



KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

56. ÉVFOLYAM 11-12. SZÁM

2006. DECEMBER

# tartalom

## 1 DR. SZEPESHÁZI RÓBERT

Hidak cölöpalapozásának tervezése az Eurocode 7 szerint.

I. rész: Az Eurocode 7 biztonságfilozófiája és méretezési eljárásai

## 9 DR. FARKAS JÁNOS – NÉMETH IMRE – KORPÁS RUDOLF

Ferdekábéles gyaloghíd dinamikai vizsgálata

## 15 TÁRCZY LÁSZLÓ – HORVÁTH FERENC

Az aszfaltréteg terítése, építése során fellépő hőmérsékletek vizsgálata polypropilén műszaki textília felületén

## 18 SZALKAI GÁBOR

Elérhetőségi és forgalmi változások az elmúlt évek gyorsforgalmi úthálózat fejlesztéseinek következtében

## 25 DR. TÓTH GÉZA

Elérhetőségi viszonyok vizsgálata a hazai közúton

## 31 DEVECSERI GABRIELLA–ERCSÉNYI BALÁZS – SCHUCHMANN GÁBOR

Békés megye hosszú távú közúthálózat-fejlesztési tervének korszerűségi felülvizsgálata

## 36 NEMZETKÖZI SZEMLE

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

**FELELŐS SZERKESZTŐ** Dr. Koren Csaba

**SZERKESZTŐK** Dr. Gulyás András

Rétháti András

Szőnyi Zsolt

Dr. Tóth-Szabó Zsuzsanna

A címlapon és a borító 2. oldalán megjelent fotók

**Gyukics Péter** felvételei.

## KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE

Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület mérnöki tudományos havi lapja.

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



## TANÁCSADÓ TESTÜLET:

Apáthy Endre, Dr. Boromisza Tibor, Csordás Mihály

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

Hórvölgyi Lajos, Huszár János, Jaczó Győző

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

Pallay Tibor, Dr. Pallós Imre, Regős Szilveszter

Dr. Rósa Dezső, Schulek János, Schulz Margit,

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

Tombor Sándor, Dr. Tóth Ernő, Varga Csaba,

Veress Tibor

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

### 1. Az európai szabványosítás helyzete a geotechnikában

A „Tartószerkezetek tervezése” című európai szabványsorozat 2009-2010-re kerül úgy bevezetésre, hogy a velük nem harmonizáló nemzeti szabványokat érvényteleníteni kell. A sorozat hetedik tagja a geotechnikai tervezést szabályozó EC-7 [1], s ennek első része MSZ-ként, magyar nyelven a közeljövőben jelenik meg. Nemzeti mellékletében [2] rögzítettük a Magyarországon kívánatos biztonsági szintet, amelynek meghatározásakor egyrészt az EC-0 [3] „alapszabványban” megfogalmazott elveknek megfelelően a megbízhatósági elméletből adódó követelményeket, másrészt a megszokott hazai elvárásokat kell érvényesítenünk.

2006 nyarán kiadták, s várhatóan 2007-ben magyar nyelven is megjelenik az EC-7 második része [4], mely a geotechnikai vizsgálatok, illetve az ezekkel megállapítható talajparaméterek alkalmazásának alapvető szabályait tartalmazza. E két szabvánnyal többé-kevésbé harmonizáltan számos további európai szabvány jelent s jelenik meg 2007-ig a geotechnika területén:

- a „Geotechnikai vizsgálatok” című sorozatban a tervek szerint összesen 36 szabvány készül, ezekből európai szabványként eddig kb. 20, MSZ-ként, magyar nyelven 8 jelent meg, s ezek felölelik a talaj- és kőzetosztályozás, a laboratóriumi illetve terepi talaj- és talajvízvizsgálatok szinte teljes körét, az EC-7-2-höz kapcsolódóan szabályozva a technikai részleteket is,
- a „Speciális geotechnikai munkák” című sorozatban eddig 10 dokumentum jelent meg, (ezekből nyolc megvan magyar nyelvű MSZ-ként is), s készülöben van további három, s ezek elsősorban a technológiai kérdésekkel foglalkoznak, de a tervezéshez is fontos ismereteket közölnek,
- a „Geotechnikai szerkezetek vizsgálata” című sorozatban 7 szabvány van készülöben, ezek az előbbi sorozathoz és az EC-7-1-hez kapcsolódóan szabályozzák részletekbe menően pl. a különböző cölöppróbaterhelési eljárásokat,
- a „Geoműanyagok” (korábban „Geotextíliák és rokon termékeik”) című sorozat 10 tagja az alkalmazás, 41 a termékek vizsgálatának követelményeit és módszereit írja elő, s közülük egyelőre nagyon kevésnek van magyar nyelvű változata.

E szabványok, nagy számuk ellenére sem adnak elegendő útmutatást a geotechnikai tervezéshez. Az EC-7 – a többi EC-től eltérően – alig tartalmaz méretezési eljárást, képletet, inkább csak szempontokat, követelményeket, eljárásrendet fogalmaz meg. A geotechnikában ugyanis a földtani adottságokhoz igazodóan mára regionálisan, nemzeti szinten különböző megközelítések, tervezési metodikák fejlődtek ki, melyekhez sok rutin eljárás és felhasználási tapasztalat kapcsolódik. Ezeket feladni helytelen lett volna, viszont egységesen előírni és harmonizálni sem lehetett őket. Ezért megengedett, s a legtöbb ország tervezi, hogy a legfontosabb geotechnikai tervezési feladatok megoldására még 2009-ig a korábbi nemzeti szabványokból az EC-7-tel harmonizáló új nemzeti szabványokat ad ki. Ilyen szabványként jelent meg idehaza az MSZ 14043-2 a talajok osztályozására [5], s ilyen céllal dolgoztuk újjá az ÚT 2.1-222. útügyi műszaki előírást [6], melyet talán több témakörben nemzeti szabvánnyá lehet fejleszteni.

A jelen dolgozat a vázolt széleskörű szabványosítási feladatokról az EC-7 honosításához végzett elemzések egy részét ismerteti. Bemutatja, hogy a hidak esetében túlnyomórészt alkalmazott cölöpalapozások esetében milyen megfontolások, összehasonlító vizsgálatok alapján jutottunk el a nemzeti melléklet ajánlásaihoz, s hogy az ebből adódó eredmény miként viszonyul az eddig gyakorlatunk és a méretezéselmélet szerint elvárható követelményekhez. Egyben – s nem mellékesen – ismerteti a dolgozat a cölöpalapozások EC-7 szerint méretezését is.

### 2. A megfelelés és a biztonság értelmezésének elméleti alapjai

E fejezetben a dolgozat megértéséhez szükséges terjedelemben áttekintjük a méretezés alapjait, a részleteket illetően utalunk az [3], [7] és [8] szakirodalomra.

#### 2.1. A biztonság hagyományos értelmezése

Valamely szerkezet megfelelése, így az alapozásnak a talajellenállás szempontjából kielégítő volta is, a hagyományos méretezési eljárás kereteiben a következő módon vizsgálható.

Egyetlen biztonsági tényező ( $\gamma_{RE}$ ) alkalmazásával az

$$\frac{R_m}{E_m} \geq \gamma_{RE} \quad (1)$$

feltétel teljesülését kell igazolni, ahol

- $R_m$  az ellenállás (teherbírás) várható (átlagos) értéke,
- $E_m$  az igénybevétel (teher) várható (átlagos) értéke,
- $\gamma_{RE}$  az egyetlen (globális vagy centrális) biztonsági tényező, mely egynél nem lehet kisebb.

Osztott biztonsági tényezők alkalmazásakor az

$$E_d(\gamma_{gm} \cdot G_m; \gamma_{qm} \cdot Q_m) = E_d(\gamma_{fm} \cdot F_m) \leq R_d = \frac{R_m}{\gamma_{rm}} \quad (2)$$

feltétel teljesülését kell igazolni, ahol

- $E_d$  az igénybevétel tervezési (méretezési) értéke,
- $\gamma_{gm}$ ,  $\gamma_{qm}$  és  $\gamma_{fm}$  az állandó, az esetleges és az összegzett igénybevétel biztonsági tényezői,
- $G_m$ ,  $Q_m$  és  $F_m$  az állandó, esetleges és az összegzett igénybevétel várható értékei,
- $R_d$  és  $R_m$  az ellenállás tervezési és várható értéke,
- $\gamma_{rm}$  az ellenállás biztonsági tényezője.

A szerkezet ellenállásának megfelelése vizsgálható az  $R$  ellenállás, valamint a  $F=G+Q$  igénybevétel együttes vagy különálló ( $G$  és  $Q$ ) kezelésével. Az előbbi kétparaméteres ( $R$  és  $F$ ), az utóbbit háromparaméteres ( $R$ ,  $G$  és  $Q$ ) eljárásnak nevezzük. Dolgozatunkban az egyszerűség kedvéért általában a kétparaméteres eljárást alkalmazzuk.

A hagyományos méretezési eljárások alkalmazásához a globális vagy osztott biztonsági tényezők rendszerét és konkrét számértékeit nemzeti szabványokban rögzítették. Ezek megal-

<sup>1</sup> Okl. mérnök, egyetemi oktató, Széchenyi István Egyetem, Szerkezetépítési Tanszék, Magyar Szabványügyi Testület, Különlleges alapozások Műszaki Bizottság  
e-mail: szepesr@sze.hu

<sup>2</sup> folytatása a következő számban

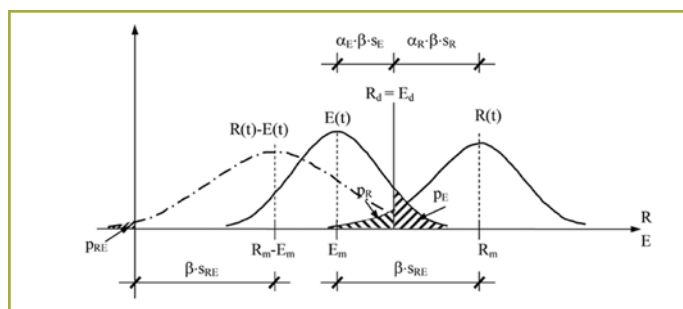
pozásához egy-egy szakterületen belül nemzeti szinten elemezték-egyeztették az általános biztonsági elvárásokat és a műszaki-gazdasági kockázatokat, a tapasztalatokat és a szokásokat. Viszonylag nagy különbségek alakultak ki abban, hogy mekkora teret enged valamely szabvány a tervezői mérlegelésnek, illetve hogy ezzel együtt mekkora felelősséget ró a tervezőre.

A magyar szabványok – mint köztudott – az osztott biztonság módszerét alkalmazzák, s geotechnikai szabványok, így pl. az MSZ 15005 [9] szerint az  $\alpha_r=1/\gamma_{ri}$  csökkentő tényezőket a körülmények értékelése alapján kell a tervezőnek felvennie. Így ezekből a különböző esetekre nagyon különböző biztonsági tényezők adódhatnak. Ezzel szemben a német DIN mindmáig a globális biztonsági tényezőre épül, s a geotechnikai tervezésre vonatkozóan is egyértelműen megadja a vizsgálandó három terhelési esetre elvárt biztonsági tényezőket.

Az EC-k lényegében az osztott biztonsági elvét alkalmazzák, de végleges változataik tulajdonképpen teret engedtek a globális biztonsági tényezőben való gondolkodásnak is. A biztonság számszerű értékeit szolgáltató különböző tényezők felvételében viszont a következőkben bemutatandó megbízhatósági eljárásra építettek, s ezt ajánlják a nemzeti mellékletek kidolgozásához is.

## 2.2. A teherbírás kimerülésének valószínűsége és a megbízhatósági index

A megbízhatósági eljárás idehaza régóta ismert, lényegét az 1. ábra érzékelteti. Ezen az eloszlások görbéjének jellege csak



1. ábra. Az igénybevétel és az ellenállás, illetve különbségük gyakorisági görbéi a megbízhatósági eljárás paramétereivel

szimbolikus, például az EC-0 a geotechnikai méretezésben általában domináns önsúlyokból származó igénybevételekre a normális, az ellenállásokra a lognormális eloszlást ajánlja.

Az ábra jelölései a következők:

- $R(t)$ , ill.  $E(t)$  az ellenállásnak, ill. az igénybevételnek a  $T$  tervezett élettartamon belül ( $0 < t \leq T$ ) várható gyakorisági görbéje,
- $p_{RE}$  a tönkremenetel valószínűsége,

1. táblázat. A tönkremenetel  $p_{RE}$  megengedett valószínűsége és a  $\beta$  megbízhatósági index összefüggése az ellenállás és az igénybevétel ( $R-E$ ) különbségének normális eloszlása esetén

$p_{RE}$	10-1	10-2	10-3	10-4	10-5	10-6	10-7
$\beta$	1,28	2,32	3,09	3,72	4,27	4,75	5,20

- $\beta$  megbízhatósági index, értékeit  $p_{RE}$  függvényében az 1. táblázat tartalmazza,
- $p_R$ , ill.  $p_E$  az ellenállás, ill. az igénybevétel alulmaradási, illetve túllépési valószínűsége,
- $R_m$ , ill.  $E_m$  az ellenállás, ill. az igénybevétel várható értékei,
- $s_R$ , ill.  $s_E$  az ellenállás, ill. az igénybevétel szórása,

- $\alpha_R$ , ill.  $\alpha_E$  az ellenállás, ill. az igénybevétel érzékenységi tényezője,
- $s_{RE}$  az igénybevétel és az ellenállás eredő szórása.

Valamely szerkezet (így az alapozás) teherbírása nyilvánvalóan akkor megfelelő, ha ellenállás és az igénybevétel tervezési értékének bármely, egyidejűleg lehetséges különbségére a

$$g = R - E \geq 0 \quad (3)$$

feltétel teljesül. Az 1. ábra alapján látható, hogy ez adott szórások esetében akkor igaz, ha

$$R_m - E_m \geq \beta \cdot s_{RE} \quad (4)$$

Itt az eredő szórás

$$s_{RE} = \sqrt{s_R^2 + s_E^2} \quad (5)$$

Az 1. ábra alapján értelmezhető, hogy a tönkremenetel valószínűsége

$$p_{RE} = P(g \leq 0) = P(g \leq R_m - E_m - \beta \cdot s_{RE}) = \Phi(-\beta) \quad (6)$$

A képletben  $\Phi$  az  $R(t) - E(t)$  eredő eloszlásfüggvénye, s ezt normális típusúnak feltételezve az egyes  $p_{RE}$  valószínűségekhöz a  $\beta$  megbízhatósági index 1. táblázatban látható értékei vehetők fel. (Ha  $\Phi$  eloszlása nem normális, akkor az EC-0 szerint  $\beta$  egyszerűen csak „a megbízhatóság egyezményes mérőszámának tekintendő.”)

A hazai szabványok  $p_{RE}=10^{-4}$ , s ennek megfelelően (felfelé kerekítve)  $\beta=3,8$  alapulvételével készültek. Az EC-okban ajánlott parciális tényezőket is ennek megfelelően vették fel, de megengedik, hogy nem szokványos kockázat esetén más  $\beta$  értékekre is lehessen méretezni. A geotechnikában vannak javaslatok  $p_{RE} \approx 10^{-3}$  elfogadására, amire még visszatérünk.

## 2.3. A biztonság meghatározása a megbízhatósági eljárással

Az igénybevétel  $E_d$  tervezési értéke – normális eloszlást feltételezve – az  $E_m$  várható értékből

$$E_d = E_m \cdot (1 - \beta \cdot \alpha_E \cdot v_E) = E_m \cdot \gamma_{em} \quad (7)$$

módon számítható.

Az ellenállás  $R_d$  tervezési értékét – lognormális eloszlást feltételezve – az ún. féoldalal transzformációval ([1], [3]) az  $R_m$  várható értékből a következő formában számítható:

$$R_d = R_m \cdot \exp(-\beta \cdot \alpha_R \cdot v_R) = R_m / \gamma_{rm} \quad (8)$$

A (7) és (8) képletekben

- $v_E$ , ill.  $v_R$  az igénybevétel, ill. az ellenállás relatív szórása az  $s_E$  ill.  $s_R$  tényleges szórásból és az  $E_m$ , ill.  $R_m$  várható értékekből

$$v_E = \frac{s_E}{E_m} \quad \text{ill.} \quad v_R = \frac{s_R}{R_m} \quad (9)$$

- $\alpha_E$ , ill.  $\alpha_R$  az igénybevétel, ill. az ellenállás érzékenységi tényezői, melyek [7] szerint a következő formában határozhatók meg

$$\alpha_E = -\frac{E_m \cdot v_E}{\sqrt{(E_m \cdot v_E)^2 + (R_d \cdot v_R)^2}}$$

illetve

$$\alpha_R = \frac{R_d \cdot v_R}{\sqrt{(E_m \cdot v_E)^2 + (R_d \cdot v_R)^2}} \quad (10)$$

(A féoldalas transzformáció miatt szerepel  $R_m$  helyett  $R_d$ )  
A (3) követelménnyel azonos tartalmú

$$E_d \leq R_d \quad (11)$$

követelményt teljesítését fokozatos közelítéssel lehet elérni, melynek minden egyes lépésében számszakilag teljesülnie kell a következő feltételnek:

$$\sum \alpha_i^2 = \alpha_E^2 + \alpha_R^2 = 1,0 \quad (12)$$

Az EC-0 a fokozatos közelítés helyett

$$\alpha_E = -0,7 \text{ és } \alpha_R = 0,8 \quad (13)$$

számbavételét javasolja, ami a (12) feltételt nem elégíti ki, amire az EC-0 magyarázatot nem ad.

Ha a (11)-be (7)-et és (8)-at behelyettesítjük, a két oldal egyenlőségéből az adódik, hogy

$$R_m = \exp(\beta \cdot \alpha_R \cdot v_R) \cdot E_m (1 - \beta \cdot \alpha_E \cdot v_E) \quad (14)$$

A globális (biztonsági) tényező az (1) képletből (14) behelyettesítésével a

$$\gamma_{RE} = \frac{R_m}{E_m} = \exp(\beta \cdot \alpha_R \cdot v_R) \cdot (1 - \beta \cdot \alpha_E \cdot v_E) \quad (15)$$

kifejezéssel adható meg.

A két oldal biztonsági tényezői pedig:

- az igénybevétel oldali biztonsági tényező (7) alapján

$$\gamma_{em} = (1 - \beta \cdot \alpha_E \cdot v_E) \quad (16)$$

- az ellenállás oldali biztonsági tényező (8) alapján:

$$\gamma_{rm} = \exp(\beta \cdot \alpha_R \cdot v_R) \quad (17)$$

2. táblázat A  $\gamma_{RE}$  globális, ill. a  $\gamma_{em}$  és  $\gamma_{rm}$  biztonsági tényezőknek a megbízhatósági eljárás szerint szükséges értékei a relatív szórásoktól függően  $\beta=3,8$ , valamint  $\alpha_E=-0,7$  és  $\alpha_R=0,8$  esetén

$\gamma_{RE}$	$v_R$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
$v_E$	$\downarrow \gamma_{em}$   $\gamma_{rm} \rightarrow$	1,16	1,36	1,58	1,84	2,14	2,49	2,90	3,37	3,93	4,57
0,05	1,13	1,32	1,54	1,79	2,08	2,42	2,82	3,28	3,82	4,45	5,18
0,10	1,27	1,47	1,72	2,00	2,33	2,71	3,15	3,67	4,27	4,97	5,79
0,15	1,40	1,63	1,90	2,21	2,57	2,99	3,48	4,05	4,72	5,49	6,40
0,20	1,53	1,78	2,08	2,42	2,81	3,28	3,81	4,44	5,17	6,02	7,00

A  $\beta=3,8$  megbízhatósági index, valamint az  $\alpha_E=-0,7$  és  $\alpha_R=0,8$  érzékenységi tényezők figyelembevételével számítható, a különböző  $v_R$  és  $v_E$  relatív szórások esetén szükséges  $\gamma_{RE}$  globális biztonsági, valamint  $\gamma_{em}$  és  $\gamma_{rm}$  biztonsági tényezőket a 2. táblázat tartalmazza. (Megemlítjük, hogy ezek alig különböznek a (12) egyenletet kielégítő  $\alpha_E$  és  $\alpha_R$  tényezőkkel kiadódó értékektől.)

#### 2.4. Az ellenállások és az igénybevételek relatív szórása

A globális (biztonsági) tényező (15) kifejezésében az ellenállás  $v_R$  és az igénybevétel  $v_E$  relatív szórása játszik meghatározó szerepet. Ezekben megjelennek a méretezési adatok (súly, szilárdság, geometria, stb.) bizonytalanságai, melyek a technológiától is függenek, továbbá a számítási és/vagy kísérleti modell bizonytalanságai. Mind az ellenállás, mind az igénybevétel szórását ezek olyan mértékben befolyásolják, amilyen függvény szerint hatnak rájuk, illetve, amilyen a saját bizonytalanságuk (szórásuk). Ezt a hibaterjedés jól ismert

$$s_{Ff} = \sqrt{\sum \left( \frac{\partial F}{\partial X_i} s_{X_i} \right)^2} \quad (18)$$

összefüggése leírja, amelyben

- $s_{Ff}$  az  $F(X_i)$  függvény szórása,
- $s_{X_i}$  az  $X_i$  változók szórása.

Ha az  $F$  függvény pontosan leírja a jelenséget,  $s$  az  $F$ -et befolyásoló valamennyi tényező egy-egy  $X_i$  változóval szerepel a függvényben, továbbá azok  $s_{X_i}$  szórása ismert, akkor a (18) képlet közvetlenül megadja a függvény szórását. Sok esetben azonban az  $s_{X_i}$  szórások nem ismertek, csak a  $v_{X_i}$  relatív szórásukra vannak tapasztalati adatok, vagy adható rájuk becslés.

A (18) összefüggésbe az utóbbiakat a következő módon lehet bevezetni:

- az ellenállás  $v_{Rf}$  relatív szórása az  $R(X_1, X_2, \dots, X_r, \dots, X_n)$  függvényből, ha az  $X_i$  mérési vagy tervszerinti adatok várható értéke  $X_{im}$

$$v_{Rf} = \frac{s_R}{R_m} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial R}{\partial X_i} \cdot \frac{s_{X_i}}{R_m} \right)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial R}{\partial X_i} \cdot \frac{s_{X_i}}{R_m} \cdot \frac{X_{im}}{X_{im}} \right)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial R}{\partial X_i} \cdot \frac{s_{X_i}}{R_m} \cdot \frac{s_{X_i}}{X_{im}} \right)^2} =$$

$$= \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\frac{\partial R}{\partial X_i}}{\frac{R_m}{X_{im}}} \cdot v_{Xi} \right)^2} \quad (19)$$

- az igénybevétel  $v_{Ef}$  relatív szórása az  $E(Y_1, Y_2, \dots, Y_i, \dots, Y_k)$  függvényből hasonlóképpen:

$$v_{Ef} = \frac{s_{Ef}}{E_m} = \dots = \dots = \dots = \sqrt{\sum_{i=1}^k \left( \frac{\frac{\partial E}{\partial Y_i}}{\frac{E_m}{Y_{im}}} \cdot v_{Yi} \right)^2} \quad (20)$$

A (19) képlet arra is rámutat, hogy ha  $R$  valamely  $X_i$ -nek lineáris függvénye, akkor annak  $v_{Xi}$  relatív szórása nem kap szorzót. A geotechnikában viszont a gyakran a passzív földnyomásból származó ellenállások esetében más a helyzet: a  $v_{Xi}$  relatív szórás hatását szorzója felnagyítja.

Tudvalevő azonban, hogy nem minden hatás írható le kifogástalanul az  $F$  ( $R$  és  $E$ ) függvényekkel, így például egyes technológiai hatások sem, illetve az  $F$  ( $R$  és  $E$ ) függvény nem írja le a tökéletesen a mechanikai jelenséget. A számítási vagy kísérleti modell bizonytalanságát ezért általában még egy  $v_{m0}$  illetve a technológiai ( $s$  az ezekből származó geometriai) „hibákat” egy vg relatív szórással külön érvényesítik. Ezeket is tapasztalati adatokból vagy becsléssel vehetjük fel.

Mindezek alapján a teljes relatív szórás számítási képlete

- az ellenállási oldalon

$$v_R = \sqrt{v_{Rf}^2 + v_{Rm0}^2 + v_{Rg}^2} \quad (21)$$

- az igénybevételi oldalon

$$v_E = \sqrt{v_{Ef}^2 + v_{Em0}^2 + v_{Eg}^2} \quad (22)$$

### 3. Az EC-7 méretezési és biztonsági filozófiája a cölöpalapozás példáján

Az EC-0 szerint a teherbírás megfelelőséget a (2)-vel és (3)-mal lényegében azonos (11) egyenlőtlenséggel kell igazolni. A két oldalon szereplő tervezési értékeket az osztott biztonsági tényezőkkel rokon parciális tényezőkkel kell számítani, melyeket a méretezés különböző szintjein lehet bevezetni, s velük sokféle körülményt lehet figyelembe venni. Ezeket azonban nem a várható, hanem az ún. reprezentatív vagy karakterisztikus értékekhez kell kapcsolni. Mellettük még további, ún. kombinációs-, csökkentő-, módosító-, átszámítási-, korrelációs- és modelltényezőkkel lehet/kell a méretezést „finomítani”.

Az EC-7 is ezt az utat járja, de bizonyos részleteket egyszerűsít, illetve bevezet olyanokat, melyeket más tartószerkezeti szabvány nem tartalmaz. Az összekapcsolhatóság és a jobb megérthetőség céljából röviden mindkét szabályozást bemutatjuk. Érzékeltetésül az EC-7 bizonyos számszerű adatait is ismertetjük, témánkhoz igazodóan a cölöpökre vonatkozókat kiemelve.

