélhetünk. Ezeken a területeken a CENTRICO projekt legfőbb tapasztalatai a következők voltak: az euró-regionális projektek saját felépítése legyen *egységes*, az Európai Bizottsággal ne harcoljunk, legyünk *segítőkészek*, a támogató konzulensektől pedig szerezzünk meg *minél több információt*.

**Intézményi tapasztalatok:** bemutatta az euró-regionális projektekben érintett testületeket. Ebben a csoportban a legfontosabb tapasztalatok a következők: minden szinten *tájékoztatni kell a partnereket*, és minden kérdést *reálisan és becsületesen kell kezelni*.

**Műszaki, pénzügyi tapasztalatok:** a műszaki munkával kapcsolatosan különböző megjegyzések hangzottak el a megvalósítási nehézségekre, a prioritások megállapítására, az előrehaladás jelentésére stb. vonatkozóan.

**Dr. Lindenbach Ágnes** szerint az utóbbi években az intelligens közlekedési rendszerek területén felgyorsult a fejlődés, ezzel párhuzamosan érzékelhető, hogy felmerült az *együttműködési igény* a régiókn belül. Ezt az együttműködést tükrözik a különböző projekt-kezdeményezések, és meg kell említeni az egyes nemzetközi szervezetek közötti együttműködést is.

Elmondta, hogy a regionális együttműködésre tett javaslatok közül a leglényegesebbek a *BRIDGE* és a *JANA* projekt-javaslatok voltak (mindkettő a Cseh Közlekedési Telematikai Társaság kezdeményezése). A projektek alapvető célja közös ITS stratégia kidolgozása volt a közép-kelet-európai régió országainak.

Kiemelte, hogy a *TEMPO program* fő célkitűzése az ITS rendszerek és szolgáltatások *transz-európai úthálózaton való harmonizált* alkalmazásának ösztönzése, hozzájárulás a nemzeti, regionális tervezés közötti konvergenciához, továbbá az *információs társadalom* átfogó megvalósítása a közúti közlekedésben. A *TEMPO* projektek keretében jelenleg hat „euró-regionális” projekt fut, melyek lefedik Európa különböző régióit. Mivel a jelenlegi projektek *nem érintik a közép-kelet-európai térséget*, felmerült egy új, ún. „*euró-regionális*” projekt iránti igény a régió országai, illetve az Európai Bizottság részéről.

Elmondta azt is, hogy az „euró-regionális” projektek témakörei illeszkednek valamennyi kapcsolódó magyar dokumentumhoz, stratégiához, így a „*Magyar közlekedéspolitika 2003–2015*” dokumentumhoz, valamint a *Nemzeti Fejlesztési Terv* alapvető célkitűzéseihez, a *MITs – Magyar Információs Társadalom Stratégia* – közlekedési alágazatra vonatkozó részéhez, valamint a hazai telematikai stratégia prioritásaihoz.

A *CONNECT* projekt keretében Magyarországon elsősorban az autópálya-hálózat (ezen belül az V. páneurópai folyosó) elemein megvalósítandó rendszerek

nek, szolgáltatásoknak van prioritásuk. A munkaprogramban prioritásként szerepel egyebek között az érzékelő rendszer kiépítése, a kísérleti forgalomszabályozó és információs rendszer létesítése, az autópálya-hálózat és Budapest forgalomirányító központjainak, rendszereinek az együttműködése, valamint az internet alapú utazási információs rendszerek.

**Paul van der Kroon** a Holland Közlekedési Minisztériumból a közúti hatóságok szempontjából közelítette meg az ITS rendszereket, hangsúlyozva azt, hogy saját úthálózataikra vonatkozóan elsősorban az európai *közúti igazgatóságok* felelősek a forgalom alakulásáért, illetve a forgalombiztonság megfelelő szintjéért. Az ITS rendszerek és szolgáltatások alkalmazásával új eszközök, lehetőségek állnak rendelkezésre a feladatok teljesítéséhez. Ehhez azonban együttműködés kell a különböző országok és szereplők között, az ITS szolgáltatásoknak pedig az egyes határokon átnyúlóan is interoperabilisnek kell lenniük.

Elmondta, hogy az útügyi hatóságok egyre nagyobb számban alkalmazzák az ITS rendszereket, azonban Európán belül azok megvalósításának üteme és színvonala még igen eltérő. A különböző országokban eltérők az ITS alkalmazásokra vonatkozó alapelvek is, ez pedig összekapcsolhatósági és interoperabilitási problémákat okoz.

A 2001-ben létrehozott CEDR Subgroup Telematics (Európai Közúti Igazgatók Bizottsága telematikai albizottság) célja, hogy a műszaki szempontok mellett (nemzetközi) intézményi szempontokból dolgozzon ki *ajánlásokat* az európai interoperabilitásra vonatkozóan. A Subgroup Telematics által kidolgozott „keret modell” szerint az interoperabilitásnak három szinten kell megvalósulnia: stratégiai, taktikai és irányítási (üzemeltetési) szinten. A Subgroup Telematics jelenleg az ajánlások véglegesítésén dolgozik, illetve keresi az eredmények és az ajánlások megjelentetésének a lehetséges módjait. Az euró-regionális projektek például lehetnek olyan fórumok, ahol az eredmények tesztelhetők lehetnének.