#### 3.1. Az igénybevételek meghatározása

Az EC-0 az  $E_d$  tervezési értéket a teherbírasi határállapotokhoz a

$$E_d = \gamma_{sd} \cdot E (\gamma_f \cdot F_{rep}; a_d) \quad (23)$$

képlettel ajánlja, ahol

- $\gamma_{sd}$  az igénybevételek számításának bizonytalanságát figyelembe vevő modelltényező, ajánlott értéke 1,00...1,15,
- $\gamma_f$  a hatások parciális tényezői, ajánlott értékük 1,50 és 1,00 között van.
- $F_{rep}$  a hatások reprezentatív értékei,
- $a_d$  a geometriai jellemzők tervezési értékei, melyek figyelembe veszik az anom névleges vagy karakterisztikus értéktől való  $\Delta a$  eltérés lehetőségét is ( $a_d = a_{nom} \pm \Delta a$ ). A reprezentatív értékeket az

$$F_{rep} = \psi \cdot F_k \quad (24)$$

képlet értelmezi, ahol

- $F_k$  a hatás karakterisztikus értéke.
- $\psi$  a hatás kombinációs tényezője, mely a hatások egyidejű fellépésének kisebb valószínűségét veszi figyelembe, s ajánlott értékei pl. járműterhekre 0,70, raktárterhekre 1,0, Az EC-0 szerint a hatás karakterisztikus értéke
- a várható érték lehet, ha a hatás változékonysága elhanyagolható,
- az 5, ill. 95 %-os valószínűségű szélső érték legyen, attól függően, hogy a vizsgálat szempontjából melyik a kedvezőtlen, ha a változékonyság nem hanyagolható el,
- névleges érték, ha valamilyen felvett modellteherről, pl. járműteherről van szó.

Az EC-0 az előbbiekből a hatások különböző fajtáit is figyelembe véve az

$$E_d = \gamma_{sd} \cdot E (\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}) \quad (25)$$

$$E_d = \gamma_{sd} \cdot E (\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q1} \cdot \psi_{01} \cdot Q_{k1} + \sum \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}) \quad (26)$$

$$E_d = \gamma_{sd} \cdot E (\xi \cdot \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}) \quad (27)$$

elvi képleteket adja, ahol

- $\gamma_G$  az állandó hatások parciális tényezője, ajánlott értéke 1,35 és 1,00,
- $G_k$  az állandó hatás karakterisztikus értéke,
- $\gamma_{Q1}$  és  $\gamma_{Qi}$  a kiemelt és a további esetleges hatások parciális tényezői, ajánlott 1,50 és 1,30,
- $\psi_{01}$  és  $\psi_{0i}$  a kiemelt és a további esetleges hatások kombinációs tényezői,
- $Q_{k1}$  és  $Q_{ki}$  a kiemelt és a további esetleges hatások karakterisztikus értékei,
- $\xi$  csökkentő tényező, ajánlott értéke 0,85.

A képletek közül (25) adja a legnagyobbat, viszont a magyar nemzeti melléklet megengedi a kedvezőbb (26) és (27) használatát is, ha a használhatósági határállapotot is részletesen vizsgálják. (26) a nagyobb, (27) a kisebb önsúlyú szerkezetek esetében lehet kritikus.

Az EC-7 a következő elvi képleteket ajánlja:

$$E_d = E (\gamma_f \cdot F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d) \quad (28)$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E (F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d) \quad (29)$$

ahol

- $\gamma_f$ ,  $\gamma_M$  és  $\gamma_E$  a hatások, a (talaj)szilárdság és az igénybevételek parciális tényezői,
- $X_k$  a (talaj)szilárdsági paraméterek karakterisztikus értékei.

3. táblázat. A b megbízhatósági index és az igénybevétel módosító tényezője EC-0 szerint

Megbízhatósági osztály	β megbízhatósági index minimális értékei		Tönkremenetellel járó veszteség	Igénybevételek módosító tényezője
	1 éves referenciaidőszak	50 éves referenciaidőszak		
RC3	5,2	4,3	Az emberélet veszélyeztetése nagy, vagy a gazdasági, társadalmi vagy környezeti károk rendkívül jelentősek	1,1
RC2	4,7	3,8	Az emberélet veszélyeztetése közepes, a gazdasági, társadalmi vagy környezeti károk jelentősek	1,0
RC1	4,2	3,3	Az emberélet veszélyeztetése csekély és a gazdasági, társadalmi vagy környezeti károk elhanyagolhatóak	0,9

Látható, hogy a (28) a hatásokhoz, a (29) az ezekből származó igénybevételekhez rendel parciális tényezőt, ami azonban a legtöbb geotechnikai számításban nem hoz tényleges különbséget ( $\gamma_F = \gamma_E$ ), mivel az igénybevétel a hatásokkal lineárisan változik. Az EC-7 a  $\gamma_{sd}$  modelltényezőt nem alkalmazza, úgy tekinti, hogy az be van építve a hatások parciális tényezőjébe ( $\gamma_F = \gamma_{sd} \cdot \gamma_F$ ). Megengedi azonban, hogy különös bizonytalanság esetén  $\gamma_{sd} > 1,0$  tényezőt bevezessünk.

Az EC-7 a hatások kombinációival külön nem foglalkozik, a (24) képletet megismételve utal az EC-0-ra. [10] sem tárgyalja ezeket, illetve bemutatott példáiban a (25) képletet használja. A ξ csökkentő tényező az EC-7-ben egyáltalán nem is kap említést. Úgy tűnik, mintha az EC-7 a (25) képlet alkalmazását tartaná indokoltnak, talán mert a geotechnikában a használhatósági állapot a sok bizonytalanság (főként a bemenő talajparamétereké) miatt nem vizsgálható elég pontosan.

„Érdekeség”, hogy  $E_d$ -ben szerepel a talajszilárdság is, mert az (pl. a földnyomás esetében) az igénybevételt is befolyásolja,  $X_k$  karakterisztikus értékével a 3.4. pontban külön foglalkozunk.

4. táblázat. Az EC-7-ben ajánlott parciális tényezők

az Eurocode 7-ben ajánlott Y parciális tényezők											
tervezési módszer	cölöptípus	kombináció	hatás, igénybevétel			talajszilárdság			cölöppenállás		
			állandó	hasznos	összesített	hatékony belső súrlódási szög	hatékony kohézió	drénezetlen nyírószilárdság	palástellenállás	talpellenállás	teljes
			G	Q	F	$\varphi'$	$c'$	$c_u$	$R_s$	$R_b$	$R_t$
1.	vert	1.	1,35	1,50	1,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		2.	1,00	1,30	1,10	1,00	1,00	1,00	1,30	1,30	1,30
	CFA	1.	1,35	1,50	1,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10
		2.	1,00	1,30	1,10	1,00	1,00	1,00	1,30	1,45	1,40
	fúrt	1.	1,35	1,50	1,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,25	1,15
		2.	1,00	1,30	1,10	1,00	1,00	1,00	1,30	1,60	1,50
2.	vert CFA fúrt	-	1,35	1,50	1,40	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,10
3.	felszerkezeti hatás	1,35	1,50	1,40	1,25	1,25	1,40	1,00	1,00	1,00	1,00
	geotechnikai hatás	1,00	1,30	1,10							

Megjegyzések: 1. még egyidejűségi tényező is tartozhat hozzájuk  
2. 0,70 állandó teherhánnyal számított érték 3. a húzott cölöpökhöz nagyobb érték tartozik

Az EC-keket – mint említettük –  $\beta=3,8$  megbízhatósági index alapulvételével dolgozták ki, de az EC-0 megengedi, hogy indokolt esetben kisebb vagy nagyobb tönkremeneteli valószínűségre tervezzünk. Ezt egyszerűsítve az igénybevételek oldalán alkalmazandó  $K_{FI}$  módosító tényezőkkel lehet a megoldani, melyeket a kockázati szintek értelmezésével együtt a 3. táblázat mutatja.

Amint említettük, az alapok, és főként a cölöpök esetében indokolt lehet a megbízhatósági indexet kisebbre, például az RC1 osztálynak megfelelő 3,3-ra venni, amint azt [11] is ajánlja. Az alapok tönkremenetele ugyanis általában előjelek után, lassan következik be, s ezért közvetlenül ritkán veszélyeztet emberéletet, illetve a nagyobb kár megfelelő beavatkozással megelőzhető. A dolgozatunk tárgyát képező, szinte mindig csoportban készülő cölöpök esetében, pedig még az is kedvező, hogy a méretezett, azaz a leginkább terhelt egyedi cölöp körüli talajtörés esetén a szomszédos, kevésbé terhelt cölöpök az igénybevétel átrendeződésével átvehetik a terhelés egy részét.

### 3.2. Az ellenállások meghatározása

Az ellenállás  $R_d$  tervezési értékének számítására az EC-0 a következő elvi képletet adja

$$R_d = R(X_d; a_d) / \gamma_{Rd} = R(\eta \cdot X_k / \gamma_m; a_d) / \gamma_{Rd} \quad (30)$$

ahol

- $X_d$  az anyagok szilárdsági paramétereinek tervezési értékei,
- $\gamma_{Rd}$  az ellenállás számításának bizonytalanságát figyelembe vevő modelltényező,
- $\gamma_m$  a szilárdsági paraméterek parciális tényezői az anyagra vonatkozó EC szerint,
- $\eta$  a szilárdságot befolyásoló hatásokat figyelembe vevő átszámítási tényező.

Az EC-7 az ellenállások tervezési értékének számítására a következő képleteket ajánlja

$$R_d = R(\gamma_F \cdot F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d) \quad (31)$$

$$R_d = R(\gamma_F \cdot F_{rep}; X_k; a_d) / \gamma_R \quad (32)$$

$$R_d = R (\gamma_F \cdot F_{rep}; X_k / \gamma_M; a_d) / \gamma_R \quad (33)$$

ahol

- $\gamma_R$  az ellenállás parciális tényezője.

Látható, hogy a (31) a talajszilárdsághoz rendel parciális tényezőt, és az EC-0-ban szereplő  $\gamma_{Rd}$  modelltényezőt abba beépíti ( $\gamma_M = \gamma_{Rd} \cdot \gamma_m$ ). A (32) a szilárdsághoz nem rendel parciális tényezőt, a talajellenálláshoz viszont igen. A (33) viszont a kettő kombinációját is lehetővé teszi. Ezek mellett az EC-7 még említi azt a lehetőséget is, hogy a különösen bizonytalan feladatok esetén mindezek mellett egy  $\gamma_{Rd} > 1,0$  tényezőt is bevezessünk.

A (31)...(33) képletek „érdekessége”, hogy az ellenállás oldalán megjelenik a hatás is, mivel a talajellenállást a hatás egyes jellemzői (pl. a sákalapokra ható erő ferdesége) is befolyásolják.

Az EC-7-ben nem szerepel az  $\eta$  átszámítási tényező, ugyanakkor bizonyos szerkezetekre (pl. a cölöpökre) vonatkozóan megjelenik a  $\xi$  korrelációs tényező (nem tévesztendő össze az EC-0 azonos jelölésű csökkentő tényezőjével), mely  $\eta$ -hoz hasonló tartalmú, amint azt majd bemutatjuk.

### 3.3. Tervezési módszerek

Az EC-0 és az EC-7 is háromféle tervezési módszert ajánl a geotechnikai teherbírási határállapotok vizsgálatára. Ezek voltaképpen a (28) és (29), ill. a (31)...(33) képletek kombinációi a 4. táblázatban összefoglalt parciális tényezők alkalmazásával. A táblázatban megadott  $\gamma_E$  értékek nincsenek benne az EC-7-ben, azokat csak a jelen dolgozat céljából számítottuk ki a megjegyzés rovatban vázolt módon. A táblázat az ellenállások parciális tényezői közül csak a cölöpökre vonatkozókat tartalmazza, más szerkezetekre 1,0 és 1,4 közötti értékek vannak az EC-7-ben.

Az 1. tervezési módszer kétféle kombináció vizsgálatát írja elő. Az elsőben a hatásokhoz kell nagyobb (1,35...1,50) parciális tényezőt rendelni, a talajszilárdságot a karakterisztikus értékével lehet számításba venni, s az ellenállást is csak 1,00...1,15 parciális tényezővel kell csökkenteni. A 2. teherkombinációban az igénybevételek oldalán csak a hasznosakhoz tartozik 1,30 parciális tényező, (az állandókat a reprezentatív=karakterisztikus=várható értékükkel számítjuk), az ellenállások 1,30...1,60 parciális tényezőt kapnak, míg a talajszilárdság parciális tényezője a cölöpök esetében 1,0. (Csak a sákalapok esetében javasolnak 1,25...1,40 parciális tényezőt.)

A 2. tervezési módszer alkalmazásakor az igénybevételekhez rendelünk 1,35...1,50 parciális tényezőt. A talajszilárdság itt semelyik geotechnikai szerkezet esetében sem kap „biztonságot”, tehát karakterisztikus értékével vesszük számításba. A talajellenállásokhoz általában, így a cölöpellenállásokhoz is, csak 1,10 parciális tényezőt kell alkalmazni, s csak a földellenállás és a sákalapok alatti talajtöréssel szembeni ellenállás kap nagyobb, 1,40 parciális tényezőt.

A 3. tervezési módszer esetén a felszerkezeti hatásokból származó igénybevételekhez 1,35...1,50 parciális tényezőt rendelünk, a geotechnikai hatásokból származók közül csak a hasznos jellegűek kapnak 1,00-tól különböző (1,30) parciális tényezőt. A talajszilárdságot 1,25...1,40 parciális tényezővel csökkentjük, s evvel számítjuk az igénybevételeket és a talajellenállásokat is, s ekkor a talajellenállásokhoz már általában nem rendelünk további parciális tényezőt.

A nemzeti mellékletekben meg kell adni, hogy a három közül melyik tervezési módszert kell az adott országban hasz-

nálni. Az e dolgozatban is szereplő elemzések és nemzetközi egyeztetések nyomán a magyar nemzeti mellékletbe az került, hogy

- a geotechnikai méretezésre általában, így a sákalapok, a cölöpök, a horgonyok és a támszerkezetek tervezésére a 2. módszert kell alkalmazni,
- a rézsűk és bármely szerkezet általános állékonysága a 3. módszer szerint vizsgálandó.

Az 1. módszer elvetése azért ésszerű, mert így elkerüljük a kétszeres munkát, melyek eredményei alig különböznek, mivel a kétféle kombinációban az igénybevételhez és az ellenálláshoz rendelt parciális tényezők „eredője” lényegében azonos (1,4 · 1,0=1,40≈1,1·1,3=1,43 pl. a vert cölöp ese-tén). Az állékonyságvizsgálatokra – tudomásunk szerint – minden ország a 3. módszert választja, mert ezekben eddig is a talajszilárdsághoz rendeltük a biztonságot. S bár az EC-7 első változatai minden feladatra a 3. módszert ajánlották, úgy tűnik, német sugallatra [12], amit kétségtelenül logikus érvek is indokolnak, végül a DIN-t lényegében követő 2. módszer válik uralkodóvá, amint azt a témakörben szervezett prágai workshopon érezkelhettük [24].

A nemzeti mellékletekben – mint említettük – meg kell adni az egyes országokban alkalmazandó parciális tényezőket is, melyek eltérhetnek a 4. táblázatbeliektől. Az ENV-változatok honosításakor a parciális tényezőkre Magyarországon az eredeti európai ajánlásokat fogadtuk el. Most azonban a bonyolultabbá vált rendszer miatt, s mert az EC-okat hamarosan „élesben” és kizárólagosan kell alkalmazni, nem lett volna helyes automatikusan így tenni. Szükséges volt annak vizsgálatára, hogy az EC-ok egyes tervezési módszerei (képletei) és a parciális tényezői által szolgáltatott biztonság miként viszonyul az eddigi hazai gyakorlatban használt  $\alpha$ -tényezős rendszer által nyújtott, illetve a megbízhatósági eljárás alapján elvárható biztonságához. A magyar nemzeti mellékletbe megadott parciális tényezőket, melyek részben a következőkben ismertetendő elemzések alapján születtek meg, a dolgozat végén a 13. táblázat fogja bemutatni.

Fel kell figyelni még a 4. táblázat egy ellentmondásos részletére. Az 1. tervezési módszer 2. kombinációját kivéve valamennyi esetben nagyobbak az igénybevételek parciális tényezői, mint az ellenállásoké, mintha az előbbieket bizonytalanabbak volnának. A geotechnikusok számára ez nehezen fogadható el, „szívünk szerint” fordított arányokat alkalmaznánk. Az igénybevételeket illetően azonban alkalmazkodni kell a többi tartószerkezeti EC-hez, mert többnyire az azok alapján végzett számításokból kapjuk őket, s aligha lehetne mindig külön számítani az alapok méretezéséhez az igénybevételeket más parciális tényezőkkal. A többi tartószerkezet esetében viszont a számítási modell bizonytalanságait az igénybevételek oldalán vesszük figyelembe, s így az ellenállás oldalán már elegendőnek tartanak kisebb parciális tényezőt. Ez utóbbi mögött persze a tervezett építőanyagok szilárdságának eleve kisebb szórása, s gyártásuk szigorú ellenőrzése rejlik. A geotechnika nehézsége (és szépsége) viszont éppen abban van, hogy a talajszilárdságot minden feladatban egyedileg kell megállapítani, s az ellenállást abból számítani, vagy, ha esetleg az ellenállást közvetlenül, pl. próbaterheléssel állapítjuk meg, akkor annak helyét kell a talajszilárdság változékonyságát felmérve kijelölni. Azt, hogy az EC-0 nyomán az EC-7-ben is 1,1...1,4 parciális tényezők kerültek, azt követeli meg, hogy minden feladat esetében meg kell találnunk a kritikus körülményeket, a gyenge pontokat, s a méretezésnek azokra kell vonatkoznia. Az EC-7 terminológiájával élve úgy fogalmazhatunk: a vizsgálandó szerkezeti állapotokat és a talajszilárdság vagy a talajellenállás karakterisztikus értékét kell olyan körültekintően és óvatosan megállapítanunk, hogy elegendő legyen az ellenállás oldalán ajánlott csekély parciális tényező.



### 3.4. A talajjellemzők karakterisztikus értéke

Az EC-okban, így az EC-7-ben is értelmezett karakterisztikus érték definíciója a talajokat illetően a kezdetektől sok vitára adott okot. Az EN-változatban a következő szerepel: „valamely talajparaméter  $X_k$  karakterisztikus értékét annak az értékek óvatos becslésével kell kiválasztani, mely a vizsgált határállapot bekövetkezését előidézi” (angolul govern). Továbbá: „ $X_k$  a várható értéknél kisebb alsó, vagy nagyobb felső érték óvatos becslése, attól függően, hogy melyik okozhatja a határállapotot”. Az EC-7 rögzíti, hogy  $X_k$  felvételekor figyelembe venni a geológiai információkat, a minták és a vizsgálatok mennyiségét és minőségét, a paraméterek változékonyságát, a vizsgált jelenséget befolyásoló talajzóna kiterjedését, az épület teheráthordó képességét (merevségét). Két esetet kell alapvetően megkülönböztetni:

- ha a geometriai és a talajadottságok miatt nagyobb talajfelület (csúszólap) vagy -zóna a meghatározó a határállapot bekövetkezésében, vagy a különálló alapokra kerülő építmény merevsége teheráthordó, kiegyenlítő hatásával megakadályozza lokális törési állapotok kialakulását, akkor  $X_k$  a kritikus talajzónákra vonatkozó átlag óvatos becslése legyen,
  - ha egy kisebb zóna viselkedése a meghatározó a határállapot bekövetkezésében (helyi törés), akkor  $X_k$  a szélső (általában a legkisebb, esetleg a legnagyobb) érték óvatos becslése legyen.
- Ha a matematikai statisztika eszköztárát alkalmazzuk, akkor a karakterisztikus értéket az

$$X_k = X_m \cdot (1 - k_n \cdot v_x) \quad (34)$$

képlettel lehet számítani, ahol

- $X_m$  a paraméter várható értéke, melyre az adott talajzóna vizsgálati eredményeinek átlagát fogadjuk el,
- $k_n$  statisztikai paraméter, melyet számos, a következőkben vázolandó körülményt figyelembe véve kell felvenni,
- $v_x$  a paraméter relatív szórása, melyet a mérési eredményekből számítjuk, azaz előzetesen „ismeretlennek” tekintjük, vagy előzetes ismeretek alapján „ismertnek” tételezzük fel.

(Megjegyezzük, hogy a zárójelben – helyett + írandó, ha a felső értéket kell becsülni.)

A  $v_x$  relatív szórást illetően a méretezési szakirodalom általában, s ennek nyomán [10] és [13] is azt ajánlja, hogy azt tekintsük „ismertnek”, fogadjuk el a szakirodalomból vagy más forrásból fellelhető értékeit. Ennek indokoltságát számos elemzés támasztja alá, amelyekből az tűnik ki, hogy egy-egy paraméter relatív szórása nagyon különböző átlag esetén is hasonló. Ez valószínűleg abból (is) fakad, hogy a geotechnikusok az egyben kezelhető talajzónák lehatárolásakor mérlegelik a meghatározó paramétereik szórását (is). Egyébként, ha a mérési adatokból számított szórással dolgoznánk, azaz az (előzetesen) „ismeretlen

szórás” esetére kidolgozott módszereket követnénk, akkor ez – az általában kevés vizsgálati adat miatt – a gyakorlatban elfogadhatatlan biztonsági tényezőt követelne meg.

A (34) képlet kulcseleme a  $k_n$  paraméter, felvételekor a következőket kell figyelembe venni:

- a talajparaméter átlagára vagy a szélső értékére kell-e becslést adni, függően attól, hogy mekkora a kritikus talajzóna kiterjedése, illetve miként hat közre az épület merevsége,
- az elvárt valószínűségi szint, melyre az EC-7-ben 5, illetve 95 % szerepel,
- a talajparaméter eloszlástípusa, melyet – más kidolgozatot megoldás híján – normális eloszlásúnak vehetünk, illetve  $n < 30$  adat esetén a Student-eloszlást alkalmazzuk,
- a relatív szórás jellege, mely az előbbiek szerint „ismertnek” vehető.

[10] és [14] szerint ismertnek feltételezett szórás mellett

- a 95 % megbízhatósággal (konfidencia szinten) becsült átlagértéket a

$$k_n = 1,64 \cdot \sqrt{\frac{1}{n}} \quad (35)$$

- az 5 % valószínűségű legkisebb szélső értéket a

$$k_n = 1,64 \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + 1} \quad (36)$$

képlet adja, melyekben az 1,64 konstans a normális eloszlás eloszlásfüggvényének a 95, illetve 5 %-hoz tartozó standard változója. A kétféle  $k_n$  érték látható az 5. táblázatban.

Kb. 10 minta esetén az átlagra vonatkozó  $k_n$  értékből kb. kiadódik Schneider [13] Európaszerte elterjedt javaslata, mely szerint a karakterisztikus értéket az

$$X_k = X_m \cdot (1 - 0,5 \cdot v_x) \quad (37)$$

képlettel célszerű értelmezni.

### 3.5. Az ellenállások karakterisztikus értéke, a korrelációs tényező

A geotechnikai méretezés során az  $X_i$  talajparaméterekből R ellenállást kell számítani, s azok  $R_k$  karakterisztikus értékeiben a talajparaméterek bizonytalansága valamiképpen halmozódik. Az 2.4. fejezetben megmutattuk, hogy egy függvény relatív szórását a bemenő adatok relatív szórásának súlyozásával kell a (19) képlettel számítani. A „súly” azt vezeti be, hogy mennyire függ az eredmény az adott paramétertől. Hasonlóképpen: az ellenállások  $R_k$  karakterisztikus értékét is attól függően befolyásolja az  $X_k$  talajparaméter karakterisztikus értékét az átlagból képező  $(1 - k_n \cdot v_x)$  szorzó, hogy milyen az  $R=f(X)$  függvény. Ezt tehát – mint az ellenállás relatív szórását is – már csak konkrét számítási modellt felvéve lehet megállapítani és értékelni.

5. táblázat:  $k_n$  értékei ismert szórás és p valószínűség esetén

$k_n$	p %	$n$ mintaszám	2	3	4	5	6	8	10	20	30	$\infty$
(35) képlet	95	átlag becsléséhez	1,16	0,95	0,82	0,74	0,67	0,58	0,52	0,37	0,30	0,00
(36) képlet	5	szélsőérték becsléséhez	2,00	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64

6. táblázat. Az EC-7 ajánlott  $\xi$  korrelációs tényezői a cölöptervezéshez

a $\xi$ korrelációs tényező a cölöppellenállás karakterisztikus értékének meghatározásához			
az ellenállás meghatározásának módszere	a próbaterhelések ill. a talajszelvények száma	az átlagra vonatkozóan	a minimumra vonatkozóan
	n	$\xi_{\text{mean}}$	$\xi_{\text{min}}$
statikus <sup>1,4</sup> próbaterhelés	1	1,40	1,40
	2	1,30	1,20
	3	1,20	1,05
	4	1,10	1,00
	≥ 5	1,00	1,00
talajvizsgálat <sup>2,3,4</sup>	1	1,40	1,40
	2	1,35	1,27
	3	1,33	1,23
	4	1,31	1,20
	5	1,29	1,15
	7	1,27	1,12
	10	1,25	1,08
dinamikus <sup>2,5</sup> próbaterhelés	≥ 2	1,60	1,50
	≥ 5	1,50	1,35
	≥ 10	1,45	1,30
	≥ 15	1,42	1,25
	≥ 20	1,40	1,25

Megjegyzések

1. ha egyetlen terhelést végeznek, akkor az a legrosszabb általajú helyen legyen, ha többet, akkor azok reprezentálják az általaj változásait, s egyet mindenképpen a legrosszabb helyen kell végrehajtani;

2. csak statikus próbaterheléssel kellő számú esetben igazolt számítási módszerek alkalmazhatók, szükség esetén a biztonságot növelő modelltényező bevezetésével;

3. a vizsgálati helyeknek jellemezniük kell az általaj változásait, a szélsőségesen kedvezőtlen helyeket is;

4. ha a cölöppössze fogás képes kiegyenlíteni a teherbírás cölöpcsoporton belüli különbségeit, akkor a fenti értékek 1,1-gyel oszthatók, de a módosított érték is maradjon 1,0-nél kisebb;

5. a megadott értékek a következők szerint módosíthatók:  
 0,85 szorzóval, ha a vizsgálat a mért jelekre illesztett modell alapján állapítja meg teherbírását;  
 1,10 szorzóval, ha verési képletet használnak a mért kvázi-rugalmas behatolásból számolva;  
 1,20 szorzóval, ha verési képletet használnak a kvázi-rugalmas behatolás mérése nélkül;

Bizonyos geotechnikai szerkezetek, elsősorban éppen a cölöpök esetében az ellenállást gyakran próbaterheléssel közvetlenül mérjük, vagy pl. szondadiagramokból egyszerű átszámítással határozzuk meg. Az EC-7 szerint a cölöpalapozások esetében az  $R_{ck}$  karakterisztikus értéket ilyenkor próbaterhelésből, illetve talajvizsgálatok alapján számítva a 6. táblázat segítségével az

$$R_{ck} = (R_{bk} + R_{sk}) = \frac{R_{bv} + R_{sv}}{\xi} = \frac{R_{cv}}{\xi} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{cv})_{\text{mean}}}{\xi_{\text{mean}}}, \frac{(R_{cv})_{\text{min}}}{\xi_{\text{min}}} \right\} \quad (38)$$

képlettel kell megállapítani, ahol

- $R_{sk}$ ,  $R_{bk}$  és  $R_{ck}$  a palást-, talp- és teljes talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke,
- $R_{bv}$ ,  $R_{sv}$  és  $R_{cv}$  a felsorolt módszerek valamelyikével meghatározott talp-, palást- és teljes ellenállás(ok), mely(ek)nek átlaga vagy minimuma veendő figyelembe,
- $\xi$ ,  $\xi_{\text{mean}}$  és  $\xi_{\text{min}}$  a korrelációs tényező, mely az ellenállás meghatározási módjától és a vizsgálatisméretől függ, s az átlaghoz és a minimumhoz különböző érték tartozik.

A 6. táblázat „talajvizsgálat” oszlopa arra vonatkozik, hogy a cölöppellenállásokat a cölöp körüli talajok valamilyen szilárdsági jellemzőinek mélység szerinti változását mutató talajszelvény alapján számítjuk. A talajjellemzőket szondázással (leginkább CPT-vel) vagy laborvizsgálattal határozhatjuk meg, s a számításhoz statikus próbaterheléssel már igazolt képleteket használhatunk.

A 6. táblázattal az EC-7 megmutatja, hogy a cölöpök esetében a karakterisztikus és a várható érték milyen arányát tartja helyesnek. Ehhez néhány kiegészítést, észrevételt kell tennünk.

A kisszámú statikus terhelésből megállapított átlaghoz tartozó viszonylag kicsi  $\xi_{\text{mean}}$  értékeket az indokolhatja, hogy ezek valójában nem „igazi” átlagok, az 1 jelű megjegyzés szerint ugyanis egyetlen vizsgálattal mindig a legkedvezőtlenebb talajú helyet kell megcélozni. Így kis n esetén  $\xi_{\text{mean}}$  valójában egy „gyengített” átlagot módosít, mivel a számított átlagot számottevően lerontja a legkedvezőtlenebb helyen megállapított ellenállás. (Ebben tehát egy bizonyos tartalékbiztonság van.) Négy vagy több próbaterheléshez eredményének minimumához a 6. táblázat  $\xi=1,0$  értéket ad, ami bizonyára úgy érthető, hogy 4 vizsgálat esetén már kellően biztosak lehetünk abban, hogy megtaláltuk a minimumot. Öt vagy több próbaterhelés esetén az átlag és a minimum azonosan  $\xi=1,0$  osztót kap, vagyis ekkor a karakterisztikus érték a minimális értékkel azonos.

A talajvizsgálatokhoz rendelt  $\xi$  értékek a próbaterheléséhez képest viszonylag kicsinek tűnnek, ami mögött az állhat, hogy [10] szerint az erre épülő tervezés esetén az egyes szelvényekre számított ellenállásokat a mért talajparamétereknek a szelvényre (egyes rétegeire) vonatkozóan megállapított karakterisztikus értékeiből kell számítani. Ezekben tehát már szintén van egy további biztonsági elem,  $\xi$ -nek csak a talajparaméterek horizontális változékonyságot kell kompenzálnia.

Érdekelhető, hogy a  $\xi$  tényező „felvállalja” a kockázatkezelés egy részét, s ekként a biztonsági tényezőnek megfelelő szerepet játszik, hasonló, mint az MSZ 15005 szerinti  $\alpha_1$  és  $\alpha_3$ . A talaj változékonyságát, valamint a számítási és kísérleti modell bizonytalanságát a parciális tényezők helyett ez kompenzálja. A 3.3 végén vázolt problémát a cölöpök esetében a próbaterhelések vagy a talajvizsgálatok megfelelő helykijelölése mellett e tényező alkalmazása oldja meg.

## 1. Bevezetés

A külföldön gyakran látott nagy fesztávolságú, könnyű és szerkezetileg összetett magasépítési tartószerkezeti rendszerek, ponyvák, térlefedések, tornyok, íves, ferdekábeles vagy függesztett rendszerű gyaloghidak – tehát különböző dinamikai jelenségekre érzékeny szerkezetek – hazai elterjedésének egyik fő akadálya az, hogy a statika mellett a dinamikai és a (belőle is következő) fáradási vizsgálatok elvégzését a tervezők annak munkaigényessége és bonyolultsága miatt nem szívesen vállalják. Az elérhető tervezési díj meg sem közelíti a költségeket.

A dinamikai vizsgálatok igénye fokozottan jelentkezik karsú és összetett szerkezeti rendszerű (íves, ferdekábeles, extradosed, függesztett) közúti hidaknál, vagy különböző hídépítési technológiák esetében is. (Pl. nagy távolságokban kábeleken keresztül mozgatott, emelt, vagy húzott szerkezetek esetén a kábelek, vagy kábelszoportok belengési problémái miatt). Ilyen típusú hidakat és technológiákat hazánkban is egyre több helyen alkalmaznak.

Hazai és külföldi ajánlat adásakor és versenyhelyzetben egyre pontosabban kell a szerkezetek mennyiségeit becsülni, és egyre gyakrabban kell különböző dinamikai kérdésekben állást foglalni, drága csillapító szerkezeteket költséggel, vagy fel kell mérni az üzemeléskor felmerülő dinamikai jellegű problémák kockázatát. Az Eurocode-ok 2010-től nálunk is érvényesek lesznek, és kötelezően egy sor bonyolult dinamikai jelenséggel is foglalkoznia kell a tervezőnek.

A fent vázolt problémák megoldásához egy elméletileg jól felépített algoritmus alkalmazása szükséges, amelyben hatékony alap- és kiegészítő szoftvereket is kell alkalmazni. A Mahíd 2000 ZRt. és a Vegyépészer ZRt. tudatos fejlesztéseivel jelenleg a tervezési-ajánlatadási szakaszban is képes már bonyolult szerkezetek dinamikai kérdéseinek értékelésére, nemzetközileg elfogadott módszerekkel konkrét problémák megoldására.

Alábbiakban egy konkrét ferdekábeles gyaloghíd végállapotnak megfelelő dinamikai vizsgálatait mutatjuk be rúdszerkezeti modellen. Terjedelmi okokból nem mindig vizsgáljuk végig az összes szükséges esetet és kombinációt, de ezt jelezni fogjuk.

A gyaloghidakra általunk bemutatott módszerekkel a közúti hidak dinamikáját is majdnem teljes egészében meg tudjuk vizsgálni, a lényegesebb eltérésekre vonatkozóan megjegyzéseket fogunk tenni.

A számításokat igénybevételek, csomóponti elmozdulások, sebességek, gyorsulások kimutatásáig végezzük, és megmutatjuk a csillapító szerkezetek hatékonyságát is.

A cikk ábraanyagát a Sofistik programrendszerrel készítettük.

## 2. Szakirodalom

A híd-dinamikai feladatok megoldásához szükséges elméleti felkészüléshez előzetesen az alábbi szakirodalmat tanulmányoztuk át. Általános dinamikai ismereteket a [2, 4, 5, 13]-ból, csillapító szerkezetekre vonatkozó ismereteket a [2]-ből szereztünk. A gyaloghíd dinamikai terhelési modelljeit a [3]-ból, az építési állapotok vizsgálatához szükséges leírást egy ferdekábeles közúti hídról a [7]-ből, a szerkezetek földrengés modelljeit, és a válaszspektrum analízis módszert az [5, 6]-ból ismertük meg.

A korszerű EC szerinti szélmodellek összefoglaló leírása a [4, 12]-ben megtalálható. Az áramlástan alapismereteket, CFD (Computational Fluid Dynamics) numerikus módszerekkel és programokkal kapcsolatos alapokat, a különböző turbulens modelleket, a határréteg elmélet és az univerzális faltörvény leírását a [4, 5, 8, 9]-ből, a szél-eső kombináció által gerjesztett kábel-lengésekkel kapcsolatos modell leírását a [10]-ből, az alaki tényezők megállapításának egy nemlineáris (Monte-Carlo) módszerét a [11]-ből ismertük meg.

## 3. A vizsgált ferdekábeles gyaloghíd összefoglaló leírása

Az általunk a továbbiakban vizsgált kétnyílású vasút feletti híd 39,1+33,3=72,4 m hosszú, 2,8 m széles, 56 cm magas, trapéz alakú, hosszbordákkal és kereszttartókkal merevített egy pilonos acél szekrénytartós szerkezet. A főtartót kereszt-tartókon keresztül 2x3 pár ferdekábel függeszti a középső alátámasztásra épített Ø 600/16 mm „A” alakú csőszelvényű pilonhoz. A középső alátámasztás T-alakú vasbeton szerkezet, melynek felső vízszintes elemébe a pilon szárából ható húzóerők felvételére csúszópázmás feszítőbetéteket helyeztünk. Az asszimmetrikus kialakítás a híd alatti vágányok számával van összefüggésben. A klasszikus hídfők helyett a felszerkezet acél csőoszlopos lépcsőfeljáró szerkezetre műgumi sarukkal támaszkodik. A továbbiakban a felszerkezetet külön vizsgáljuk a lépcsőfeljáró szerkezettől.

Az acélszerkezetek anyaga S235 JR acél, a „T” alakú középső alátámasztásé C35/45-ös beton.

A 7 eres feszítőkábelek párhuzamos huzalokból állnak. A kábeleket embermagasságig vandalizmus elleni acélcső csővédelemmel láttuk el, amelyet kiinjektáltunk.

A későbbiekben bemutatott módon a hídnyílásokba egy-egy méretezett TMD (Tuned Mass Damping) [1, 3] lengéscsillapító szerkezetet helyeztünk el és a korláthoz a vandalizmus elleni csövet energia elnyelő szerkezettel rögzítettük. A híd látványtervét az 1. ábra mutatja.



1. ábra: A híd látványterve

Az építés úgy történt, hogy a nyílásokba külön-külön beemelésre kerültek az acéltartók. A tartókon határozott tartóknak megfelelő állapot alakult ki. Ezután az acéltartókat nyomatóki null-pont környezetében összehegesztették, majd nyílásonként váltakozva, a szélsőtől a pilon irányába haladva a kábelpárokat

<sup>1</sup> okl. ép. mérnök, tervező, Vegyépészer ZRt., Mahíd 2000 ZRt. unionplan@zelkanet.hu

<sup>2</sup> okl. ép. mérnök, hídépítési ig. Vegyépészer ZRt., vezérig. Mahíd2000 ZRt., nemeth.imre@mahid2000.hu

<sup>3</sup> okl. ép. mérnök, vállalkozási igazgató Vegyépészer ZRt., vezérigazgató-helyettes Mahíd 2000 ZRt., korpas.rudolf@mahid2000.hu

váltakozva és előre megadott feszítőerővel megfeszítették. A  $g_2+g_3$  típusú állandó terhek a kész rendszerre kerültek fel.

#### 4. Előírások

Az ÚT 2-3.401 3.6.pontja előírja a nagyobb nyílású és a ferdekábeles szerkezetek rezgésvizsgálatát.

Az ÚT 2-3.413. "Kiegészítő előírások a közúti hidak tervezéséhez" 4. pontja tárgyalja a „Függesztett és feszített acélhidak kábeleit” előírásokat. Ezzel szabványosan is elő van írva a dinamikai vizsgálatok elvégzésének szükségessége.

#### 5. Határállapotok, terhelési modellek

A teherbírási és üzemi határállapotok vizsgálatáról néhány megjegyzést teszünk. A tartók teherbírási igazolását és az üzemi határállapot szerinti feszültséganalízisét területi okokból itt nem közöljük. Klasszikus szabványos fáradási vizsgálatot a könnyű gyaloghídra nem végeztünk. A helyzeti állékonyság igazolását a támaszoknál a saruról történő felemelkedés veszélyének figyelembevételével elvégeztük a reakcióerők irányának vizsgálatával, felemelkedés nem lesz. Az alakváltozások vizsgálatát a dinamikai hatásokra a továbbiakban elvégeztük.

Az alábbi terhelési modelleket alkalmazzuk:

- a [3] szerinti DLM3 tehermodellt szinuszos gerjesztéssel,
- az EC-1 tervezet szerinti szélmodellt [4, 5] szerinti művi szélre,

Az építési állapotok vizsgálatát a változó statikai váz, és a kábelek megfeszítése sorrendjének és a megelőző építési állapot aktuális feszültségi-deformációs állapotának figyelembevételével geometriailag nemlineáris feladaton végeztük el, figyelembevettük az aktuális kábelbelógást. Így a kábelben a végleg kialakuló és a dinamikai tulajdonságokat nagymértékben befolyásoló feszítőerőtől függő kábel-sajátfrekvencia pontosnak vehető. Az építésnek megfelelő feszültségi-alakváltozási állapotot a további dinamikai számítások kiinduló állapotának tekintettük. A rendkívüli tehercsoportosításhoz a földrengés terhet az EC 8 szerint határoztuk meg.

#### 6. A szerkezetre és annak elemeire vonatkozó számítások

A továbbiakban a dinamikai vizsgálatokat a híd egészére, vagy szerkezeti elemeire kiemelten végeztük: a teljes híd szerkezetet a hossz tengelyre merőleges szélterhelésekre, a periodikus gyalogos terhelésekre és a földrengési terhekre, a pilon csőszerkezetet hajlító lengésekre, a ferde kábeleket (közülük egyet) a szélterhelésre vizsgáltuk.

A különböző feladatokhoz vagy a rúdmodelleket, vagy egy szabadságfokú rendszereket használtunk.

A felszerkezet lengésvizsgálatát lineáris dinamikai modellen is és nemlineáris dinamikai modellen is elvégeztük. (Kis hídnál a nemlineáris modelltől való eltérés kicsi, ezt a szélterhelési vizsgálatnál tapasztaltuk). A túlzott belengések elkerülése céljából a TMD csillapító szerkezet paramétereit először egy szabadságfokú rendszeren Den Hartog szerint [2] határoztuk meg. A kiválasztott tömegű TMD szerkezet által módosított tömegviszonyokkal a rúdmodellen a lineáris dinamikai számítás elvégeztük, és a csillapítás hatásának igazolása után az összes dinamikai vizsgálatot már a többlet tömegek figyelembevételével készítettük.

A hídszerkezet és a ferde kábel szélterhelés vizsgálatát lineáris dinamikai modellen is (a kezdeti feszültségi-deformációs viszony figyelembevételével, és a keresztmetszet nemlineáris alaki tényezőinek figyelembevételével), ill. nemlineáris dinamikai modellen is elvégeztük.

Az általunk használt szél-számítási modellben a kereszt-

metszetnek előzetesen meg kellett állapítani a beáramlási szög függvényében a vízszintes és függőleges alaki tényezőit. Ezt síkbeli CFD modellen számoltuk, ahol a beáramló levegő un. kritikus sebességét [1] alapján határoztuk meg.

#### 7. A dinamikai feladatok és a szerkezeti modellek

Konkrétan az alábbi dinamikai feladatokat oldottuk meg a rúdszerkezeti modellen:

- önrezgés számok kiszámítása
- adott gerjesztő frekvenciával futó, ugráló, stb. ember, vagy embercsoport és a híd együttes dinamikai vizsgálata csillapítással vagy anélkül.
- a teljes hídszerkezetre galopping (tisztá hajlító) lengések lineáris és nemlineáris dinamikai vizsgálata a művi szélre [4, 5]:
  - az EC-1, szerinti korszerű szélmodellel, (atmoszférikus szélesebességből kiindulva az irány szerint a szélprofil előállítás a magasság és a domborzat függvényében. A továbbiakban fontos széljellemzőknek (szél átlagsebesség, maximális szélesebesség, a turbulens hullámhossz, stb.) a szerkezet magassági pontjaihoz történő hozzárendelése, konkretizálása, és ezek alapján egy szélspektrum (a turbulens összetevők frekvenciaspektrumának) képzése történt,
  - ebből a spektrumból visszatranszformálással képeztünk véletlen szélterhelési (időfüggő) értékeket, amellyel a szerkezetet (a dinamikai mátrix alapegyenletet) diszkrétan terhelik, és a nemlineáris dinamikai feladatot minden időpillanatban időintegrálásos numerikus megoldással az elmozdulásokig, igénybevételekig, pontok gyorsulásáig stb., számítják.
  - az egyedi felszerkezeti keresztmetszetre a támaszási szög függvényében (+8 –tól -8 fokig) megoldott CFD feladatok eredő erőhatásaiból képzett alaki tényezőket kell felvenni, és beépíteni a dinamikai feladatba. (Az alaki tényezők megállapítása vagy szélcsatorna kísérletekkel, vagy speciális CFD áramlástan szoftver felhasználásával történik, mi az utóbbit használtuk, mert egy gyaloghíd tervezési költségvetése nem bír el egy szélcsatorna modell kísérletet).

- a földrengés vizsgálata az EC 8 szerint a válaszspektrum módszer alapján.
- a CFD feladatot elhagytuk, mert a kör keresztmetszet alaki tényezője az előzetes Reynolds-szám vizsgálatok alapján a 0,7-es tartományban maradt,
- a ferde kábelt egyszer kötél szerkezetként, egyszer a korláthoz csillapító szerkezettel rögzített kötél-rúd szerkezetként nemlineáris dinamikai modellen vizsgáltuk, ahol a rúdszerkezet a már említett vandalizmus cső elleni kibetonozott szakasz volt. Ezzel aztán a vandalizmus csőhöz kötött csillapítórendszer hatékonyságát is kimutattuk.

#### 8. A hídszerkezet számításai

##### 8.1. A felszerkezet első sajátfrekvenciái

Első sajátrezgések TMD nélkül: 1,508 z irányban lengő (függőleges hajlító)

Első sajátrezgések TMD-vel: 2,11 z irányban lengő (függőleges hajlító)

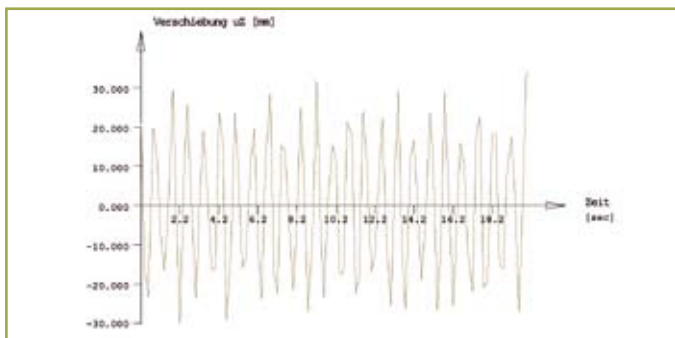
## 8.2. A gyalogosok gerjesztette lengések vizsgálata

A modern előírások [3] a gyalogosok számának függvényében függőleges és vízszintes koncentrált periodikus gerjesztést (DLM1, DLM2), vagy tömeg esetén megoszló (DLM3) gerjesztést javasolnak fölvenni. Vizsgálják a gyorsulásokat és a frekvenciára, gyorsulásra, elmozdulásra az összehasonlításához határértékeket adnak meg.

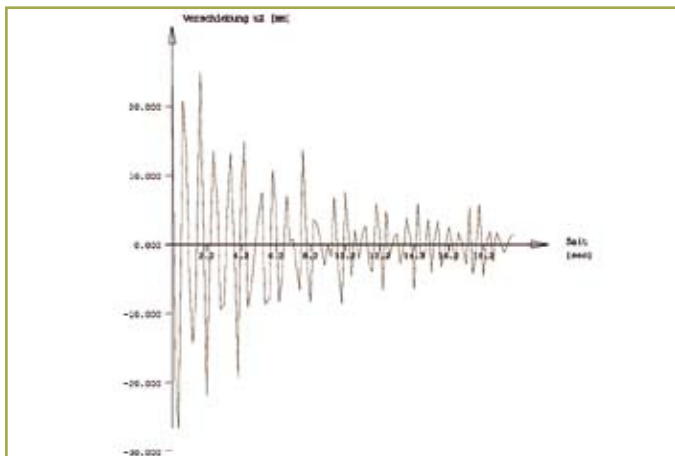
Számításainkhoz kétféle egyszerű függőleges tehermodellt használtunk:

- a híd fél nyílásában az első sajátfrekvenciához közeli frekvenciával szinuszosan periodikusan ugráló DLM 3 szerinti tömeg által gerjesztett modellt, (a többtámaszú tartó statikai terhelési modelljeinek megfelelően itt is el kell végezni a dinamikai terhelő modellekkel a számításokat a DLM3 esetében, és vizsgálni kell a DLM1, DLM2 modelleket is),
- a hídon beállítható sebességgel végigfutó 1 kN súlyú ember tehermodelljét (amely alapján a mozgó gépjárművek is számíthatók),

Részletes számítás nélkül közöljük a hídon a bal oldali nyílásban szinuszosan ugráló embertömeg által gerjesztett lengéseket TMD csillapítás nélkül (2. ábra) és TMD csillapítással (3. ábra).

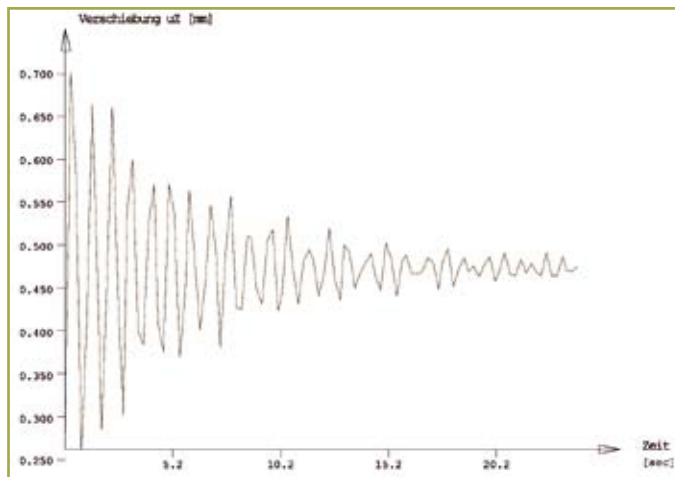


2. ábra: A nagyobb nyílás egy pontjának lengései TMD nélkül



3. ábra: Ugyanazon pont lengése TMD-vel

Úgy értékeltük, hogy érzékelhetően nagy belengések keletkeznek, ezért a lengéseket csökkentő tompító rendszer beépítése mellett döntöttünk. A TMD csillapító szerkezet méretezéséhez [1] ad eligazítást. A általunk betervezett TMD szerkezet egy függőleges rugóból és 2 db nyírt elasztomer elemből áll. A csillapító tömegek a nyílás tömegének 5%-ai az optimális rugómerevségeket és az optimális csillapítási tényezőket az [1] algoritmus alapján számoltuk, amihez saját programot írtunk. Ebbe belefoglaltuk a választott rugó és elasztomer elem geometriai és teherbírás ellenőrzését is. A 10 m/s-el a hídon végigfutó ember által keltett lengéseket a 4. ábrán adtuk meg.



4. ábra: Ugyanazon pont lengései TMD-vel az 1KN futó ember gerjesztése hatására

## 8.2. A szél gerjesztette rezgések vizsgálata rúd-szerkezeten

A híd karcsú szerkezeti elemei megfelelő csillapítás hiányában fáradásra hamar tönkremehetnek. Erről az [1] hoz példákat, pl. látványos külföldi hidaknál a feszítőkábeleket, (extradosed) kábeleket kellett nagy presztízvesztés mellett és bonyolult, drága módszerrel kicserélni.

A szélszámításokkal kapcsolatosan az alábbi feltételezéseket tettük:

- 1) Az építést figyelembevevő nemlineáris (kábelbelógás figyelembevételével készült) számítás, mint alapállapot esetből indultunk ki.
- 2) A szélesebességek az 50 éves szélmáximum előfordulással és 10 perces időtartamra számíthatók egy sor (DIN, EC-1 tervezet) előírás szerint, mi megelégedtünk egy 4 perces időtartam számításával,

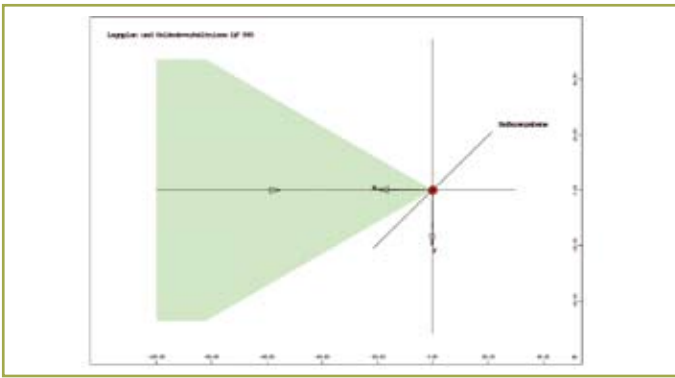
A szélesebesség két tényezőből áll össze, egy időben állandó de magasság mentén változó alapsebességből ( $v_{mean}$ ), és egy hozzáadott turbulens, időben és térben változó sebességéből, ami valószínűségelméleti folyamattal van leírva.