A szekció utolsó előadója **Dean Herenda** helyettes államtitkár volt a Szlovén Közlekedési Minisztériumból. Előadásának alap gondolata az volt, hogy az Európai Unió *területe már kibővült*, de az *infrastruktúra színvonala eltérő* maradt. Célja nem az infrastruktúra építések rövid és hosszú távú prioritásainak a bemutatása volt, hanem lehetőséget mutatni arra, hogy hogyan lehet ezt a különbséget csökkenteni.

Szerinte megoldást jelenthet a hetedik euró-regionális projekt, a *CONNECT*, melynek közép- és hosszú távú célja az új EU tagállamok integrálása a jelenleg folyó ITS fejlesztésekbe, kutatásokba és megvalósítási kezdeményezésekbe.

Mivel a közép-kelet-európai országok Európa „szívében” helyezkednek el, és mivel a kontinens fő észak-déli és kelet-nyugati útjai is érintik ezeket az országokat, a *CONNECT* partnerek elhatározták, hogy egységes „*intelligens közlekedési rendszer stratégiát és fejlesztési tervet*” dolgoznak ki és valósítanak meg, mely magába foglalja a közös rendszerfelépítést és az áttekinthető alkalmazási akcióterveket is.

A kongresszuson fontos szerep jutott a **speciális szekcióknak** is, magyar szempontból kiemelt jelentőségű volt a negyedik, az „*ITS alkalmazások Magyarországon – az országos közúthálózaton, illetve Budapesten*” szekció. E speciális szekció célja az volt, hogy áttekintse az autópálya-hálózaton, az országos főúthálózaton, valamint Budapest útjain működő legkorábbi forgalmi információs és forgalomszabályozó rendszereket. Az előadások témái voltak az autópálya-hálózaton jelenleg működő rendszerek és szolgáltatások, valamint bemutatták a jövőbeli fejlesztési terveket is, melyek célja a magasabb szintű üzemeltetés. A budapesti forgalomirányító központ lehetőséget teremt az ITS alkalmazások széles körű alkalmazására – a forgalmi folyamatok hatékonyabb menedzmentjéhez Budapest útjain.

### Kiállítás

A kongresszussal párhuzamosan megrendezett kiállításon több mint 40 kiállító vett részt, köztük a középkelet-európai országokból is. A több mint 300 látogatót számláló kiállításon az ITS rendszerek területén jelenleg található új termékek, szolgáltatások, technológiák és projektek széles skáláját mutatták be. Az Európai Bizottság standján a látogatók információkhoz juthattak az EU kutatás-fejlesztési programjairól, az ún. „6. keretprogramról”, a különböző európai ITS projektekről (AIDE, GTS, HUMANIST és PReVENT), valamint az eSafety és az eScope kezdeményezésekről is.

## 4. Összefoglalás

A „4. ITS in Europe” kongresszus és kiállítás végére megtették az első lépéseket az „*integrált Európa irányába*” az intelligens közlekedési rendszerek és szolgáltatások területén, ugyanakkor mindenkinek világossá vált az is, hogy sok feladat áll még előttünk. Sok kihívást és akadályt kell leküzdenünk, de – a létrehozandó európai infrastruktúra sikeres megvalósítása, valamint az új ITS piac kialakítása érdekében – szoros együttműködéssel a célok elérhetők.

A kongresszus főként a közlekedésbiztonság fontosságára helyezte a súlyt a kibővített Európai Unióban, valamint hangsúlyozta az interoperabilis közlekedési rendszerek és szolgáltatások fejlesztésének és megvalósításának a szükségességét a közép- és kelet-európai országokban.

Az ITS rendszerekkel és szolgáltatásokkal kapcsolatos kérdések megvitatásának, valamint a megkezdett munka folytatásának következő nemzetközi fórumai az „5. ITS in Europe” kongresszus, amely 2005. június 1. és 3. között Hannoverben lesz, valamint a „11. ITS világkongresszus”, amelyet Nagoyában, Japánban rendeznek meg 2004. október 18. és 22. között. A hannoveri „ITS in Europe” kongresszus mottója: „*ITS az európai közlekedés csomópontjában*”. A legfontosabb témakörök pedig az eSafety, az ITS rendszerek a városi és a regionális területeken, a személyek és az áruk mobilitása, az elektronikus díjfizetés, a vasúti ITS rendszerek, a helymeghatározó és navigációs rendszerek, valamint egyéb ITS kérdések. Az „*ITS rendszerek az élhető társadalomért*” mottójú nagoyai világkongresszus célja a mobilitás és a közlekedés ITS rendszerekkel elérhető új korszakának a bemutatása.

## Summary

The “4th ITS in Europe Congress and Exhibition” held in Budapest 24-26 May underlined the importance of road safety for the newly enlarged Union. The successful event also focused on the movement towards the development and implementation of interoperable transport systems and services in Central and Eastern European Countries. The event – organised by ERTICO in co-operation with the Hungarian Ministry of Informatics and Communications and the Hungarian Ministry of Economy and Transport – brought together more than 650 Congress attendees and over 300 Exhibition participants to discuss its theme “*Moving Towards an Integrated Europe*”.