- 3) A szélesebesség-profil talaj közeli magasság menti változását és a helyi domborzat, beépítettség, felületi érdesség, stb. módosító tényezőit figyelembe vehetjük, ahogy azt pl. az EC-1, DIN megköveteli, vagy a Sofistik atmoszférikus szélterkép alapján javasolja. (5., 6. ábra).

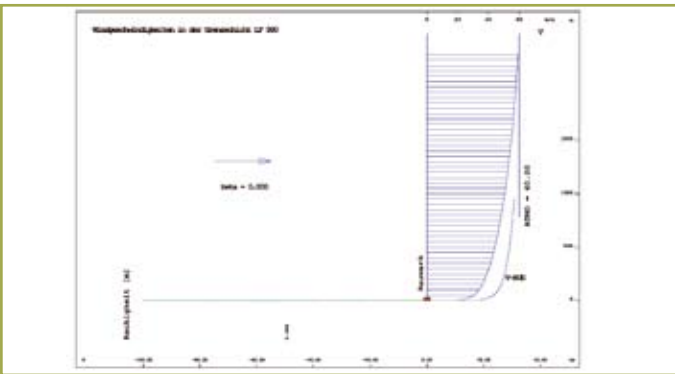
Ekkor előállítható az általános szélprofilból egy a szerkezeti pontokra jellemző saját szélprofil, egy hozzátartozó, a turbulens sebességet leíró spektrum és a sebességeloszlás a keresztmetszet környezetében. (7., 8., 9. ábra)

- 4) a fentiek segítségével a szélspektrumból Fourier vizsztatranszformálással egy művi és sztochasztikus szélesebesség történetet lehet generálni az alapszél állapotból kiindulva, azaz minden időpillanathoz egy szélterhelő erőt lehet megadni, és erre a gerjesztésre az időléptetéses nemlineáris dinamikai mátrixegyenletet numerikusan meg lehet oldani. Így ki lehet számolni a szerkezet időfüggő igénybevételeit és mozgásait. Ezután az igénybevételek, elmozdulások, reakciók idősorai akár ki is írattathatók és a statisztikai feldolgozások, a méretezések, kimutatások elvégezhetőek (pl. 10. ábra).

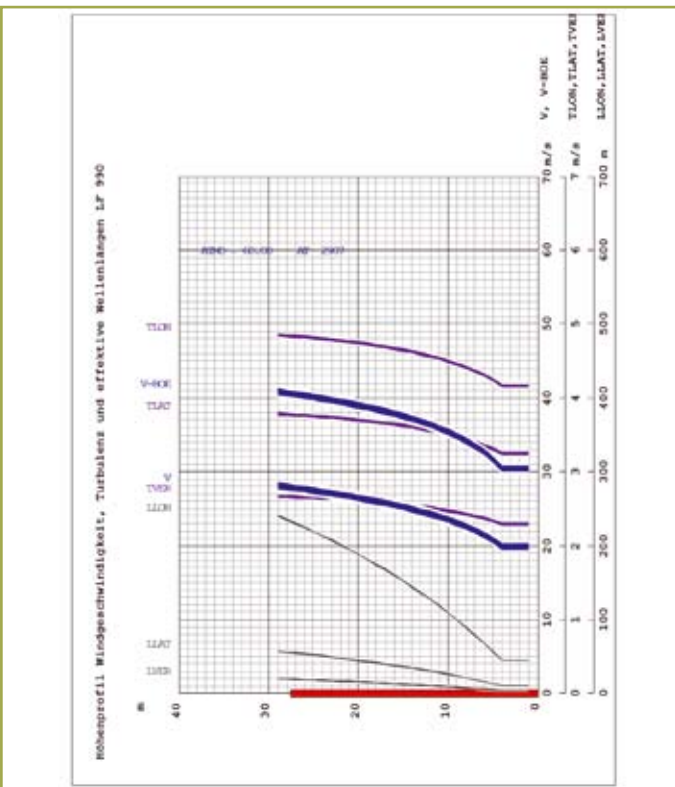
- 5) Az alaki tényezőket keresztmetszet fajtánként kell bevenni a széldinamikai feladatba. Azonban az alaki tényezők meghatározása bonyolult, mert az áramlás molekuláris méretben és véletlenszerűen zajló tér-idő folyamat. Az egyszerűsítések elen-



5. ábra: A szél támadási felülete a lehetséges domborzattal (itt abszolút sík a terep)



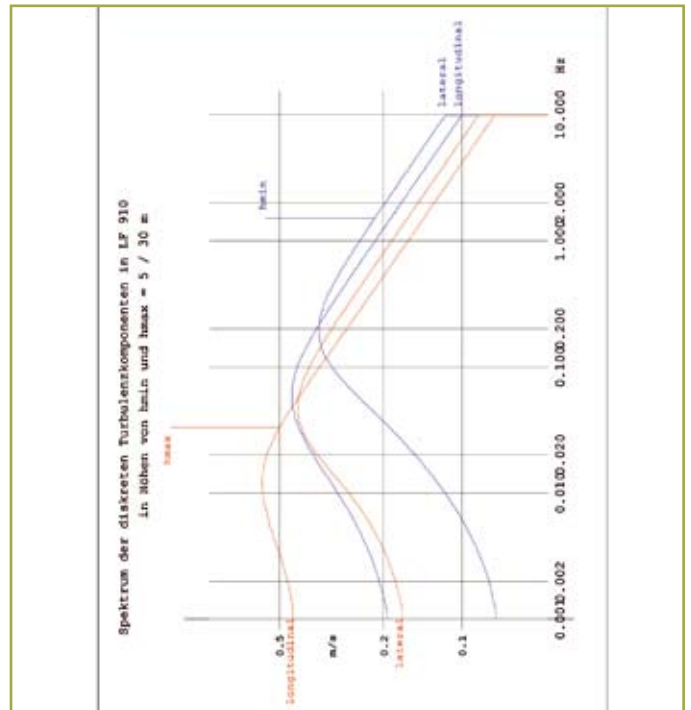
6. ábra: A szélssebesség magasság menti eloszlása a  $V=60$  m/s-os atmoszférikus szélhez



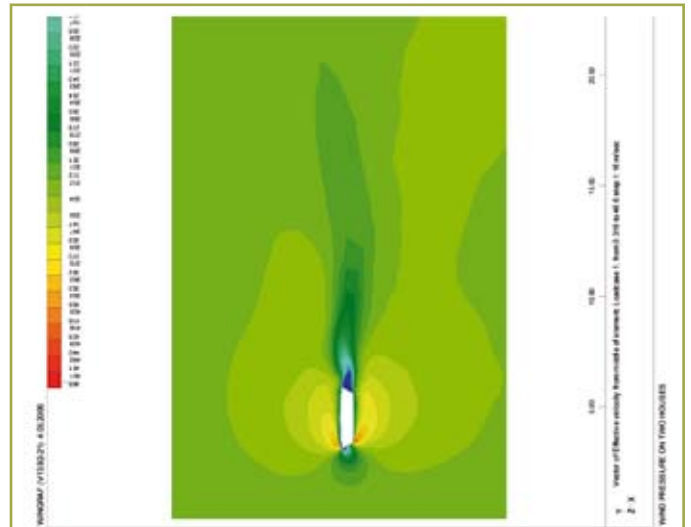
7. ábra: Egyedi szélprofilok a magasság mentén a jellemző szerkezeti pontokra

gedhetetlenek [8, 9]. Az alaki tényezőket a drága és körülményes, ráadásul kis hidak tervezése esetén anyagilag nem is indokolt szélcsatorna vizsgálatok helyett un. CFD (Computational Fluid Dynamics) áramlástanai numerikus programokkal állapítjuk meg.

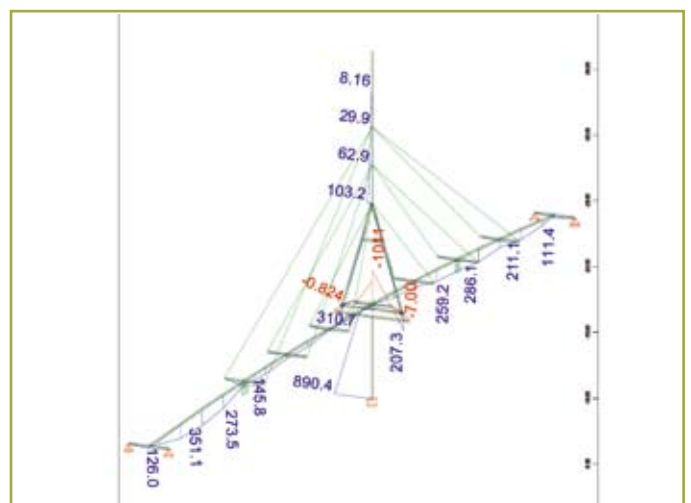
A súrlódásos turbulencia feladat megoldásához a Bernoulli és Navier-Stokes idő-tér függő differenciálegyenleteket, az ezt kiegészítő impulzus és energia-egyenleteket, a turbulencia



8. ábra: A turbulens szélspektrum jellemzői



9. ábra A sebességeloszlás a KM környezetében a  $vE=32$  m/s-stacioner beáramló levegőben, 0 fokos támadási szöggel



10. ábra: Az  $M_y$  max igénybevételek a művi szélből és önsúlytól (a pilon befogási nyomaték a 3 kN/m<sup>2</sup> statikus szélhez képest kb.1,8-szor nagyobb)

sebesség meghatározásának módját és a határréteg elméletet kell figyelembe venni. A végeleemes háló optimalizálásához az univerzális faltörvény kritériumokat kell betartani.

A számítástechnikai nehézségeket leküzdő egyszerűsített, de gyakorlatilag elfogadható numerikus módszerek alapelveit, majd a turbulencia sebességintenzitását  $I$ , továbbá a kinetikus energiáját megadó  $k$ , a legnagyobb viszonyított örvényhosszúság  $L_v$  és az  $\epsilon$  disszipációs (veszteségi) ráta közti összefüggéseket, a  $k$ - $\epsilon$  modell, vagy a  $k$ - $\omega$  modell és a peremfeltételek leírását lásd az [5, 8, 9]-ben. Az általunk használt Sofistik PHYSICA szoftver legegyszerűbb stacionáris, síkbeli modelljeihez is bemenő adatként meg kell adni a  $v_{\epsilon}$ , a  $k$  és az  $\epsilon/\omega$  értékeket, valamint az optimális végeleemes háló képzéséhez a viszonyított, vagy valóságos turbulens határréteg geometriai, csúsztatófeszültség sebességi stb. adatokat. Ezeknek az értékeknek a képzéséhez Excel táblázatokat dolgoztunk ki, melyeket itt terjedelmi okokból nem mutatunk meg.

Az alaki tényezőknél a beáramlás szögének függvényében történő megállapításához szintén Excel programot fejlesztettünk ki, amely átveszi az áramlási szögű szoftverből az  $F_y$ ,  $F_z$  súlyponti erőket, (a csavarónyomatékokat most elhanyagoltuk). Ezekből az erőkből visszaszámítható az  $\alpha$  támadási szög függvényében, a  $c_{y0}$  és a  $c_{z0}$  összefüggés, amely aztán beemelhető a fenti pontokban leírt dinamikai számításba.

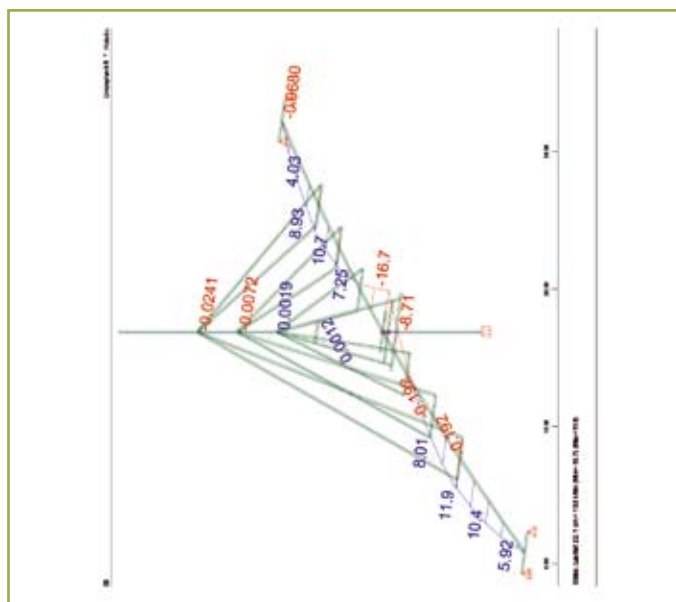
### 8.3. Földrengés

A földrengés-számítás – leegyszerűsítve – a szerkezet talpontjaiban egy adott gerjesztésre a különböző irányok szerinti igénybevétel (elmozdulás, gyorsulás, stb.) számítását és azok kombinációjából képzett igénybevételre történő méretezést jelenti. Itt most részletezés nélkül és csak egy irányban a válaszspektrum módszer alapján adjuk meg a hídtengelyre merőleges földrengés igénybevételeit (11. ábra). A könnyű hídra a földrengés nem mértékadó.

### 8.4. Pilonszerkezet egyszerűsített vizsgálata

A pilont a szekrénytartós felszerkezettől elkülönítve lehet vizsgálni. Egyszerűsítésképpen egy szabadságfokú rendszerrel foglalkoztunk [1]. A pilon csőszelvény szerkezetének első sajátfrekvenciáját a szerkezet első sajátfrekvenciájának vettük. A dinamikai jellemző számok (pl. a Scruton-szám,  $Sc$ -szám) kiszámítása után az [1]-ben részletezett algoritmus szerint készített saját programunknak megfelelően a hajlító lengéseket okozó kritikus szélesebbesre egy értéket kaptunk ( $V_{kr}=35$  m/s), melyet összehasonlítottunk a valójában előforduló szélesebbesség értékkel (50 m/s). Amennyiben a szélesebbesek hányadosaként értelmezett biztonság nem megfelelő, akkor szerkezeti beavatkozásokkal a kritikus sebességet, pl. a tömeget növelni kell. Mi kibetonozással a tömeget növeltük, ezzel az eredeti kritikus sebességet 65 m/s-ra növeltük, így egy  $65/50=1,3$ -as biztonságot tudtunk elérni. A kibetonozásnak azonban az alapozásra vonatkozóan „súlyos” ára van. A belengéseket – pontosabb számítás nélkül is – korlátozni lehet a beáramló levegőt széttörő csavarvonallal, mert ekkor az örvényleválásból a szabályos Kármán-féle periodikus gerjesztés nem jön létre.

A fenti egyszerűsített gondolatmenettel megadott módszer előzetes számításnak, becslésnek megfelel. Az „A” alakú pilonra valójában itt is a felszerkezetre az előzők szerint közölt algoritmust kellene alkalmazni. A keresztmetszet ugyan kör, és a Re-szám vizsgálatából a laminárisan beáramló levegőben csak a szélirány felőli pilonszár alaki tényezői határozhatók meg viszonylag pontosan, a másik pilonszár azonban turbulens áramlásban



11. ábra Az  $a_y=0,2g$  gyorsulással keletkező  $M_z$  igénybevételek (nem mértékadóak, mert kisebbek a szél  $M_z$  igénybevételeknél)

van, ráadásul a pilonszárak egymástól való távolsága függvényében ez a turbulencia is változik.

### 8.5. Ferde kábelek

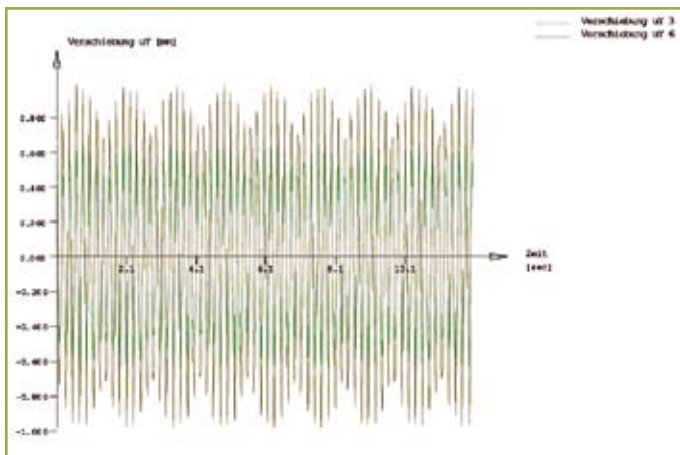
A ferde kábelek szél-számítását az előzőekben vázlatosan leírt módszer alapján oldottuk meg. A ferde kábelt egyszer kötél-szerkezetként (12. ábra), egyszer csillapító szerkezettel rögzített kötél-rúd szerkezetként (13. ábra), de mindkét esetben nemlineáris dinamikai modellen vizsgáltuk. A rúdszerkezet a már említett vandalizmus cső elleni kibetonozott szakasz volt. A két rendszer eredményeinek összehasonlításával aztán a vandalizmus csőhöz kötött csillapítórendszer hatékonyságát is kimutattuk.

### 9. Összefoglalás:

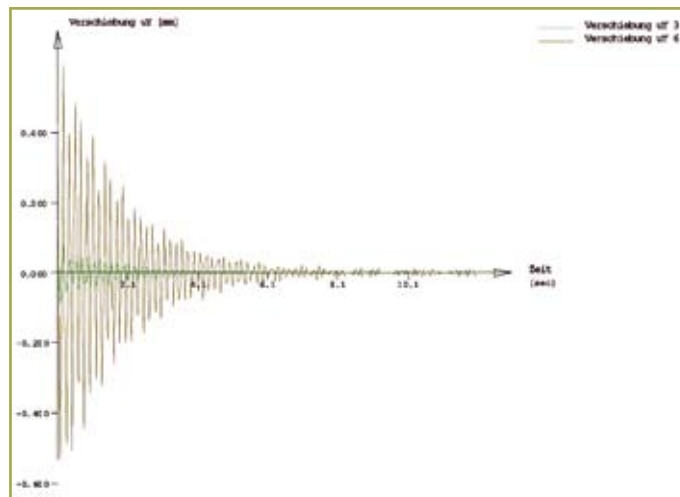
Gyalogos ferdekábeles hídszerkezet dinamikai számításait végeztük el modern előírások szerint és mérnöki szemlélettel. Törekedtünk a gyaloghíd összes dinamikai problémájára megoldást találni, utaltunk az általánosítás lehetőségeire. Egy és több szabadságfokú rendszereket, korszerű terhelési modelleket, valamint lineáris és nemlineáris dinamikai modelleket és nagyhatékonyságú szoftvereket alkalmaztunk. Bemutattuk, hogy a jelenlegi szabványos számításokhoz képest lényeges eltérés van, amely hol túlméretezéshez, hol alulméretezéshez vezethet. A szélcsatorna kísérletek helyett áramlási szoftverrel számoltuk ki a keresztmetszet alaki tényezőjét, ezzel jelentős tervezési költségcsökkentés érhető el. A csillapító szerkezetek betervezésével lényegesen javíthatók a dinamikai kondíciók. A fenti dinamikai számítások rutinszerű tervezői alkalmazása ugyanakkor jelentős anyagi, és főleg szellemi befektetéssel jár.

#### Irodalom:

- [1] Petersen, Ch.: Schwingungsdämpfer im Ingenieurbau München 2001, Maurer-Söhne
- [2] Petersen, Ch: Dynamik der Baukonstruktionen (korrigierter Nachdruck 2000) vieweg
- [3] fib CEB-FIP bulletin 32: Guidelines for the design of footbridges, 2005. november
- [4] Kovács, I., Katz, C.: Sofistik-Seminar Budapest 2004: Neue Möglichkeiten Dynamischer Berechnungen



12. ábra: A szélérőkből keletkező elmozdulások a szélső térbeli ferdekábel közepén



13. ábra: A korláthoz rögzített szélső térbeli ferdekábel elmozdulásai a vandalizmus elleni cső kirögzítésével és csillapítószerekkel

- [5] Sofistik programrendszer, Sofistik 99, Sofistik 21.
- [6] Kollár L.- Sajtos I.: Szerkezetek méretezése földrengésre , 2004 BME Mérnöktovábbképző Jegyzet
- [7] Hortmanns, M., Schwarzkopf, D.: Rheinquerung A 44, Ilve-reich – Berücksichtigung der Windwirkungen im Bau- und Endzustand, Stahlbau 71 (2002), Heft 6.
- [8] Lajos T.: Az áramlástan alapjai. Műegyetemi Kiadó, Budapest 2004.
- [9] Dhinsa, K. K., Bailey, C. J., Pericleous, K. A.: Turbulence modelling and its impact on CFD predictions for cooling of electronic components, 2004 Inter Society Conference on Thermal Phenomena
- [10] Peil, U., Dreyer, O.: Regen-Wind induzierte Seilschwingungen in laminarer und turbulenter Strömung, Bauingenieur, Mai 2006.
- [11] Danoeel, V., Sedlacek, G.: Vereinfachtes Verfahren zur Abschätzung der Wirkung der Nichtlinearität der aerodynamischen Koeffizienten. Stahlbau 75. Jahrgang Mai 2006.
- [12] Stahlbau Kalender, 2003. Ernst and Sohn.
- [13] Meskuoris, K.: Baudynamik (Modelle, Methoden, Praxisbeispiele) 1999. Ernst and Sohn

## Summary

### Dynamic investigation of a cable-stayed pedestrian bridge

Dynamic investigations are more and more demanded for slim and combined structural (arched, cable-stayed, extradosed, suspended) system road bridges or at various bridge construction technologies. The paper presents the dynamic investigations of a particular cable-stayed pedestrian bridge in its final status by using beam structural model. The bridge is 72,4 m long with two spans (39,1 m+33,3 m), 2,8 m wide, with a 56 cm high, trapezoid,

one-pylon steel hollow girder structure, stiffened by longitudinal ribs and cross beams. The necessity of dynamic investigations is currently specified by the Hungarian Technical Regulations. In practice the dynamic investigation supplementing the static ones had to include in this case the deformation and extraordinary (earthquake) statuses. The calculations determined the first own frequencies of the upper structure, investigated the swinging caused by pedestrians and by the wind on beam structure, earthquake, pylon structure (simplified) and the inclined cables. The results demonstrated that there are significant differences compared to the current standard calculations, which may lead partially to underdimensioning or overdimensioning. Dynamic conditions may be reasonably improved by applying damping structures.

### Design of pile foundation of bridges according to the Eurocode 7 (p.1)

Dr. Róbert Szepesházi

The paper reviews and comments the principles and methods of pile design for bridge foundations according to the Eurocode 7 and the national annex made to this code and to be published. It presents the analysis completed to establish the partial (safety) and other factors to be used in Hungary in the future. Therefore, the overall factors of safety needed by the reliability design method and by the Hungarian Standard for pile design corrected in 2004 are compared to those calculated by the EC-7 and its Hungarian national annex. It is established, that the last one requires higher safety factors than the others, especially for the design based on pile load test. On this reason, some decrease of the safety is to be considered. The papers second part will be published in the next issue.



# AZ ASZFALTRÉTEG TERÍTÉSE, ÉPÍTÉSE SORÁN FELLÉPŐ HŐMÉRSÉKLETEK VIZSGÁLATA POLYPROPILÉN MŰSZAKI TEXTÍLIA FELÜLETÉN

TÁRCZY LÁSZLÓ<sup>1</sup> - HORVÁTH FERENC

## Előszó

Amikor 1862-ben Alexander Parks angol kémikus előállította az első műanyagot, még senki nem gondolhatta, milyen széles körű karrier vár erre az anyagra. 1922-ben Hermann Standinger német vegyész a polimerek kidolgozásával megnyitotta azt az utat, amely 1930-ban elvezetett oda, hogy ismertté válhatott az összes műanyag előállítására való eljárás.

A geoműanyagok alkalmazására az útépítésben az első kísérlet az 1950-es években kezdődött. Ma 32-féle geoműanyagot állít elő a POLYFELT cég, amely az elmúlt években piacvezető lett a geoműanyag gyártás területén.

## Előzmények

A geoműanyagok felhasználási területe az elmúlt években széleskörűen kibővült. A reflexiós repedések megjelenése a burkolati rétegeken kezelés nélkül elkerülhetetlen a szinte kizárólagosan alkalmazott, hidraulikus kötésű alaprétegek sajátossága miatt (2,5-szeres hőtágulási együttható különbség az aszfalt és a beton között).

Egyre több építető, tervező helyesen ismeri fel az „aszfaltrács” összegző néven használt geoműanyagban rejlő lehetőséget, hogy a hidraulikus kötésű alapréteg – új vagy felújított burkolatok esetében – és az aszfalt közé, a tartósság fokozása érdekében műanyag erősítést, szétválasztást – önálló mozgást – biztosító réteget rendel el. Ez a geoműanyag elősegíti a pályaszerkezet erőtani megerősítését is, olyan esetekben is, ha az alapréteg aszfalt és összerepedezett.

Az ilyen – anyagjellemzőktől függő – műszaki textíliával, ráccsal, műanyag szövetre felhordott üvegszál erősítéssel 1,5–3-szoros élettartamot lehet igazoltan elérni, a reflexiós repedésekkel szemben, viszonyítva olyan pályaszerkezethez, ahol nem helyeznek el geoműanyagot.

Az aszfaltokhoz célszerűen alkalmazható szövetek, szövetre hordott rácsok választéka igen széles. Alkalmazásuk kiválasztásuk jelenleg – ahol méretezéssel nem támasztják alá a szükséges és elégséges elvek szerinti típust – elsősorban kereskedelmi, nem funkció szerinti marketing megfontolások mentén zajlik.

Sok téveszme is kering a geoműanyagok egymáshoz hasonlításakor, és sok esetben nem műszaki, megalapozott, tudományos kísérlettel alátámasztott elvek mentén kerül kiválasztásra a geoműanyag, hanem ár, termék ismertsége, személyes kapcsolatok hangsúlyozása, stb. révén. Ebben a – főleg kereskedelmi – küzdelemben, ahol igen gyakran háttérbe szorul a szakmai érvelés, minden olyan tudományos vizsgálat, amely kísérletekre épül, és a „megfelelő anyagot megfelelő helyre” műszaki-gazdasági vezérelv útját járja, dicséretes és követendő.

## A vizsgálat a POLYFELT PGM műszaki textíliával

A POLYFELT cég – tévhitek leküzdése érdekében – a lütti-chi egyetemen vizsgálatokat végeztetett, hogy tudományosan igazolhassa polipropilén műanyag szövetének megfelelőségét magas hőmérsékletű aszfaltkeverékek beépítésekor.

Az aszfaltok domináns részét 165-185°C-on állítják elő, még modifikált bitumenek esetén is 195°C a maximális keverési

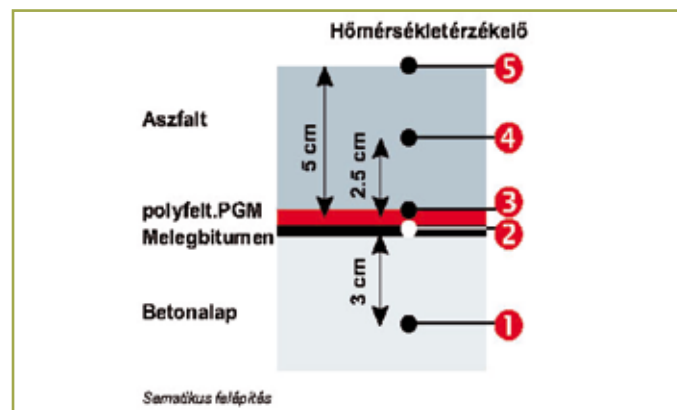
hőmérséklet. Jelentősebb túlmelegítés a bitumenek esetében minőségromláshoz vezet, az elpárolgó hasznos olajok miatt. A bitumen túlhevítésekor megkeményedik, felgyorsul ragasztó anyag öregedése. Gyakori volt ezidáig az a feltételezés, hogy ilyen magas hőmérsékleten az aszfaltkompozit műszaki textília hordozójának, alapanyaga – leggyakrabban polipropilén, melynek olvadáspontja 165°C – károsodhat.

A feltételezések – e probléma tisztázására – ellenőrzése érdekében a lütti-chi egyetem és a VIALIT osztrák központi aszfaltlabor olyan vizsgálatokat végzett, amely bemutatja az aszfalt beépítések a különböző rétegekben fellépő hőmérsékletviszonyokat.

## Vizsgálati körülmények

Alapnak 8°C hőmérsékletű betontáblákat alkalmaztak. A kísérlet későbbi részében a betontáblákat 35°C-ra melegítették annak érdekében, hogy kimutatható legyen, mennyiben befolyásolja az alap hőmérséklete a pályaszerkezetben kialakuló hőmérsékletet.

A POLYFELT PGM anyag leragasztásához 110±10°C hőmérsékletű, 80/100 penetráció képességű, forró bitument használtak (1. ábra).



1. ábra: A modell sematikus felépítése

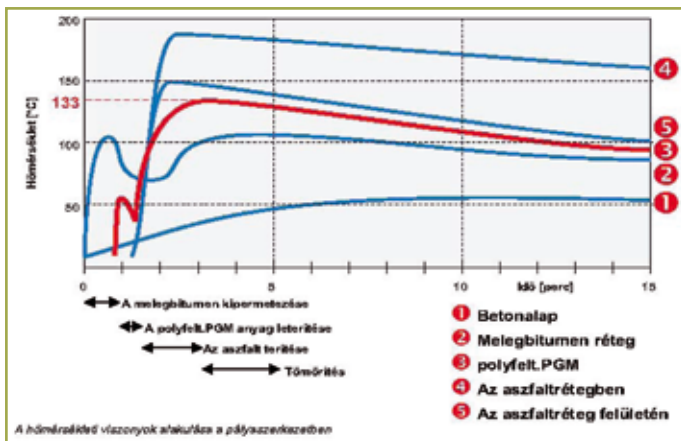
A kísérlet megvalósításakor 6% bitumentartalmú 180±10°C keverési hőmérsékletű aszfaltot terítettek le, 5 cm vastagságban, amelyet azután egy kis vibrációs hengerrel tömörítettek. Az aszfaltréteg különböző pontjaiba hőmérséklet-érzékelőket épített be.

## Eredmények

A kapott idő/hőmérsékleti görbe a 2. ábrán látható.

Fontos leszögezni, hogy a POLYFELT PGM anyag felületén mért maximális hőmérséklet 133°C annak ellenére, hogy a beépített aszfalt hőmérséklete 190°C volt. Ezután a beépített POLYFELT PGM anyagot különböző módszerekkel – infravörös vizsgálat, D.S.C. (Differential Scanning Calorimetry) vizsgálat – ellenőrizték, amely eredményeként megállapították, hogy az alapanyagban sem termo-oxidációt, sem pedig bárminemű leépülést / olvadást kimutatni nem lehetett. Megállapítható, hogy a műszaki textília ilyen körülmények között funkcióját

<sup>1</sup> Útépitési és fenntartási üzemmérnök, a REFORMÚT Kft. ügyvezető igazgatója, reformut@mail.datanet.hu



2. ábra: A hőmérsékleti viszonyok alakulása a pályaszerkezetben az idő függvényében

100%-osan be tudja tölteni bármilyen károsodás, kockázat nélkül.

### Véggöveztetés

A végrehajtott laboratóriumi vizsgálat eredményeként megállapítható:

- Abban az esetben, ha a beépítésre kerülő aszfalt hőmérséklete 190°C, akkor az aszfaltkompozit/műszaki textília felületén jelentkező hőmérséklet maximális értéke kb. 133 °C-t ér el, ami lényegesen alacsonyabb, mint a polipropilén olvadáspontja (165 °C).
- Az alap hőmérséklete (hideg vagy meleg) nem befolyásolja számottevően a kialakuló hőmérséklet viszonyokat a pályaszerkezetben.
- Az aszfaltkompozit (műszaki textília) felületén fellépő hőmérsékletek nem okoznak termo-oxidációt, illetve polimer leépülést, olvadást, ezért kockázat nélkül használható a hagyományos aszfaltkeverékek esetén.
- A fentiek alapján bátran állítható, hogy nagy modulusú aszfaltok esetén is kockázatmentesen használható ez a típusú geoműanyag.

### VIALIT Központi Laboratórium (Ausztria) vizsgálati eredménye POLYFELT PGM-G 100 aszfaltkompozit hőterhelésével kapcsolatban

Az üvegszállakkal erősített polipropilén hordozón fekvő kompozit vizsgálatát 2005. év végén végezték el Ausztriában, függetlenül az előzőekben ismertetett egyetemi vizsgálatól. A vizsgálat célja az volt, hogy a PGM-G aszfaltkompozit polipropilén textilhordozójának (továbbiakban, a szövegben: textília) hőterhelése gyakorlati beépítési körülmények között milyen változásokat eredményez.

Köztudott, hogy az aszfaltkompozitok / aszfalttextíliák alkalmazása esetén fontos feltétel, hogy az anyagok hőmérsékletállóságának meg kell felelnie a beépítéskor a textília felületén tartósan fennálló maximális hőmérsékletnek.

Beépítés során két fontos tényezőt kell figyelembe venni:

- a leragasztáshoz használt meleg bitumen / bitumen emulzió hőmérséklete a textília leragasztásakor,
- a textíliára terített aszfalt hőmérséklete.

Itt a beépítésre kerülő aszfalt hőmérsékletet 200°C-ban határoztuk meg. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy az építési területre érkező aszfalt hőmérséklete nem haladja meg a 180°C-t, de a vizsgálat egy 20°C-os többlet biztonsággal számolt (+10%).

### A vizsgálati körülmények

A próbadarab előállításakor alapnak egy fémhordó tetejét választották, átmérője 350 mm volt. A ragasztáshoz használt bitumen szétfolyását egy 270 mm átmérőjű belső rész akadályozta meg.

A textília leragasztásához 75±5g 70/100-as melegbitument, 200°C hőmérsékletet elért ragasztóanyagot használtak. Ez 1,4 kg/m<sup>2</sup> ragasztóanyagot felel meg. Miután a forró bitumen elterült a fémlapon, egy textília darabot terítettek az anyagra és egy kanál segítségével alaposan benyomták a bitumenbe. Ezután lézeres hőmérővel (RAY TEK) ellenőrizték a végbemenő hőmérsékletváltozást, ami a normál hőmérsékletű textília leterítése után 136°C-ra csökkent. Meg kell jegyeznünk, hogy a tényleges munkahelyi körülmények között, a ragasztó anyagot 170°C-on permetezik ki a felületre, ahol az kb. 10 másodperc alatt visszahűl az alatta található felület hőmérsékletére.

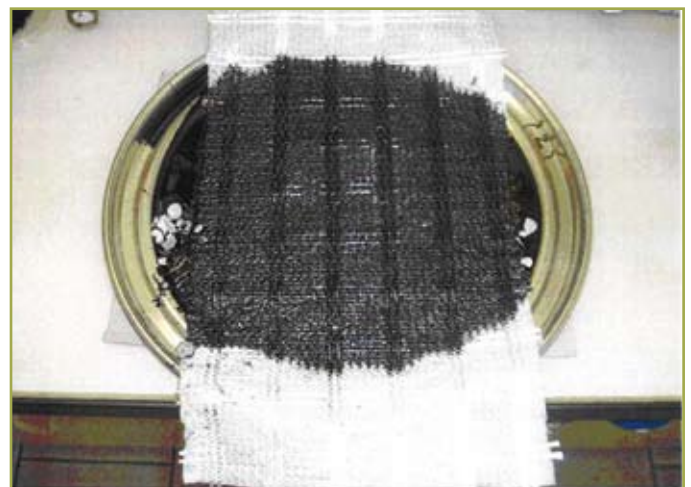
### A beépítéskor tapasztalható hőterhelés vizsgálat

Az alap előállítása ugyanaz volt, mint az előzőekben leírtak, de 160°C-os kemencében az alapot előmelegítették. Ezt kiegészítve 500 g 4/8 szemszerkezetű zúzottkővet 200°C-ra hevítettek. Ezzel szimulálták a beépítéskor leterítésre kerülő aszfaltréteget.

Az előkészített alapot egy szigetelő kartonlapra helyezték, majd bitumennel átitatott textíliára 100x150 mm felületen, kb. 5 cm vastagságban ráterítették a felhevített zúzott követ, amely így textília felületének kb. felét elfedte.

A kartonlap és a fémlap közé egy hőmérőt helyeztek el. A zúzott kő hőmérséklete röviddel a textíliára történt elterítés után 190°C-t mutatott.

10 perc elteltével eltávolították a zúzottkövet e textíliáról. A textília felületén szemmel láthatóan nem lehetett semmilyen elváltozást, sérülést felfedezni (3. ábra).



3. ábra: A textílián nem látható károsodás

A labor kísérlet során károsodásig fokozták a hőterhelést a textílián. Megállapítható volt, hogy 5 perces, 165°C-nál magasabb hőmérséklet-terhelésre van szükség ahhoz, hogy a textilhordozó zsugorodni kezdjen.

Megállapítható továbbá a vizsgálatok eredményeként, hogy a hordozó textília elolvadása önmagában hagyományos körülmények között nem fordulhat elő.

Fontosabb megállapítás, hogy a laborkísérletek az alábbiakat bizonyították:

- A textilhordozó felületén rövid ideig fellépő és a polipropilén olvadáspontját jelentősen meghaladó akár 200°C hőmérsékletű aszfalt sem tud – nem képes – sérülést okozni a hordozóanyagban.
- A laboratóriumi kísérlet visszavonhatatlanul és meggyőzően bizonyította, hogy a beépítés során fellépő hőcserének köszönhetően mind a leragasztás, mind pedig az aszfalt terítés folyamán fellépő hőmérsékletek, legfeljebb megközelítik azt a hőmérsékletet, amely a hordozó sérülését okozhatja.
- Bebizonyosodott, hogy egy rossz hővezető képességű karantonlap esetén 100°C alatt maradt a mért hőmérséklet.
- Teljes bizonyossággal állítható, hogy a nagy modulusú aszfaltok esetén is bátran lehet használni a polipropilén szövetű textíliákat, mert azok károsodása ilyen, emelt hőmérsékleti terhelésnél sem jelentkezik.

A következő képen egy hazai autópálya esetében nagymodulusú aszfalt alá beépített kompozit látható. A mintát egy nap elteltével az aszfalt teljes lehűlése után vették a pályatestből.

A 4. ábrán bemutatott vizsgálati eredmény alapján megállapítható, a kompozit nem károsodott.

#### Végkövetkeztetés és értékelés



4. ábra: A kompozit állapota a terhelés után

Az aszfalttextília / aszfaltkompozit terítésekor a kipermetezett melegbitumen / bitumenemulzió réteg hőmérséklete nem lépi túl a 60°C-t, mivel a forró ragasztóanyag kipermetezését követően néhány másodpercen belül végbemegy a rétegek közötti hőmérséklet-kiegyenlítődés. A gyakorlati alkalmazáskor percek telnek el az emulzió kipermetezése és az aszfalttextília / aszfaltkompozit terítése között.

Az általánosan alkalmazott aszfaltok hőmérséklete a kamionba történő betöltéskor 180°C körül mozog. Az aszfalt terítésekor a frissen kevert forró aszfalt érintkezik a már rendelkezésre álló pályaszerkezettel, egy rendkívül intenzív hőátadás megy végbe, és a rétegek között hőkiegyenlítődés történik. Jelen folyamat lefutási idejét befolyásolja a rétegek alapanyagának hőtároló kapacitása, valamint a rétegek vastagsága. Ha a már meglévő pálya aszfaltból készült, egy jól tömörített rétegről beszélhetünk, amelynek a hőszállítási kapacitása jelentősebb, jobb, mint egy tömörítetlen réteggé. Ennél is jobb a helyzet, ha beton alapról

beszélünk, mivel a beton hőszállítási kapacitása még intenzívebb. A két réteg határán, ahová az aszfalttextíliát / aszfaltkompozitot beépítik, a várható hőterhelés is legfeljebb valahol a két hőmérséklet átlaga lesz.

Vegyünk alapul egy meleg nyári napot. Kalkulálva egy 60°C-os rendelkezésre álló pályaszerkezettel, valamint egy hipotetikus 200°C-os terített aszfalttal, a két réteg határán rövid idő elteltével legfeljebb 130°C hőmérséklet várható. Ez a hőmérséklet semmi esetre sem jelent veszélyt egy aszfaltkompozit (pl.: POLYFELT PGM G 100) polipropilén alapanyagú textilhordozójára.

A gyakorlatban a szakszerű aszfaltozások soha nem érik el azt a hőmérsékletet, amely alkalmas a textília megolvasztására, mivel a jól tömörített rendelkezésre álló befogadó pályaszerkezet hőelvezetése sokkal intenzívebb, mint a terített, tömörítetlen aszfalt réteg „hővisszatartó” tulajdonsága. A hengerlés pillanatában az aszfaltkeverék hőmérséklete 150°C körül mozog, amely esetben a kompozitot legfeljebb 100°C hőmérséklet éri.

Mindezek figyelembe vételével a következőt állapíthatjuk meg: A gyakorlati beépítési körülményeket figyelembe véve a leragasztás és az aszfaltozás közben a polipropilén hordozójú aszfaltkompozit (pl. POLYFELT PGM G 100) nem érheti olyan hőmérsékletet, amely a termék olvadását / termikus sérülését okozhatja. Ilyen sérülés csak abban az esetben várható, amennyiben a terített aszfalt hőmérséklete olyan magas, amely már magát az aszfaltkeveréket is károsítja.

#### Summary

#### Investigation of temperature conditions on the surface of polypropylene geotextile during asphaltting process

The application field of geotextiles has recently been widely enlarged. In order to increase durability, a separate layer providing reinforcement and separation is applied generally between the hydraulic base layer and the asphalt layers. The range of this type of products is very wide, and the application is these days determined in many cases on the basis of commercial considerations. The article reports on certain investigations demonstrating the temperature conditions in different layers during asphaltting, in order to provide a scientific justification on the applicability of the product in the case of laying high temperature asphalt mixes. The final conclusion of the tests was that the geo-plastic is exposed to high temperatures causing thermal damage only if the temperature of the asphalt mix is in the abnormal range, damaging already the asphalt mix itself as well.

# ELÉRHETŐSÉGI ÉS FORGALMI VÁLTOZÁSOK AZ ELMÚLT ÉVEK GYORSFORGALMI ÚTHÁLÓZAT FEJLESZTÉSEINEK KÖVETKEZTÉBEN<sup>1</sup>

SZALKAI GÁBOR<sup>2</sup>

A hazai gyorsforgalmi-úthálózat elmúlt években történt bővítése, a hálózatfejlesztés jellegének további tervezése kapcsán is felveti az elkészült szakaszokhoz kötődő hatások értékelését.

A korábbi évtizedek egyoldalú, szinte kizárólag műszaki szemléletű hálózatépítése mára sajnálatosan a másik véglet, a területfejlesztési politika által elvárt célok irányába tolódott el. A fejlesztések optimalizálása azonban „mindkét” tényező együttes figyelembevételét követeli meg.

A teljes vizsgálat célja egy ilyen, komplex értékelés elvégzése volt. A társadalmi-gazdasági változások érvényesülése azonban többtényezős, az ok-okozati összefüggések feltárása szempontjából óhatatlanul bizonytalansággal terhelt folyamat, mely eleve hosszabb időtávon megy csak végbe. Így az eredmények korai értékelése rendkívüli körültekintést igényel.

„Teljes” pontossággal, és már a beruházást megelőzően is vizsgálható viszont az elérhetőségi viszonyok változása, amely az átadást követően, rövid időn belül jelentős hatást gyakorol a forgalomáramlási irányokra is.

A tanulmány ezen lehetőségek alapján, a 2002. decembere és 2006. júniusa között átadott hazai gyorsforgalmi szakaszokhoz kapcsolódó elérhetőségi változásokat, és a legfontosabb, már mérhető, az M3-M30 térségében bekövetkezett forgalmi átrendeződéseket vizsgálja.

## A gyorsforgalmi hálózat bővülése

Az elmúlt három és fél évben mintegy 330 kilométerrel növekedett Magyarországon a gyorsforgalmi úthálózat hossza. A bekövetkezett változásokról az 1. ábra ad áttekintést.



1. ábra - A 2002. decembere óta átadott gyorsforgalmi szakaszok

A keleti országrész az M3-as autópálya Füzesabonyt követő szakaszával és a vele (később) egy rendszert alkotó M30-as illetve M35-ös utakkal növelte gyorsforgalmi útjainak hosszát. Az országhatárt 2006. márciusában elérve teljesen elkészült az M5-ös autópálya, folytatódott az M0-ás körgyűrű építése az M5-4. sz. főút összekötésével, míg a későbbi déli gyűrű, az M9-es első szakaszának, a szekszárdi Duna-hídnak az átadásával új összekötés létesült a Duna felett.

A Dunántúlon az M7-es autópálya folytatásával és az M6 első szakaszával bővült a gyorsforgalmi úthálózat. Az M7-es szakaszai közül a vizsgálati periódusban három újat adtak át, előbb

2004-ben Becsehely-Letenye, 2005-ben Balatonszárszó-Ordacsehi, végül 2006-ban Ordacsehi-Balatonkeresztúr között. A horvát-szlovén határ menti fejlesztéshez kapcsolódóan elkészült a Tornyiszentmiklósig tartó M70-es autótút is. Az M6 első, az Érdi-tető és Dunaújváros közti szakaszának átadására pedig 2006. júniusában került sor, amely esemény egyben a vizsgálat záró dátumát is jelentette.

## A vizsgálat módszere, adatai - az elérhetőségi idők számítása

Az elérhetőségi vizsgálatok az állami kezelésű utak adatait tartalmazó Országos Közúti Adatbank (OKA) felhasználásával történtek. A nyilvántartásban szereplő utakra vonatkozóan jelenleg ez az adatforrás tekinthető a legpontosabbnak, ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy nem tartalmazza – a központilag rendszerezetten nem nyilvántartott – az önkormányzatok által épített, ám regionális fontosságú településközi utakat.

Az adatbázis hibáinak kiszűrése és kiegészítése (pl. a főváros nem állami kezelésű útvonalainak adaptálása), majd valamennyi település rendszerbe illesztése után a már korábban kidolgozott módszer (Szalkai, 2001) alapján történt a települések közti legrövidebb elérési idők meghatározása.



2. ábra - Magyarország településeinek egymástól számított átlagos elérési ideje, 2002. november [perc]

Az elérhetőségi idők számítása során a KRESZ által a személygépkocsik számára megállapított sebességhatárok voltak irányadók. Figyelembe véve azonban a közúti forgalom jellegzetességeit, az úthálózat minőségi és forgalmi paramétereit, ill. azt, hogy az átkelési szakaszok elkülönített kezelésére csak főváros és a megyei jogú városok esetében volt lehetőség, a kategóriák többségénél – a reális eredmény modellezése érdekében – a megengedett sebességértékek csökkentése tűnt célszerűnek.

A gyorsforgalmi úthálózaton engedélyezett sebességértékeket kivéve valamennyi úttípus esetén alacsonyabb, korrigált sebességértékek szerepelnek a modellben (I. és II. rendű utak: 75 km/óra; külterületi összekötő- és mellékutak: 60 km/óra; átkelési szakaszok: 30 km/óra), egyes különleges esetekben (pl. Balaton

<sup>1</sup> A cikk alapjául szolgáló elemzés a Váti Kht. megbízásából a „Nagyprojektek területfejlesztési hatásvizsgálata” című elemzés keretében készült

<sup>2</sup> Geográfus, PhD hallgató, ELTE TTK, Regionális Földrajzi Tanszék  
hajnalihegy@freemail.hu

környéke) pedig speciális kategóriák létrehozásával volt legjobban közelíthető a valós állapot.

Az elérhetőségi idők térképezése településsorosan, a vizsgálat elvégzésekor (2006. június) fennállott közigazgatási állapotnak megfelelően 3145 településre történt. A két időpontra vonatkozó összehasonlító térképpárok esetében a 2006-os ábrázolásakor is a 2002-es jelkulcs használata volt célravezető, biztosítva ezzel a közvetlen vizuális összevetés lehetőségét is. A révátkelőhelyek – azok nem folyamatos működése miatt – nem szerepelnek a modellben.

Az eredeti elemzés három módszeren alapul, melyek közül ezen összefoglaló csak a két komplexebb modellt ismerteti. A legegyszerűbben értelmezhető, de csak a főváros szempontjait figyelembe vevő – az „országos” elérhetőség térszerkezetével egyébként rokon vonásokat tartalmazó – eredmények e helyütt nem szerepelnek.

A komplexebb modellek kidolgozását az a szándék vezérelte, hogy az elérhetőségi térszerkezet értékelését valamelyest függetleníteni lehessen Budapesttől, mint hálózati központtól. E számítások során összetettebb módszerek alkalmazásával új mutatók előállítására került sor.

### Az átlagos elérhetőségi viszonyok országos változása

Elsőként a nagy számításigényű, országos átlagos elérési idők adatsorát állítottuk elő. A mutató minden település valamennyi másik településre való eljutási idejének kiszámítása után, 3145\*3144 adat településenkénti átlagolásával jött létre. E változó nem fővároscentrikus, attól azonban nem teljesen független. Minimumértékei az ország középső területeire esnek. Az átlagos elérési idők 2002. novemberi értékeit a 2. ábra, míg a jelenlegieket a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra - Magyarország településeinek egymástól számított átlagos elérési ideje, 2006. június [perc]

A teljes vizsgálati periódus alatt a legjobb átlagos elérhetőségi idejű települések a Budapest közvetlen nyugati szomszédságában, gyorsforgalmi utak és azok csomópontjai mellett fekvő agglomerációs települések voltak (Törökbálint, Diósd, Budaörs).

E centrum mellett markánsan bontakozik ki – egészen Lepényig húzódva – az M7-es autópálya tengelye, felfűzve az ország valamennyi településétől légvonalban átlagosan legkisebb távolságú, Velencei-tótól délre eső térséget. E települések rövid elérési idejének oka kettős, az autópálya melletti fekvés az ország településhálózat-szerkezeti adottságával kombinálódik. Azaz az aprófalvas dunántúli térség az ország geometriai középpontjához képest jelentősen nyugatra húzza a legrövidebb elérési idejű terület elhelyezkedését.

A leggyorsabban megközelíthető települések körét az M1-es autópálya mellett fekvő, Törökbálintot követő helységek, illetve az M0-ás menti, Budapesttől délre elhelyezkedő települések zárják. Maga Budapest 10. a rangsorban, a hálózati központ szerepe a lassan megközelíthetetlen városközpont árnyékába szorul.

Az ország legnagyobb átlagos elérési idejű térségét a román és ukrán határ melletti szatmári falvak alkotják. A két térkép összevetésével az úthálózat-fejlesztés elérhetőségi viszonyokra gyakorolt hatása vizsgálható. A térképezett különbségértékeket a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra - Az elérhetőségi idők csökkenése 2002. novemberére és 2006. júniusa között [perc]

A hálózatfejlesztés hatásaként megfigyelhető, hogy az elérési idők a három keleti megyében (BAZ, SzSzB, HB) csökkentek a legnagyobb területen és mértékben (26 és 32 perc között). E térségen belül is a gyorsforgalmi utak végződésétől induló, főútvonalakhoz kötődő zóna települései könnyelhetők el a legnagyobb nyereséget („tölcsérhatás”), míg a csak mellékutakkal feltárt, rosszabb kapcsolattal rendelkező helységekben néhány perccel alacsonyabb volt a javulás.

Szintén kiterjedt területen, de már csak kisebb, 20-23 perces javulást okozott az M7-es autópálya továbbépítése. A „tölcsérhatás” itt is megfigyelhető, a kisebb mértékű javulás az átadott szakasz rövidebb voltának következménye, amelyen az épülő szakaszok átadása pozitívan fog változtatni.

A fenti két – a hálózatfejlesztés elérhetőségre gyakorolt, szétsugárzó pozitív hatását demonstráló – példával szemben egészen eltérő kép bontakozik ki mind az M5-ös, mind az M9-es fejlesztés hatásterületén.

Az M5-ös nem direkt, Szeged felé „kerülő” nyomvonala miatt az építési hosszhoz képest eleve alacsonyabb (többnyire 18-20 perc) a javulás mértéke, a fő különbség azonban az érintett terület kiterjedésében van. Az M5-ös a megfelelő hálózati kapcsolatok hiányában ugyanis nem képes olyan nagyságú területen kifejteni hatását, mint amekkora térségben ezt egy ilyen volumenű beruházástól elvárhatnánk. A hiányosság oka kettős.

Egyrészt példátlan a magyar gyorsforgalmi hálózaton, hogy 26 km-en keresztül ne lenne kapcsolat az alacsonyabb rendű útvonalakkal, melyek a forgalom szétszórását és ráhordását végzik. Az M5-ös esetében azonban erről van szó, ugyanis Kiskunfélegyháza déli csomópontja és a kisteleki csomópont között nincs az autópályára fel- és lehajtási lehetőség.

Ennél azonban súlyosabb a másik probléma, az autópálya újabb szakaszával már párhuzamosan folyó és megfelelő átkelési lehetőségeket nélkülöző Tisza. A Csongrád és Szentés közti híd már korábban is az M5-ös vonzáskörzetébe tartozott, a következő állandó átkelési lehetőség viszont csak Algyőnél

található. A 47-es út ÉK-DNy-i nyomvonala azonban nem a főváros felől érkező forgalom továbbítására szolgál, így a szűk, Maros menti sávot leszámítva a tiszántúli területek semmit sem profitáltak az M5-ös meghosszabbításából. E helyzetet segíteni fog majd az M43-as elkészülte, addig azonban még Hódmezővásárhelyről is az eddigi, Szentes felé vezető útvonal marad a leggyorsabb a főváros irányába.

Hasonló problémával állunk szemben a szekszárdi Duna-híd esetében is. Érdekes megfigyelni, hogy a híd csak a Duna-Tisza közi részen okozott jelentősebb, 15-16 perces javulást, Szekszárd térségében az átlagos elérhetőség csökkenése a túlsó felé el. E furcsa aszimmetria oka, hogy az M9-es egyelőre minden továbbvezetés nélkül fut bele az 51-es útba, ezzel szemben Szekszárd felett a Dél-Dunántúl egyik legnagyobb csomópontja jött létre, biztosítva a forgalom szétszórását és összegyűjtését. Így az M9-es eddigi szakaszából egyelőre a Duna-Tisza közi települések profitálnak jelentősebben, közel kiegyenlítve hátrányukat a tolnai településekhez képest.

Az M5-ös és M9-es fejlesztésének példái tehát arra mutatnak rá kiválóan, hogy megfelelő ráhordó hálózat megléte nélkül a gyorsforgalmi úthálózat képtelen valóban jelentős területre szétteríteni hatását, azaz a különböző szintű hálózat-fejlesztések sokkal nagyobb összhangjára lenne szükség a valóban hatékony rendszer létrejöttéhez.

Az M6-os autópálya eddig megépült szakaszából elsősorban a csomópontokhoz közeli, a 6-os úttól távolabb fekvő települések profitáltak a leginkább. Térségi és forgalomátrendező hatását tekintve viszont jelentősebb, hogy a dunaföldvári hídtól délre eső, az 51-es út menti települések elérési idejére egészen a szerb határig hatással van e fejlesztés. Ennek következtében várható az 51-es út forgalmának – a dunaföldvári hídon át – a 6-M6 tengelyre való átterelődése.

Környezeténél 2-3 perccel jobb javulással szintén kiemelkedik az M3-as és a 4-es út közé eső terület. Elhelyezkedéstől függően ennek okaként az M0-ás és M3-as új szakaszainak kisugárzása, illetve a 4-es úton átadott számos elkerülő szakasz jelölhető meg.

Összességében megállapítható, hogy a gyorsforgalmi úthálózat fokozott kiépítése következtében az ország elérhetőségi tere az elmúlt években több perccel zsugorodott. Míg valamennyi település egymáshoz viszonyított elérési idejének átlaga a 2002. decemberi 3 óra 7 percről mára 2 óra 54 percre csökkent, addig a kelet-magyarországi települések esetében 26-32 perces javulás volt tapasztalható.

### Az időhányados változása

Mivel az átlagos elérési idő mutatója csak korlátozottan képes a fővárostól független helyzetértékelésre, szükséges volt annak továbbfejlesztése. Olyan mutató – az „időhányados” – számítására volt szükség, amely a földrajzi helyzetből következő előnyökkel szemben a hálózatban elfoglalt helyzet értékelésére alkalmas.

Ennek során meg kellett határozni valamennyi település egymáshoz viszonyított légvonaltávolságát, majd ezeket, annak érdekében, hogy „idő” dimenziójú eredmények álljanak rendelkezésre,

egy tetszőlegesen választott, fiktív sebességértékkel (itt 1 km/óra) kellett elosztani. (1)

$$Tg_j = \left[ \frac{\sum_{d=1}^n dg_{ij}}{n-1} \right] / v \quad (1)$$

$Tg_j$  = a j település geometriai átlagtávolságához tartozó elméleti elérési idő

$dg_{ij}$  = a j település i településtől mért geometriai távolsága

$n$  = a települések száma

$v$  = fiktív sebességérték (itt 1 km/óra)

Ezután kerülhetett sor az átlagos közúti eljutási idők és a légvonaltávolság alapján számított fiktív elérési idők osztásával az „időhányados” nevű mutató képzésére, amely azt mutatja meg, hogy a valós elérési idők hogyan aránylanak egy teljesen homogén tér elérési viszonyaihoz. A mutató tehát kitűnően alkalmas a valódi földrajzi helyzettől független, közlekedéshálózati fekvés vizsgálatára. (2)

$$IH_j = \left[ \frac{\sum_{d=1}^n tk_{ij}}{n-1} \right] / Tg_j \quad (2)$$

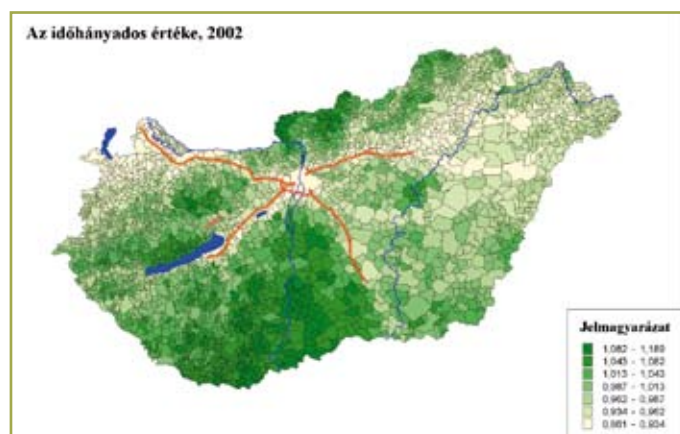
$IH_j$  = j település időhányadosa

$tk_{ij}$  = j település i településtől mért közúti elérési ideje

$n$  = a települések száma

$Tg_j$  = a j település geometriai átlagtávolságához tartozó elméleti elérési idő

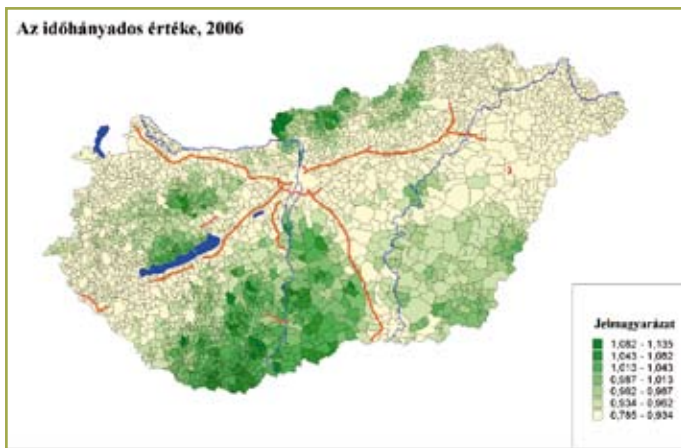
Az időhányados kezdő és záró évre vonatkozó térképeit az 5. és a 6. ábra tünteti fel.



5. ábra - Az időhányados értékei 2002. novemberében

Az időhányados által jellemzett elérhetőség térszerkezeti képe alapján látható, hogy a gyorsforgalmi útvonalak mellett előnyös helyzetükkel folyosószerűen emelkednek ki az elsőrendű, de több esetben a másodrendű főútvonalak is. A számítás elvi és matematikai háttéréből következően a mutató jellegzetessége, hogy az ország középpontjától távolabb eső gyorsforgalmi utak végpontjaira adódnak a legalacsonyabb értékek, s csak ezeket követik a földrajzi és közlekedési centrum települései.

Ennek alapján, míg 2002-ben a legkedvezőbb helyzetű települések mind az M3 akkori és az M1 végpontjai köré csoporto-



6. ábra - Az időhányados értékei 2006. júniusában

sultak, addig jelenleg a meghosszabbodott M3-M30 végpontja környékén elhelyezkedő települések értékei a legkedvezőbbek.

Ezzel szemben hátrányos helyzetű településeket találunk a Magas-Bakonyban, a Balaton-felvidéken, Szobtól északkeletre a szlovák határ mentén (az Ipoly-mente kiemelten hátrányos helyzetével), valamint a Közép-Tisza vidékén. Ezen inkább szigetszerű térségek mindegyikénél természeti akadályokon (Bakony, Balaton, Ipoly-Duna, Tisza) és a szlovák határ lezáró hatásán múlik a rossz hálózati fekvés.

Ezeknél súlyosabb anomáliára utal azonban a nagyjából az M7-M5 és a déli országhatár által közrezárt terület hátrányos volta, amely a kevés Duna-híd mellett a gyorsforgalmi hálózat hiányával magyarázható. A 2002-es térképpel azonos kategóriákat tartalmazó 2006-os ábrázoláson már látszik, hogy a korábbi helyzet főleg az M7-es, az M5-ös és az M6-os (tovább)építésével már a vizsgált időszaka alatt is oldódott valamelyest, alapvető változást azonban csak az M6, M8 és M9 együttes kiépítése hozhat.

A vizsgált időszak során értelemszerűen az időhányados értékei is csökkentek, a két hányados-térkép összevetéséből is megállapítható, hogy a legjelentősebb változást az M3-M30 továbbépítése okozta. Ennek következtében a „teljes” kelet-magyarországi térség kihalványodott, kivételként viszont a Bodrogköz és a Beregi-Tiszahát leghátrányosabb helyzetű települései (Viss, Kenézlő, Zalkod, Lónya) mutatnak rá a kistérségi szemszögből jelentős folyami átkelők hiányára.

Szintén nagy területen csökkentek az értékek a Nyugat-Dunántúlon is, ugyanakkor az átlagos elérési időhöz hasonlóan az M5-ös mentén csak sávszerű volt a javulás. A hasonlóságok miatt a hányadosok különbségtérképének közlése e helyütt nem szükséges, az teljes egészében alátámasztja az átlagtávolságok különbségének elemzésekor megállapítottakat.

### Az elérhetőségi és a forgalmi viszonyok összefüggései

A gyorsforgalmi úthálózat fejlesztésének elsődleges hatása az elérési idők csökkentése, ezen keresztül azonban közvetlen hatást gyakorol a forgalmi viszonyok átrendeződésére is. Az új gyorsforgalmi tengelyeken megnövekedett haladási sebesség következtében a fizikailag hosszabb utak is képesek lehetnek a közvetlen összeköttetést, de csak lassabb sebességet biztosító hálózati elemek forgalmának magukhoz vonzására.

Az elmúlt évek fejlesztései közül – a ráhordó főúthálózat vonalvezetése alapján – az M3-M30 Füzesabony utáni szakaszáról volt feltételezhető, hogy az alapesetként elvárható párhuzamos

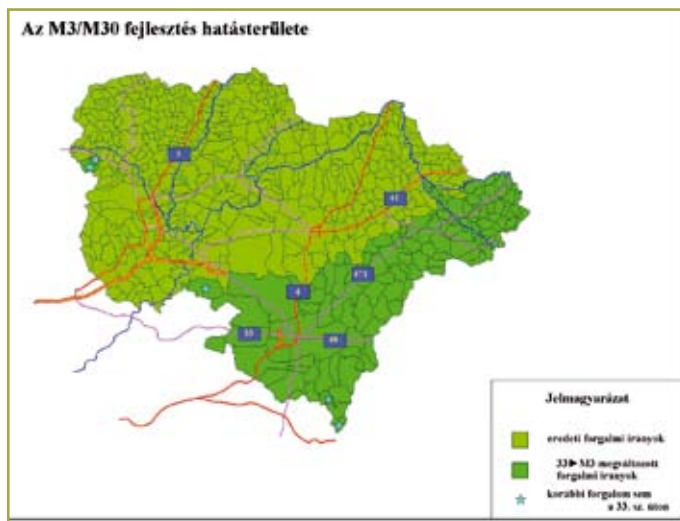
elsőrendű főút forgalmának levezetésén kívül nagyobb térségben is képes lehet befolyásolni a forgalomáramlási viszonyokat.

A kérdésfelvetés tisztázásához előbb néhány elvi jellegű probléma megoldása vált szükségessé.

Elsőként a **vizsgálati** terület, vagyis a fejlesztés által érintett terület lehatárolása volt a feladat. Ez, az ismertetett, országos átlagokon alapuló modellekből nem vezethető le egyértelműen, mivel ezek sajátossága, hogy az elérési idők csökkenése a fejlesztéstől távoli települések esetén is mérhető, igaz elhanyagolható mértékű. Az ebben az esetben szükséges, mesterséges értékhatárok megállapítása helyett viszont elfogadható megoldásnak bizonyult, hogy a települések fővárossal való kapcsolata határozza meg azok érintettségét.

Ennek alapján hatásterületen fekvőnek minősült minden olyan település, amelynek Budapestre való elérési ideje 2002 óta csak az M3-M30 meghosszabbítását feltételezve is csökkent volna.

Ezt követően a lehatárolt térségre, az elemzés kezdő és befejező időpontjára vonatkozóan is, részletesebb elérhetőségi számításokat kellett végezni. Ebben a fázisban került sor a leg-rövidebb elérhetőségi idők alapján meghatározható **„elméleti forgalmi irányok”** megállapítására. Ezen irányok azt fejezik ki, hogy az adott évben az egyes települések milyen útirányon érték el leggyorsabban a fővárost. Összevetésükkel megállapítható, hogy a fejlesztések következményeként mely településeken kísérté az elérési idő csökkenését az elméleti forgalmi irányok megváltozása is.



7. ábra - Az M3-M30 fejlesztésének hatásterülete

Ennek alapján az M3-M30 fejlesztésének zöld árnyalatokkal ábrázolt hatásterülete két alapvető részre bomlott. (7. ábra)

A világoszölddel jelölt települések korábban és jelenleg is az M3/M30 - 3 sz. főút tengelyen kapcsolódnak a fővároshoz, a sötétzel jelölt térségek számára viszont a korábbi közlekedési pályáknál (alapvetően a 33. sz. út) gyorsabb kapcsolatot biztosítanak az új gyorsforgalmi szakaszok. Azaz a sötétzölddel jelölt településeken az elérhetőségi idő csökkenése a forgalom irányának megváltozásával is együtt járt.

Ezen települések döntő többsége – a kék csillaggal jelölt öt község kivételével – a fejlesztéseket megelőzően a Hortobágyon áthaladó 33. sz. másodrendű főúton, majd Füzesabonytól az odáig 1998-ban megépített M3-as autópályán át érte el leggyorsabban Budapestet. A Debrecen térségét Budapest felé korábban kiszolgáló 4. sz. főút jelentősége az M3-as illetve az M5-ös építésének előrehaladtával lecsökkent. Jelenleg csak Kis-

újszállás és Albertirsa közt „érdemes” rajta Budapest felé haladni. Míg Albertirsa után a 405-M5 tengely kínál versenyképes idejű továbbhaladást, addig Kisújszállás előtt a Kabától elvileg még erre haladó forgalom Karcagnál tér el az „új” forgalmi irány, Tiszafüred, majd Füzesabony felé.

A Budapestet korábban a 33-as úton leggyorsabban elérhető települések új, elméleti forgalmi iránya jelenleg Görbeháza felé irányul. A Hortobágyon áthaladó korábbi tranzitból mindössze egy település, Nádudvar maradt meg, amelynek legrövidebb elérése – a választott sebessétparaméterek mellett – továbbra is a korábbi útvonalon halad. Azaz az elérési idők alapján a 33-as út „távolsági” forgalomban játszott szerepének megszűnése volt várható.

A csillaggal jelölt települések közül a két bihari falu, Nagyke-reki és Esztár a Püspökladány-Karcag-Tiszafüred tengelyről szintén Görbeháza felé terelődött át, míg a Tiszához közeli Újszentmargita Tiszacsege-Tiszafüred felől Polgár felé térült el.

A fennmaradó két borsodi település, Nagybarca és Bánhorváti pedig korábban a Bükköt északról megkerülve szintén Füzesabonynál érte el az autópályát. Itt az új útvonal Miskolcon át vezet Budapestre.

A térkép még egy „lokális” jelentőségű problémára hívja fel a figyelmet. A Szatmári-síkon, a Szamos és a Tisza összefolyásánál képződött „elérhetetlen félszigetre”, amely terület települései híd hiányában Fehérgyarmatig kénytelenek visszajönni, hogy az országos vérkeringésbe bekapcsolódhassanak.

Az ismertetett vizsgálatok rámutattak tehát azokra a lehetséges forgalmi átrendeződésekre, amelyeket a módosult elérhetőségi viszonyok elvileg indokoltá tettek. Az elemzés utolsó részében, az elméleti modell teszteléseként, annak vizsgálata történt meg, hogy az elérhetőségi vizsgálatok által előrevetített eredményeket valóban visszaigazolja-e az elmúlt évek forgalomszámlálási statisztikái.

### **A forgalom nagyság vizsgálata**

A forgalmi vizsgálatok az ÁKMI „Az országos közutak keresztmetszeti forgalma” 2002, 2003, 2004. és 2005. évi adatai alapján történtek. A vizsgálat három járműkategóriára terjedt ki. Az egységjármű/nap (E/nap) mértékegységben megadott összes forgalom mellett a személygépkocsik és a tehergépjárművek összevont kategóriáinak vizsgálatára került sor.

### **Az összes forgalom**

Az új szakaszok átadásának üteme, illetve ebből következően a forgalom nagyság változása alapján a vizsgálat időben két fő részre bontható. A 2003-as, 2004-es adatok a munkálatok akkori fő vonalának (M3) megfelelően főleg a hatásterület déli részének forgalmi viszonyaiban okoztak átrendeződést, míg 2004-ről 2005-re az M30 legfontosabb, Miskolcot is elkerülő szakaszának megépülése az M3-tól északra fekvő területek forgalomáramlási irányait befolyásolta inkább.

A változások értékeléséhez viszonyítási alapként szolgál, hogy a 2002 és 2005 közötti időszakban az országos forgalomnövekedés mértéke közel 15% volt. Az érintett három megyéből kettőben csak kevéssel az országos átlag feletti volt a növekedés üteme, egyedül Szabolcs-Szatmár-Beregben volt jelentősebb az eltérés, ahol 23%-os forgalomnövekedés következett be az elmúlt években.

A vizsgálat szempontjából legfontosabbak azok az utak, amelyek a forgalomfejlődési trend jelentősen eltér az országos vagy megyei átlagértékektől, és fekvésük is valószínűsíti, hogy ez a gyorsforgalmi úthálózat bővítésének hatására történhetett. Ezen utak felsorolását és forgalmi adatait tartalmazza az 1. táblázat.

Alapvető relációként az M3/M30 – 3. sz. főút közti forgalom-megosztást érdemes megvizsgálni.

2002-ben az M3 mintegy két és félszer nagyobb forgalmat hordozott Füzesabonyig, mint a vele párhuzamosan futó 3. sz. út. A tengely együttes forgalma 35 ezer E/nap volt. Az ezt követő Füzesabony - Nyékládháza szakaszon a tengely forgalma radikálisan csökkent, a korábbi forgalom mindössze 44%-a haladt a 3-as útra terelődve. Azonban ez a kisebb forgalom is a 3-as út kapacitásának kimerülését eredményezte, a többségében 2x1 sávú úton az elfogadható forgalom nagyságot átlagosan 17%-kal haladta meg a szakasz forgalma.

2003-tól 2005-ig az M3 Füzesabonyig tartó szakaszának forgalma jelentősen növekedett, míg a 3-as út forgalma – a teherforgalom fokozott autópályára terelődése miatt – kis mértékben, de csökkent.

A Füzesabony utáni szakasz átadása alapvetően megváltoztatta a forgalmi viszonyokat. A korábban már kapacitáshiányos 3-as úton a forgalom 2005-re 61%-kal esett vissza, miközben a tengely teljes forgalma 2004-ig 66%-kal növekedett. Jelentősen csökkent a Füzesabony előtti és utáni szakasz forgalma közötti különbség, a korábbi 44%-hoz képest az új szakasz forgalma elérte a Budapest-Füzesabony tengely forgalmának 57%-át.

Ezzel párhuzamosan a 33-as út forgalma 2004-re 3%-kal csökkent, amely érték a 2002-2004 közötti, országos 12%-os forgalomnövekedési trend tükrében válik igazán jelentőssé. Azaz annak ellenére, hogy járműszámban a Debrecen-Füzesabony útszakasz forgalmának csökkenése csak kis hányada az M3 forgalomnövekedésének, megállapítható, hogy az elérhetőségi vizsgálatok által előrevetített forgalomátterelődés valóban bekövetkezett. A forgalom csökkenése azonban csak átmeneti jelenség volt, 2005-re a 33-as út forgalma újra meghaladta a 2002-es értéket. Ebben azonban az általános forgalomnövekedési tendencia mellett szerepe volt annak is, hogy a helyettesítő szerepű 35-ös útról, a 2005-ben folyó felújítási munkák miatt a főváros felé tartó forgalom egy része visszatért az eredeti útvonalra.

Másik oldalról, az M3 délkeleti folytatásában fekvő 35-ös út részéről szintén a forgalomátrendeződés bekövetkezését támasztja alá a Polgár-Debrecen szakasz forgalmának 2004-ig történt 29%-os növekedése. 2004-ről 2005-re viszont 16%-kal esett vissza a szakasz forgalma, ami a korszerűsítési munkálatok miatt előállott forgalmi nehézségek következménye volt. A felújítás alatt a forgalom egy része Hajdúdorog-Hajdúnánás, illetve a teherforgalom az itt érvényben lévő 12 tonnás korlátozás miatt a Balmazújváros-Újszentmargita útirányra terelődött át. A nehéz tehergépkocsik és nyerges vontatók számának radikális növekedése miatt az útburkolat jelentősen károsodott az érintett alsóbbrendű utakon.

A 35-ös út forgalmához hasonlóan nőtt meg 2004-re a 36-os, Polgár-Nyíregyháza út terhelése is. Itt azonban a növekedés rendkívül erősen folytatódott 2005-re is, elérve a 2002-es forgalom 65%-át, ami megfelel az M3-as tengelyében mért növekedésnek. Ehhez a korábban Debrecen felé tartó távolsági forgalom áttelődése járul hozzá, amit alátámaszt – a 4-es út HB megyei szakaszának 2% alatti növekedésével szemben – a SzSzB megyei szakasz 46%-os forgalomnövekedése is.



1. táblázat Az ÉÁNF (E/nap) és annak változása (%) az érintett utakon, 2002-2005

út száma	út megnevezése	2002	2003	2004	2005	vált_02_04	vált_02_05	vált_04_05
M3	Budapest-Füzesabony	24825,95	29278	33793	35391	36,12	42,56	4,73
M3	Budapest-Polgár		23290	26854	28437			5,90
M3	Budapest-Görbeháza				27395			
M3	Pest megyei szakasz	35431	41057	46124	48694	30,18	37,43	5,57
M3	Pest m. határ - Füzesabony	18748	22528	26726	27767	42,55	48,11	3,90
M3	Füzesabony-M30		16644	19865	20585			3,62
M3	M30-Polgár		8798	9006	11815			31,19
M3	Polgár-Görbeháza				6228			
M30	M3-Felsőzsolca				14386			
3	Budapest-Tornyosnémeti	11286	9839	10154	9021	-10,03	-20,07	-11,16
3	Pest megyei szakasz	13457	14393	12788	12494	-4,97	-7,16	-2,30
3	Pest m. határ - Füzesabony	8479	8213	8420	8512	-0,70	0,38	1,09
3	Füzesabony-Nyékládháza	15647	7400	7060	6108	-54,88	-60,96	-13,48
3	Nyékládháza-Görömböly (Miskolc)	23195	27398	28672	18531	23,61	-20,11	-35,37
3	Görömböly-Felsőzsolca	28810	28012	31827	27110	10,47	-5,90	-14,82
3	Felsőzsolca-Tornyosnémeti	4301	4894	4584	5491	6,57	27,66	19,78
M3-3	együttes forgalom Füzesabonyig	34970	39558	43674	45264	24,89	29,43	3,64
M3/M30-3	együttes forgalom Füzesabony-Nyékládháza	15647	23211	25917	25996	65,64	66,14	0,30
M30-3	együttes forgalom Nyékládháza-Felsőzsolca	26618	27772	30595	38257		43,73	25,04
4	HB megyei szakasz	11972	12451	11726	12175	-2,05	1,70	3,83
4	SzSzB megyei szakasz	8544	9890	10750	12447	25,82	45,68	15,79
33	Füzesabony-Debrecen	7527	7095	7294	7843	-3,10	4,20	7,53
33	Heves megyei szakasz	7875	7538	7705	8265	-2,16	4,95	7,27
33	JNKSZ megyei szakasz	5966	5495	5707	6136	-4,34	2,85	7,52
33	HB megyei szakasz	8110	7637	7849	8454	-3,22	4,24	7,71
35	Nyékládháza-Debrecen	10103	10925	11042	8356	9,29	-17,29	-24,33
35	Nyékládháza-Polgár	14985	14038	14865	8901	-0,80	-40,60	-40,12
35	Polgár-Debrecen	7435	9704	9563	8029	28,62	7,99	-16,04
36	Polgár-Nyíregyháza	8238	10059	10521	13643	27,71	65,61	29,67

A forgalomnagysággal és a levezetéséhez szükséges utakkal, úttípusokkal kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az M3-as autópálya M30 elágazás – Polgár közti, azaz még a Debrecen és Nyíregyháza felé haladó forgalom szétválása előtti szakaszának

forgalma mindössze 12000 E/nap. Ez, a forgalomjelleg figyelembevételével számított „megfelelő szolgáltatási szinthez” tartozó forgalomnagyságnak is csak 20%-át teszi ki, ami azt jelenti, hogy még a Polgár után hozzáadódó forgalommal együtt sem indo-

kolható forgalmi szempontokkal sem az M3, sem az M35 autópályaként való továbbépítése. Ugyanakkor mind a 35-ös, mind a 36-os utak lassan kapacitáshiányossá válnak, azaz forgalmi szempontból valamilyen köztes műszaki megoldás alkalmazása tekinthető indokoltnak.

A Miskolc irányába kiágazó M30-as autópálya/autóút csak teljes „befejezése” után, 2005-re módosította jelentősen a térség forgalmi viszonyait.

2004-ről 2005-re 25%-kal nőtt a Nyékládháza és Felsőzsolca közti közlekedési folyosó forgalma, a növekedés teljes egészében az új gyorsforgalmi szakaszon következett be. A 3-as út Miskolc előtti forgalma 35, Miskolc és a Felsőzsolcáig vezető szakasz forgalma pedig 15%-kal csökkent, azaz az átkelési szakaszok tehermentesítése sikeres volt.

A másik, jelentős forgalmi változás viszont csak részben magyarázható a teljesebb gyorsforgalmi hálózat következtében javuló esetleges autópálya-használati hajlandósággal. A 35-ös út Nyékládháza-Polgár közti szakaszának forgalma ugyanis – az itt is folyó korszerűsítési munkálatok miatt – csökkent 2004-ről 2005-re 40%-kal. Kérdéses, hogy a munkálatok végeztével hogyan véglegesül majd a forgalom fő iránya, mivel az M30-M3 csomópontjának „túlzottan” nyugatra tolása nem kedvez a kelet-magyarországi megyeközpontok közötti forgalom errefelé terelődésének.

#### **A személy- és tehergépkocsik forgalma**

A személy- és tehergépkocsik forgalmának vizsgálata meghatározó a forgalom-összetétel szempontjából, hiszen e két járműkategória adja a vizsgált utak forgalmának 80-90%-át. Az összes gépjármű 60-75%-a esik a személygépkocsi kategóriába, míg 7-25%-a tehergépkocsikhoz.

Az átlagostól leginkább eltérő a forgalom összetétele az M3 Polgár-Görbeháza szakaszán, ahol a tehergépkocsik száma meghaladja a személygépkocsikét, és az összes jármű-darabszám közel felét teszi ki. Szintén a tehergépjárművek magas aránya jellemzi a 35-ös út Nyékládháza-Polgár szakaszát is.

Ezzel szemben kifejezetten alacsony a teherforgalom a 48. sz. Debrecen-Nyírábrány, a 491. sz. Győrtelek-Tiszabecs, a 41. sz. Nyíregyháza-Beregsurány, és a 27. sz. Sajószentpéter-Tornanádaska utakon. Ennek oka az is, hogy valamennyi említett főút ugyanis olyan határatkelőkhöz vezet, ahol a határ a teherközlekedés számára nincs megnyitva.

A járműkategóriánkénti forgalomfejlődés adatai alapján megállapítható, hogy az M3 továbbépítése elsősorban a személyforgalomra volt döntő hatással, az M3-3 tengely Füzesabony utáni szakaszán 2002. és 2005. között a személygépkocsik száma több mint duplájára nőtt.

#### **Összefoglalás**

A gyorsforgalmi úthálózat elmúlt években történt bővítése jelentős mértékben megváltoztatta az elérhetőségi viszonyokat. A változások számszerűsítése és a közlekedéshálózati fekvés meghatározása érdekében új, összetettebb mutatók alkalmazására került sor. A településsoroson számított átlagos elérési idők és az időhányados vizsgálata alapján megállapítható volt, hogy a hazai „elérhetőségi tér” az elmúlt három és fél évben 13 perccel zsugorodott.

Az elérhetőségi vizsgálatok rámutattak arra is, hogy a leg-rövidebb elérést biztosító útvonalak megváltozása hatással van a forgalomáramlási irányokra is. Az elemzésben az M3-M30 Füzesabony utáni szakaszának vizsgálatára került sor, amely igazolta,

hogy a párhuzamos 3-as út forgalmának módosítása mellett a fejlesztések több másodrendű út forgalmi viszonyainak átrendezésén keresztül nagyobb térségek forgalomáramlási rendszerét voltak képesek befolyásolni.

#### **Irodalomjegyzék**

- [1] Az országos közutak 2002. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma, ÁKMI, Budapest, 2003.
- [2] Az országos közutak 2003. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma, ÁKMI, Budapest, 2004.
- [3] Az országos közutak 2004. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma, ÁKMI, Budapest, 2005.
- [4] Az országos közutak 2005. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma, Magyar Közút Állami Közútkezelő Fejlesztő Műszaki és Információs Közhatal, Budapest, 2006.
- [5] Szalkai Gábor (2001): Elérhetőségi vizsgálatok Magyarországon, Falu-Város-Régió, 2001/10, 5-13. o.

#### **Summary**

#### **Changes of accessibility and traffic volumes through the extension of the Hungarian motorway system**

Gábor Szalkai

The study looks for the relationship between changes of accessibility and changes of traffic volume on the related road network.

The first part of the study deals with the changes of accessibility to the Hungarian road system between 2002 and 2005. The 330 km new roads built in this time period improved the highway system's accessibility in many areas of the country. The study employs special indicators for measuring "traffic space".

The second part of the study selected a sample region in eastern Hungary that is connected to the capital by the new motorway M3-M30. The study analyses the changes in traffic directions and volumes in this region. The study proves that the new accessibility relations significantly influence the changing direction of traffic flow.

#### **Analysis of accessibility on the Hungarian national road network (p. 25)**

dr. Géza Tóth

The first part of the article summarises main findings in the literature concerning accessibility.

The second part describes a newly developed access model and its application for delimitation of centres and peripheries in Hungary. The spatial distribution of the Hungarian population has been analysed by accessibility conditions. The hypothetical unambiguous relationship between fair accessibility and prosperous development has been analysed as well. In the majority of cases there is a traceable relationship between accessibility and economic development, in some cases being rather strong although not exclusive. There is a need for the aligned development of economy and accessibility to achieve sustainable and spatially balanced socio-economic advance.

## Bevezető

A tanulmány első felében az elérhetőségre vonatkozó fontosabb szakirodalmi megállapításokat igyekszünk összefoglalni. Saját vizsgálatainkban elérési modell segítségével igyekszünk lehatárolni a magyarországi centrumokat, illetve perifériákat. Elemezzük a magyar népesség területi eloszlását a periferialitás tükrében, majd arra a kérdésre keressük a választ, hogy a kedvező elérhetőség egyértelműen kedvező fejlettséget is jelent-e?

## Szakirodalmi alapok

A periféria fogalma kettős jelentést hordoz magában. Egyrészt *peremi helyzetű térrészt jelent*, de a geometriai helyzet mellett második jelentéstartalomként *negatív minőséget* is hordoz magában. Az infrastrukturális beruházások egyik fontos céljaként szokták említeni a vidéki, perifériális térségek felzárkózásának elősegítését, illetve leszakadásuk megakadályozását. Periférián lévők közlekedési szempontból azt a területet tekintjük Erdősi professzor szerint, amelyből az agglomeráció centruma *három óra oda-vissza utazással nem érhető el* (Erdősi, 2000). Magunk részéről úgy véljük, hogy felgyorsult világunkban ez a távolság valamivel szűkebb, Magyarországon *inkább kétórás távolságnál* húzható meg a képzeletbeli határ.

Valamennyi periferialitással foglalkozó modell abból indul ki, hogy a gazdasági tevékenység intenzitása bármely térségben legalábbis részben magyarázható az adott várostól vagy ipari koncentrációtól mért távolsággal. E mellett valamennyi beszél a helyi sajátosságok jelentőségéről, melynek következtében a hatás eloszlásában torzulás alakul ki a központhoz viszonyított koncentrikus sémához képest. A későbbi elméletekben megjelennek az agglomerációs előnyök (vagyis a gazdasági szereplők egymáshoz közeli településéből származó előnyök).

Keeble (Keeble–Offord–Walker, 1988) szerint a „periferialitás szinonim a gazdasági tevékenység relatív elérhetőségével, illetve annak hiányával”. Az elérhetőség a közlekedési rendszer terméke, jellemzője, hogy megszabja egy-egy terület helyzeti előnyét a többi térséghez képest. *Azok a térségek, melyek jobb hozzáféréssel rendelkeznek a nyersanyagokhoz és a piacokhoz termelékenyebbek, versenyképesebbek és így sikeresebbek, mint a távolabbi, s így elszigeteltebb területek* (Linneker, 1997). Saját vizsgálataink szerint a kapcsolat nem ok-okozatszerű, több térséggel kapcsolatban valóban igaz, bár általánosan nem kimutatható (Tóth, 2005).

Így a közlekedési infrastruktúra területi fejlődésre gyakorolt hatását nehéz empirikusan igazolni. Több kutató szerint egyértelműen pozitív korreláció van a közlekedési infrastruktúra és az egy főre jutó GDP között (Biehl, 1986, 1991; Keeble–Owens–Thompson, 1982; Keeble–Offord–Walker, 1988). Emellett viszont sok esetben ez a kapcsolat elsősorban a történelmi agglomerációs folyamatokat tükrözi vissza, mint a jelenleg létező oksági viszonyokat (Bröckner–Peschel, 1988).

Még nehezebb kimutatni a gazdasági mutatók változása (növekedés-csökkenés) és a közlekedési infrastruktúra-beruházások közötti kapcsolatot. Ennek az az oka, hogy a *fejlett közlekedési hálózattal rendelkező országokban további beruházás már csak marginális hasznot hoz*. A közlekedési infrastruktúra ilyen országokban csak ott gyakorol komoly hatást a regionális fejlődésre

ahol a *beruházás szűk keresztmetszet (bottleneck) megszüntetését eredményezi* (Blum, 1982; Biehl, 1986, 1991).

Csökkenti-e a területi különbségeket a közlekedési infrastruktúra építése? Bizonyos kutatások azt igazolták, hogy a fejlesztési politikák által irányított beruházások a lemaradó európai régiókban nem csökkentették a területi különbségeket (Vickerman, 1991), míg mások rámutattak arra, hogy a *régiók közötti határok eltűnése (a beruházások eredményeként) sok esetben hátrányos a periférikus régiók számára* (Brockner–Peschel, 1988).

Problémát jelent, hogy az új infrastrukturális rendszereket nem centrum–periféria között építik, hanem a centrumokon belül, illetve azok között, mert itt a legnagyobb a közlekedés iránti igény (Vickerman, 1991/a-b). Éppen ezért a *beruházások hasznélvezői a centrumterületek*. A periférikus területeken sok esetben a kis- és közepes vállalatok teremtenek, illetve teremthetnek új munkahelyeket. Ezek a cégek *azonban nem a közlekedési folyosókban érdekeltek, hanem jó regionális közlekedési rendszerekre van szükségük* (Erdősi, 2000). Természetesen érkehetnek a periférikus területekre is multinacionális vállalatok, de hazánkban sajnos még leginkább a bérköltségek indokolták letelepedésüket, így mivel nem terveztek hosszú távra, nem is volt számukra döntő tényező az autópályák léte, illetve hiánya.

Néhány tényező segítségével arra szeretnénk rámutatni, hogy a periférikus területek számára milyen problémák mutathatók ki a fejlesztések hatásaival kapcsolatban.

E területeken a fejlett feldolgozóipari tevékenységek mértéke viszonylag alacsony, s a meghatározó inkább az alacsonyabb hozzáadott értéket mutató ágazatok dominanciája. Így kérdéses, hogy csak a *csökkenő szállítási költségek teremtenek-e versenylőnyt*. Bizonyos vidéki, autópályával rendelkező amerikai megyékben például nem mértek szignifikánsan nagyobb növekedést, mint azokban a megyékben, ahol nincs autópályá. Azok a vidéki városok, ahol egynél több autópályá-kapcsolat van, nem nőttek gyorsabban, mint azok a városok, ahol csak egy van (Isserman–Rephann–Sorenson, 1989; Briggs, 1980, Rephann–Isserman, 1994). Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a vidéki térségekben nem jelent pozitív tényezőt az autópályák jelenléte. Pozitív kapcsolatot mutattak ki az Egyesült Államokban néhány vidéki megyében az egy főre jutó jövedelem és az autópályák léte között (Eyerly–Twark–Downing, 1987). Vannak olyanok is, akik szerint a szállítási költségek fontos szerepet játszhatnak a regionális növekedés általános szintjében. Sokan vitáznak ezzel a megállapítással, s azt mondják, hogy elsősorban a városközpontok fognak növekedni az autópályá által gerjesztett decentralizációs nyomás ellenére (Boarnet–Haugwout, 2000).

Érdemes felhívni a figyelmet néhány veszélyre. A közlekedés és a regionális fejlődés közti kapcsolat komplex: *a szállítási költségek csökkenése fellendítheti a kisméretű vállalkozások fejlődését, amelyek a helyi piacokat látják el*. Bizonyos iparágak esetén (különösen a kis piacok magas költségen előállító termelői) *a szállítási költségek csökkenése ki fogja küszöbölni azokat a gátakat, melyek eddig megvédték a külső versenytől, s így a külső cégek a helyi piacokra benyomulva a helyi termelők és kereskedők pozícióit ronthatják* (Rietveld–Bruinsma, 1998; Garrison–Souleyrette, 1996). Gyakran

<sup>1</sup> Jelen tanulmány a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

<sup>2</sup> Tanácsos, Központi Statisztikai Hivatal, e-mail: geza.toth@ksh.hu

bezárják a helyi lerakatokat, illetve raktárakat, mivel a cégek úgy vélik, hogy ezeket a területeket olcsóbb a központi területekről ellátni. Természetesen lehetnek olyan piaci szereplők is, melyek elég versenyképesek a kiéleződő piaci versenyben, s számukra a fejlett közlekedési viszonyok új piacokat nyithatnak meg, s az autópálya-építés további költségcsökkentést eredményezhet.

A régiók versenyének kimenetelét több tényező dönti el, az egyik ilyen a régiók ágazati struktúrája. A másik döntő tényező pedig a munkaerőpiac flexibilitása. Sok esetben ugyanis, akik nem elég képzettek, vagy más miatt nem tudnak alkalmazkodni az új kihívásokhoz, nem tudják kihasználni a lehetőséget.

A leggyakrabban megfigyelhető negatív változás a termelési tevékenység áthelyezése a centrumtérsegekbe (Parrott, 1998). A perifériákra ható jelenségek természetesen több tényező együttes hatásából származtathatóak, az viszont egyértelmű, hogy kialakulásukat nagyban megkönnyíti az autópálya-beruházás ténye.

Arra is van példa, amikor a korábban elszigetelt települések az autópálya-építéssel csomóponti szerepkörbe kerültek. Rövid időn belül a településen egyre több új tevékenységet kezdtek el végezni, aminek következtében rövid időn belül e települések az adott régióon belül központi szerepkörbe kerültek (Moon, 1988).

Megállapítható, hogy az infrastruktúra-fejlesztések elengedhetetlenek a periférikus térségek felzárkóztatásának előmozdításában, azonban önmagukban hatástalanok. Kiegészítőként más területfejlesztési eszközzel érhetnek el kellő hatást (Simon, 1987; Banister-Berechman, 2001).

## Adat és módszer

A magyarországi elérhetőségi viszonyok vizsgálatához a külföldi szakirodalomból ismert centralitási indexet alkalmaztuk, s annak is a potenciálmodell verzióját. Előnye, hogy figyelembe veszi az elérhető célok tömegét és az eléréshez szükséges időt. Úthálózati alapadatbázisként a GEOX Kft. DTA-50-es katonai alaptérképről digitalizált, 1:250 000 mértékarányú digitális út-adatbázisát használtuk, amely az országos közúthálózat szakaszait a 2005. jan. 1-i állapotban tartalmazta. Arcview 3.2 térinformatikai alapszoftverre épülő útvonal-optimalizáló program segítségével meghatároztuk mind a 3167 településnek (3144 település+Budapest kerületei) a róla elérhető 3166 településének elérhetőségét.

Kutatásunk során az elérhetőség fogalma mindig fizikai elérhetőséget jelent, ezen belül is elérési időt, percben. Az úthálózat adatállományának előkészítése során az útvonalak kategóriáinak megfelelő sebességekkel határoztunk meg (tehát a KRESZ szerint lakott területen belül 50 km/h, lakott területen kívül 90 km/h, autóúton 110 km/h, autópályán 130 km/h) minden útvonal szegmensre (kereszteződéstől kereszteződésig tartó szakaszra) az elérési időket percben. A hálózatokon ArcView Network Analyst programozásával a minimális elérési időt igénylő optimális útvonalak időigényét határoztuk meg az ország minden települése között. Ez az eljárás megegyezik egy gráf két pontja közötti optimális elérési útvonal meghatározásával, ahol a gráf élei az útvonalszegmensek, az élekre vonatkozó ellenállás-adatok pedig az áthaladáshoz szükséges időadatok.

Az elérhető célok tömegeit az egyes települések népessége alapján állapítottuk meg.

### A centralitási index számítása

Az index számítása során figyelembe vettük a téma legfontosabb szakirodalmi előzményeit (Schürmann–Spikermann–Wege-ner, 1997; Spikermann–Neubauer, 2002; Spikermann–Aalbu, 2004;

Schürmann–Talaat, 2000; Halden–McGuigan–Nibet–McKinnon, 2000), azok részbeni módosításával.

### 1, Belső potenciál

$$B A_i = \sum_j W_j \exp(-\beta c_{ij})$$

ahol  $B A_i$  a település belső elérhetőségi potenciálja,  $W_j$  az  $i$  településről elérni kívánt tömeg (jelen esetben népesség),  $c_{ij}$  az eléréshez szükséges idő (a közút jellegének megfelelően) percben,  $\beta$  súlytényező (jelen esetben 0,1). Munkánk során azért használtuk a 0,1-et súlytényezőként, mivel a téma több szakirodalmi előzményében hasonló vizsgálatoknál ezt az értéket alkalmazták (Simma et al., 2001)

Mivel olyan településekre számoltuk ki a centralitási indexet, melyek között jelentős nagyságrendi különbségek vannak, így fontosnak tartottuk a saját potenciál kiszámítását is. A nagy-népességű települések potenciálja sok esetben ugyanis viszonylag kicsi lenne, ha nem vennénk figyelembe, hogy az adott településen belül mekkora népesség, más szóval elérhető cél van. Tehát nem muszáj feltétlenül szállítani azt a terméket, szolgáltatást, amit az adott településen belül is értékesíteni lehet.

A saját potenciál kiszámításához figyelembe vettük az adott település belterületét. A területet körnek tekintve kiszámítottuk az egyes településekhez tartozó sugarat, melyet arányosnak tekintettünk az egyes településeken belüli közúti távolságokkal. E távolságadatokból 50 km/h átlagsebességgel számolva határoztuk meg a percértékeket.

### 2, Saját potenciál

$$S A_i = W_i \exp(-\beta * r)$$

ahol  $r$  a település területe sugarát 50 km/h-val megtéve szükséges idő.

Végül a belső és a saját potenciál összegéből számítottuk ki az egyes települések centralitási indexét.

### 3, Centralitási index

$$\sum A_i = B A_i + S A_i$$

## Eredmények

Az eredmények ismertetése előtt meg kell, hogy jegyezzük, hogy mivel vizsgálatunk csak a hazai közutakat és elérhető célokat vette figyelembe, így eredményeink is csak ebben a viszonyrendszerben értékelhetőek!

Az eredményeket térképen vizsgálva néhány általános megállapítás tehető. Elérhetőségi szempontból hazánkban Budapest kerületei és a jelentősebb agglomerációk vannak a legkedvezőbb helyzetben. Országos viszonylatban a legkedvezőtlenebb elérhetőségű település Felsőszölnök. Elérhetőségi szempontból a legtöbb kedvezőtlen helyzetű térség, vagyis a legjelentősebb perifériák Somogy, Tolna, Jász-Nagykun-Szolnok megyékben valamint a Dél-Dunántúl és Észak-Magyarország határmenti térségeiben található. Elérhetőségi szempontból a legnagyobb területi különbségek Pest, Borsod-Abaúj-Zemplén és Szabolcs-Szatmár-Bereg megyékben található (1. táblázat).

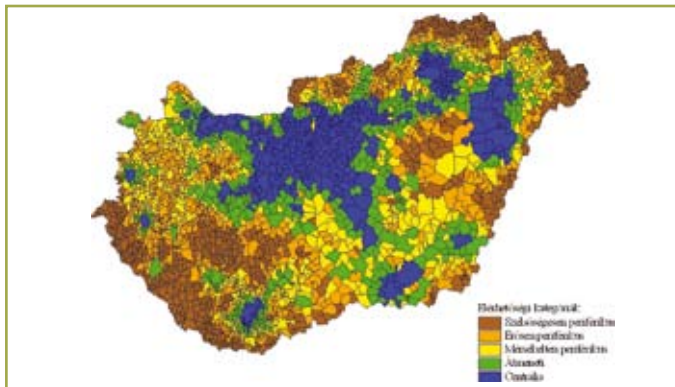
A további vizsgálatok érdekében a centralitási index szórásának terjedelmét öt egyenlő kategóriába osztottuk (szélsősége-

1. táblázat - A centralitási index megyei jellemzői

Megyék	Maximum	Minimum	Medián	Max/Min
Budapest	909 682	376 988	647 524	2,4
Baranya	119 387	6 780	31 004	17,6
Bács-K.	117 075	11 592	34 169	10,1
Békés	82 272	11 022	34 141	7,5
B.-A.-Z.	163 535	6 218	33 450	26,3
Csongrád	126 782	16 577	40 329	7,6
Fejér	273 950	23 496	72 949	11,7
Gy.-M.-S.	121 995	15 635	39 008	7,8
H.-B.	160 467	13 823	31 632	11,6
Heves	168 930	17 340	47 002	9,7
K.-E.	161 626	21 485	66 214	7,5
Nógrád	88 804	13 315	32 320	6,7
Pest	579 269	6 344	126 112	91,3
Somogy	66 453	7 323	19 291	9,1
Sz.-Sz.-B.	112 385	5 504	29 484	20,4
J.-N.-Sz.	88 713	12 480	34 050	7,1
Tolna	61 237	8 298	24 459	7,4
Vas	77 308	4 940	32 347	15,7
Veszprém	84 730	15 568	32 896	5,4
Zala	68 355	9 079	26 715	7,5
Ország	909 682	4 940	33 453	184,2

sen periférikus, erősen periférikus, periférikus, átmeneti, centrális), s ez alapján a településeket kategóriákba soroltuk. (1. ábra)

Azzal, hogy a centralitási indexet elkészítettük, egy viszonyítási nézőpontot nyertünk. Egészen más kategóriába kerülneek ugyanis a települések amennyiben nem csupán Magyarország közúthálózatát, hanem Közép-Európát, illetve még tágabb viz-



1. ábra - Települések centralitása, 2005

gálati kört érintenénk (ehhez vennénk figyelembe a potenciál-számításnál más esetben alkalmazott külső potenciált is (Nemes Nagy, 2005).

A periferialitás viszonylagosságát mutatja másrészt az is, hogy bármennyi új autópálya, vagy más közút épül, akkor is fennmarad a centrum-periféria kettősség. A beruházások eredményeként a települések bizonyos köre ugyan vált kategóriát, jelentős részük viszont továbbra is az eddigi kategóriában marad. A közlekedés-fejlesztés feladata tehát elsősorban az, hogy a perifériális elérhetőségű települések ellátási színvonala olyan szintre jusson, hogy az ne legyen gátja a gazdasági fejlődésnek. A hazánktól nyugatabbra elhelyezkedő országokban egyre inkább ez a helyzet, melynek következtében itt már egyre kevésbé tekinthetjük a periferialitást területi fogalomnak (ezen a periferialitás második jelentéstartalmát, a halmozottan hátrányos helyzetet értjük, vagyis negatív minőséget).

A hazánkban tervezett valamennyi autópálya-beruházás megvalósulása után (nagyjából 2030-körül) is lesz centrum-periféria viszony, hiszen elérhetőségi szempontból ekkor is lesznek kedvezőbb és kedvezőtlenebb helyzetű települések, térségek (jóval kedvezőbb általános elérhetőségi helyzet mellett, mint jelenleg). Ekkor már hazánkban sem feltétlenül azok a települések lesznek a fejletlenebbek, melyek elérhetőségi szempontból viszonylag rosszabb helyzetben vannak, így az elérhetőségi, illetve a társadalmi-gazdasági szempontú periferialitás elkülönül egymástól.

Hazánk megkérdőjelezhetetlen elérhetőségi centruma Budapest, illetve agglomerációja, valamint annak tágabb környezete. Elérhetőségi szempontból fontosak a vidéki megyeszékhelyek, illetve a hozzájuk kapcsolódó települések. A legtöbb periférikus elhelyezkedésű település az Alföldön, illetve a Dél-Dunántúlon található.

## A hazai népesség megoszlása a települések elérhetősége szerint

Összefoglalva megállapítható, hogy az ország 2005. január 1-jei lakosságának 19,4%-a periférikus településeken (az 1.-3. kategória valamelyikéhez tartozik). Legrosszabb helyzetben Somogy (ahol a népesség 64,5%-a él periférikus településeken), Tolna (51,3%), Nógrád (46,8%), míg a legkedvezőbbben Budapest (0%), Komárom-Esztergom (1,3%) és Pest (1,6%) van. Amennyiben azt vizsgáljuk, hogy melyek azok a megyék, ahol különösen magas a szélsőségesen periférikus településeken lakók aránya, akkor elmondható, hogy Somogy van a legrosszabb helyzetben (itt ez az arány 32,0%), melyet Zala (15,4%), illetve Tolna (12,3%) követ.

2. táblázat - A megyék népessége elérhetőségi kategóriák szerint, 2004 (%)

Megyék	Elérhetőségi kategóriák					Összesen
	Szélsőségesen periférikus	Erősen periférikus	Mérsékelt periférikus	Átmeneti	Centrális	
Budapest	–	–	–	–	100,0	100,0
Baranya	6,5	9,1	12,5	17,3	54,5	100,0
Bács-K.	2,9	9,4	14,4	41,1	32,1	100,0
Békés	5,7	10,6	11,4	39,4	32,9	100,0
B.-A.-Z.	5,0	6,2	10,5	18,6	59,7	100,0
Csongrád	0,1	3,1	7,4	28,1	61,3	100,0
Fejér	–	2,0	3,0	9,3	85,7	100,0
Gy.-M.-S.	0,0	3,1	12,8	34,7	49,4	100,0
H.-B.	3,6	7,0	4,6	14,4	70,4	100,0
Heves	1,0	10,1	5,9	13,3	69,7	100,0
K.-E.	–	0,7	0,6	13,8	84,9	100,0
Nógrád	5,6	15,6	25,7	40,0	13,2	100,0
Pest	1,0	0,2	0,5	4,9	93,5	100,0
Somogy	32,0	26,5	6,0	7,5	28,1	100,0
Sz.-Sz.-B.	9,4	10,7	16,0	30,9	33,0	100,0
J.-N.-Sz.	4,8	13,4	17,6	31,9	32,2	100,0
Tolna	12,3	22,3	16,7	34,6	14,1	100,0
Vas	8,9	6,8	27,4	24,0	32,9	100,0
Veszprém	0,9	8,0	16,7	37,7	36,7	100,0
Zala	15,4	14,2	16,5	32,8	21,2	100,0
Ország	4,3	6,6	8,6	19,0	61,5	100,0

## Az elérhetőség és a gazdasági fejlettség kapcsolata

Az egyik fontos, ha nem a legfontosabb kérdés, hogy milyen az elérhetőség és a gazdasági fejlettség közötti kapcsolat. Ennek érdekében összevetettük a centralitási indexet a személyi jövedelemadó-alapot képező jövedelemmel.

A népesség elérhetősége és a gazdasági fejlettség között ( $r=0,51$ ) közepesen erős, lineáris kapcsolat mutatható ki. Korábbi vizsgálatainkban is ehhez hasonló értékeket kaptunk (Tóth, 2005). A továbbiakban fontosnak tartottuk a megyék fejlettségének részletes vizsgálatát az előbb ismertetett centralitási kategóriák szerint (3. táblázat).

3. táblázat - A települések egy főre jutó jövedelme elérhetőségi kategóriák szerint, 2004 (Ft)

Megyék	Elérhetőségi kategóriák					Átlag
	Szélsőségesen periferikus	Erősen periferikus	Mérsékelt periferikus	Átmeneti	Centrális	
Budapest	–	–	–	–	844 893	844 893
Baranya	296 168	306 909	382 503	413 292	572 004	476 851
Bács-K.	285 960	325 290	318 719	396 001	566 718	429 199
Békés	274 219	334 302	373 268	397 151	525 697	421 986
B.-A.-Z.	258 356	268 687	371 391	341 454	504 762	432 639
Csongrád	409 767	300 958	333 845	404 988	557 062	488 897
Fejér	–	352 216	335 546	467 983	646 261	614 136
Gy.-M.-S.	232 069	465 576	486 362	555 101	700 202	614 259
H.-B.	267 818	276 368	277 470	376 129	494 276	442 818
Heves	316 047	333 968	305 367	407 132	563 332	500 959
K.-E.	–	481 298	511 194	562 832	618 395	609 110
Nógrád	360 195	373 372	479 233	502 309	435 497	459 700
Pest	553 902	572 612	337 541	408 922	609 623	597 774
Somogy	318 887	406 201	378 911	440 603	585 610	428 471
Sz.-Sz.-B.	235 449	275 133	300 937	348 470	490 678	368 676
J.-N.-Sz.	247 343	332 475	371 440	407 680	621 837	450 995
Tolna	286 310	371 286	629 831	461 403	694 785	480 735
Vas	525 288	446 677	521 756	609 139	727 277	605 029
Veszprém	423 902	415 157	436 985	547 227	660 714	557 319
Zala	437 429	404 766	438 979	596 305	730 133	545 201
Ország	321 156	347 202	401 379	443 395	528 257	555 908

Országos szinten megállapítható, hogy az elérhetőségi szempontból átmeneti és centrumtárségek jóval fejlettebbek a periferikus helyzetűeknél. Az országos adatokon feltűnő, hogy az elérhetőség javulása együtt jár a gazdasági fejlettség hasonló irányú változásával. A megyéken belül csak Nógrád megye olyan, ahol nem a centrális elérhetőségű térség a legfejlettebb. Van továbbá néhány olyan példa is, amikor a megyék perifériáin belül az elérhetőség romlása nem jár egyértelműen együtt a fejlettség romlásával. Ez is azt bizonyítja tehát, hogy az elérhetőség és a gazdasági fejlettség közötti kapcsolat igen összetett.

A vállalkozások nettó árbevétele tekintetében elmondható, hogy országos szinten a kép a centrális térségek javára igen erősen koncentrált. A 19 megye között 16 olyan van, melynek periferikus elérhetőségű településein (1.-3. kategória) a vállalkozások nettó árbevétele a megyei 20%-át sem éri el. Három olyan megye van, ahol a periferikus településeken a nettó árbevétel a megyei 20-50%-a közötti (Vas, Nógrád, Tolna), illetve egy (Somogy), ahol annál is magasabb (4. táblázat).

4. táblázat - A vállalkozások nettó árbevétele elérhetőségi kategóriák szerint, 2004

Megyék	Elérhetőségi kategóriák					Összesen
	Szélsőségesen periferikus	Erősen periferikus	Mérsékelt periferikus	Átmeneti	Centrális	
Budapest	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
Baranya	1,7	2,3	4,9	11,8	79,2	100,0
Bács-K.	0,8	3,8	8,5	34,4	52,6	100,0
Békés	1,8	3,2	7,5	40,3	47,1	100,0
B.-A.-Z.	0,8	0,5	5,5	8,6	84,6	100,0
Csongrád	0,1	0,5	1,4	15,1	83,0	100,0
Fejér	0,0	0,2	0,3	0,9	98,6	100,0
Gy.-M.-S.	0,0	0,5	4,8	12,8	81,8	100,0
H.-B.	0,8	1,1	0,8	13,3	84,0	100,0
Heves	0,5	1,8	1,6	2,6	93,4	100,0
K.-E.	0,0	0,1	0,0	7,8	92,1	100,0
Nógrád	2,3	4,5	29,1	58,6	5,4	100,0
Pest	0,2	0,0	0,2	0,9	98,7	100,0
Somogy	5,8	69,5	1,4	1,8	21,4	100,0
Sz.-Sz.-B.	4,2	3,2	8,9	20,0	63,7	100,0
J.-N.-Sz.	0,8	5,4	6,4	15,6	71,8	100,0
Tolna	4,3	13,1	29,3	27,0	26,3	100,0
Vas	20,2	0,7	11,3	12,5	55,2	100,0
Veszprém	0,1	2,5	6,6	32,3	58,4	100,0
Zala	5,6	4,2	6,7	42,1	41,3	100,0

5. táblázat - A települések foglalkoztatottsága elérhetőségi kategóriák szerint, 2004 (%)

Megyék	Elérhetőségi kategóriák					Átlag
	Szélsőségesen periferikus	Erősen periferikus	Mérsékelt periferikus	Átmeneti	Centrális	
Budapest	–	–	–	–	71,3	71,3
Baranya	51,5	53,2	59,5	61,2	68,1	63,3
Bács-K.	54,3	57,4	59,2	62,7	68,4	63,3
Békés	54,7	60,0	63,9	65,1	69,0	65,1
B.-A.-Z.	48,8	46,8	54,3	51,7	59,7	56,4
Csongrád	71,5	55,6	60,5	64,7	68,0	66,2
Fejér	–	64,3	60,3	65,7	70,7	69,8
Gy.-M.-S.	53,7	66,6	70,8	70,1	73,6	71,8
H.-B.	50,2	52,0	50,4	57,4	63,1	60,5
Heves	61,6	56,2	53,1	60,1	68,7	65,4
K.-E.	–	69,9	69,3	69,9	70,0	70,0
Nógrád	57,6	58,8	63,9	65,0	62,5	63,1
Pest	66,3	64,0	56,8	58,4	63,8	63,6
Somogy	54,8	63,2	61,6	64,1	70,1	62,4
Sz.-Sz.-B.	46,9	46,4	49,0	52,5	60,9	53,7
J.-N.-Sz.	47,9	54,5	59,6	61,9	70,9	62,7
Tolna	54,1	60,6	66,4	65,3	72,4	64,2
Vas	68,7	71,1	72,7	75,1	78,1	74,6
Veszprém	67,1	68,7	66,7	70,7	74,2	71,2
Zala	65,9	65,3	68,0	72,3	76,4	70,6
Ország	54,9	57,7	61,3	63,4	68,0	65,3

## Az elérhetőség és a foglalkoztatottság kapcsolata

A továbbiakban azt igyekeztünk megvizsgálni, hogy az elérhetőség hogyan is viszonyul a gazdasági aktivitáshoz, illetve a foglalkoztatottsághoz. E problémakör vizsgálata során módszertani problémába ütköztünk, mivel a foglalkoztatottak számát a KSH 10 évente, a népszámlálás keretében veszi számba teljes körűen. Egy lehetséges módszertani alternatíva viszont, ha a foglalkoztatottak számát az adófizetők számával helyettesítjük (Nemes Nagy, 2005). E szerint tehát vizsgálatunkban az adófizetők számát a munkavállalási korú népesség százalékában jelenti a foglalkoztatottsági rátát.

Megállapítható, hogy a kedvező elérhetőségű (átmeneti és centrális) térségek foglalkoztatottsága a legtöbb esetben magasabb a periférikus térségeknél (5. táblázat). A legszembetűnőbb kivétel Csongrád, ahol a szélsőségesen periférikus területeken az országos átlagnál jóval kedvezőbb arányt láthatunk, s a megye centrális elérhetőségű települései kismértékben elmaradnak tőle. Több olyan megye is van, amelyen halad ugyan keresztül autópálya, vagyis elérhetőségi helyzete viszonylag kedvezőnek mondható, viszont a megye átlagos foglalkoztatottsága csupán az országos átlag körüli, vagy némileg az alatti. Így tehát az autópálya nem jelent az egész megyére nézve fejlődést megalapozó beruházást!

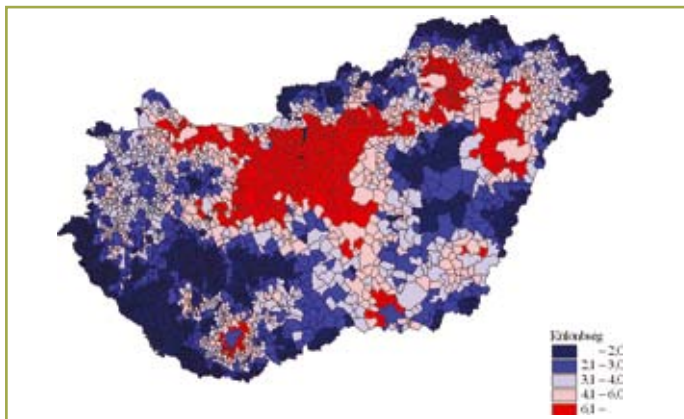
Periférikus térségeink közlekedési fejlesztései viszont csak akkor hozhatják meg a tőlük várt kedvező területfejlesztő hatást, ha a közlekedési fejlesztés együtt jár komplex fejlesztési programokkal.

### Új beruházások szükségességének vizsgálata

A következőkben azt vizsgáljuk meg, hogy a modellünkben milyen további következtetések vonhatók le az egyes részterületekre vonatkozóan, illetve a közúthálózaton milyen beavatkozásra van szükség. Vizsgálatunkra azért van nagy szükség, mivel az autópálya-építések csak a teljes hálózattal együttesen tudják kedvező hatásukat kifejteni. Szükség van az egész hálózat (autópályák, főútvonalak, alsóbbrendű úthálózat) egészséges működésére a kiegyensúlyozott területi fejlődés érdekében.

Ennek érdekében azt igyekeztünk megvizsgálni, hogy a gyakorlati (közúthálózaton számított elérési idők alapján becsült) potenciál mennyire tér el az elméleti (légvonalban mért távolságokon alapuló) potenciáltól.

Mivel a közúthálózati modell esetében időadatokon (perc értékek), a légvonalbeli távolságot figyelembe vevő modell esetében földrajzi távolságokon (km-ben mért értékek) alapuló potenciál-értékek közvetlenül nem hasonlíthatók össze, a következő módszert alkalmaztuk. Mindkét potenciáladatsort 0 és 100 közé konvertáltuk (skálatranszformáció), és az így kapott értékek különbségét térképen ábráztuk. A térképen (2. ábra) világossal jelzett térségeken a gyakorlati (elérhetőségi adatokkal számolt) potenciál gyengébb az elméletinél, ami azt jelenti, hogy ezeknek a településeknek, térségeknek van szüksége az elérhetőségüket javító beruházásokra. A sötétebb színfokozat éppen ellenkezőleg, a kedvező elérhetőségű településeket mutatja. A modell lehetőséget ad továbbá arra is, hogy azokban a térségekben, ahol a gyakorlati potenciál gyengébb, mint az elméleti, e hiány mértékéből javaslatot tegyünk a szükséges beruházás típusára



2. ábra - A potenciálok különbségei skála transzformáció után

Jelentős, lényegében összefüggő elérhetőségi hiánnyal rendelkező térségek láthatóak a Dél-Dunántúlon, különösen

Zalaegerszeg, Nagykanizsa környékén illetve Péctől északra. Ezek egy részét megoldja az M7 határig történő kiépítése, továbbá indokolt az M9 autópálya mihamarabbi megépítése autópályaként Szekszárdig, illetve valamivel később gyorsforgalmi útként tovább. Elérhetőségi problémák látszanak a Balatontól északra is, ezeket vélhetően orvosolni fogja az M8 autópálya. E tekintetben mindenképpen indokolt az autópálya kiépítése nem csupán elérhetőségi, hanem térszerkezeti okok miatt is, s ezzel kiépülne hazánk első transzverzális irányú autópályája, melynek jelentősége mind hálózati, mind területfejlesztési szempontból megkérdőjelezhetetlen.

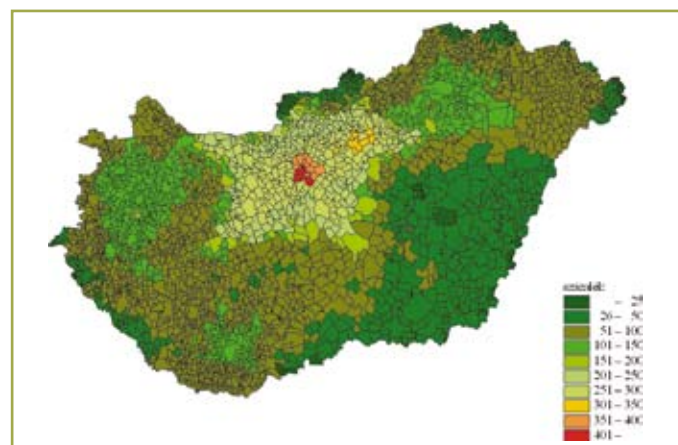
*Elérhetőségi szempontból a Duna mentén és az Alföld északi részén vannak rossz helyzetű területek. A Duna menti elérhetőségi problémák döntő része a Duna-Tisza köze településeit érinti, így azok megoldását nem várhatjuk az M6 autópálya kiépítésétől, hanem sokkal inkább az M8 autópálya (Dunaújváros-Szolnok közötti szakasza), valamint az alsóbbrendű úthálózat fejlesztésétől.*

Bár az Alföld északi részén, e vizsgálat alapján az elérhetőségi problémák csak kevésbé nagyok, *de az ide tervezett M4 gyorsforgalmi útként való kiépítése mindenképpen indokolt, mivel a térségben több, viszonylag nagy népességű, dinamizálható település található (Szolnok, Törökszentmiklós), illetve az M8 autópályához kapcsolódva vele megvalósulna a nyugat-kelet irányú tengely, s oldódna hazánk túlzottan centralizált közlekedési szerkezete.*

*Elérhetőségi problémák látszanak még Pest megye északi részén, Nógrádban, Borsod-Abaúj-Zemplén, illetve Szabolcs-Szatmár-Bereg megyékben, továbbá Győr-Moson-Sopron és Veszprém megye határterületén. E térségekben csak részben okozza a problémát a gyorsforgalmi úthálózat kiépítetlensége, az nagyobb részben az alsóbbrendű közúthálózat számlájára írandó.*

### Fejlettségi viszonyok alakulása a napi elérhetőség tükrében

Végezetül azt igyekeztünk megvizsgálni, hogy a jelenlegi közúthálózaton elérhető célok hogyan befolyásolják a települések fejlődési lehetőségeit. Ehhez a napi elérhetőségi mutatót alkalmaztuk (3. ábra):



3. ábra - Napi elérhetőség a vidéki átlag százalékában, 2005

$$A_i = \sum_j W_j f(c_{ij}) \quad \text{ahol } f(c_{ij}) = \begin{cases} 1 & \text{ha } c_{ij} \leq c_{\max} \\ 0 & \text{ha } c_{ij} > c_{\max} \end{cases}$$

Ahol  $W_j$  az adott  $i$  településről elérhető cél (népesség), míg  $c_{ij}$  az eléréshez szükséges idő. A napi elérhetőség tekintetében azért a 60 perces korlátot ( $c_{\max}=60$  perc) vettük figyelembe, mivel úgy véltük, hogy leginkább ezen az időtávon belül elérhető települé-

sek hatnak egymásra. Így megkaptuk, hogy az adott településről (önmagát is figyelembe véve) 60 percen belül átlagosan milyen népességű települések érhetőek el, melyet a vidéki átlag százalékában ábrázoltunk (azért nem az országos átlag százalékában, mivel Budapest helyzete mind népesség, mind elérhetőség szempontjából túlzottan kiemelkedő). Abból a feltételezésből indultunk ki, hogy azok a települések fejlődnek a dinamikusabban, melyekről a napi elérést jelentő 60 percen belül nagyobb népesség érhető el.

*Hazánk legdinamikusabb fejlődő térsége e vizsgálat szerint az Esztergom-Tatabánya-Székesfehérvár-Dunaújváros-Gödöllő-Vác által lehatárolt terület, mely a nagymérvű infrastrukturális koncentráció miatt hosszabb távon nagy városrégióvá alakulhat (Köszegfalvi-Loydl, 2001). Viszonylag kedvező helyzetű, egybefüggő térség található még a Dunántúl északi részén, illetve a Dél-Dunántúl Duna menti térségeiben. Az Alföld és Észak-Magyarország településeinek elérési lehetőségei ennél jóval kedvezőtlenebbek, mely negatívan befolyásolja a fejlődési lehetőségeiket is.*

## Összegzés

Vizsgálataink alapján megállapíthatjuk, hogy az elérhetőség és a gazdasági fejlődés/fejlettség között sok esetben kimutatható a kapcsolat, mely bizonyos esetekben meglehetősen szorosnak tekinthető. Ez azonban egyáltalán nem kizárólagos, hiszen a gazdasági folyamatok sok összetevős folyamataiban az elérhetőség csak egy, igaz nem elhanyagolható szerepű összetevő. Éppen ezért azokkal a megállapításokkal értünk egyet, miszerint a gazdaság és az elérhetőség együttes és összehangolt fejlesztésére van szükség, mert csak így van lehetőség a fenntartható és területileg kiegyensúlyozott társadalmi-gazdasági fejlődés megteremtésére.

## Felhasznált irodalom

- Banister, D.–Berechman, Y. (2001): Transport investment and the promotion of economic growth. In: Journal of Transport Geography, Vol. 9., pp. 209–218.
- Biehl, D. (1991) The role of infrastructure in regional development. In: Vickerman, R. W. (Ed.): Infrastructure and Regional Development. European Research in Regional Science 1. London, Pion, 9-35
- Biehl, D. (ed.) (1986) The Contribution of Infrastructure to Regional Development. Final Report of the Infrastructure Studies Group to the Commission of the European Communities, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities
- Blum, U. (1982) Effects of transportation investments on regional growth: a theoretical and empirical investigation, Papers of the Regional Science Association 49, 169-184
- Boarnet, M. G.–Haughwout, A. F. (2000): Do highways matter? Evidence and policy implications of highways influence on metropolitan development. A discussion paper prepared for The Brookings Institution Center on Urban and Metropolitan Policy
- Briggs, R. (1980): The Impact of Interstate Highway System on Non-Metropolitan Growth. In: U.S. Department of transportation, Office of University Research
- Bröcker, J.,–Peschel, K. (1988) Trade. In: Molle, W., Cappelin, R. (Eds.): Regional Impact of Community Policies in Europe, Aldershot, Avebury,
- Erdősi, F. (2000): A kommunikáció szerepe a terület- és településfejlesztésben, VÁTI, Budapest, p. 356.
- Eyerly, R. W.–Twark, R.–Downing, R. H. (1987): Interstate Highway System: Reshaping the Non-Urban Areas of Pennsylvania. In: Transportation Research Record, No. 1125., pp. 1–14.
- Garrison, W. L.–Souleyrette, R. R. (1996): Transportation, Innovation and Development: The Companion Innovation Hypothesis. In: Logistics and Transportation Review, Vol.32., pp. 5–35.
- Halden, D.–McGuigen, D.–Nibet, A.–McKinnon, A. (2000): Accessibility: Review of measuring techniques and their application. Scottish Executive Central Research Unit p. 107
- Isserman, A. M.–Rephann, T.–Sorenson, D. J. (1989): Highways and Rural Economic Development: Results from the Quasi-Experimental Approaches. Paper presented at Seminar on Transportation Networks and Regional Development, Leningrad, U.S.S.R., May 23–26.
- Keeble D.–Offord J.–Walker S (1988) Peripheral Regions in a Community of Twelve Member States, Commission of the European Community, Luxembourg
- Keeble, D.,–Owens, P.L.,–Thompson, C. (1982) Regional accessibility and economic potential in the European Community, Regional Studies 16, 419-432
- Kiss J. P. (2003): A kistérségek 2000. évi GDP-jének becslése. In: Regionális Tudományi Tanulmányok 8. Kistérségi Mozaik, ELTE Regionális Földrajzi Tanszék–MTA-ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport, Budapest
- Lengyel, I. (2000): A regionális versenyképességről. Közgazdasági Szemle, 12. sz. 962–987. o.
- Linneker, B. (1997) Transport Infrastructure and Regional Economic Development in Europe: A Review of Theoretical and Methodological Approaches, TRP 133. Sheffield, Department of Town and Regional Planning
- Lőcsei H.–Nemes Nagy J. (2004): A Balatoni Régió gazdasági súlya és belső térszerkezete. In: Regionális Tudományi Tanulmányok 8. Kistérségi mozaik, ELTE Regionális Földrajzi Tanszék–MTA-ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport, Budapest
- Moon, H. E. (1988): Interstate Highway Interchanges as Instigators of Non-metropolitan Development. In: Transportation Research Record, No. 1125., pp. 8–14.
- Nemes Nagy, J. (szerk.) (2005): Regionális elemzési módszerek. In: Regionális Tudományi Tanulmányok 11., ELTE Regionális Földrajzi Tanszék–MTA-ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport, Budapest
- Parrott, N. (1998): Road building and economic development in peripheral areas. p. 12. University of Wales, Aberystwyth
- Rephann, T. J.–Isserman, A. M. (1994): New Highways as Economic Development Tools: An Evaluation Using Quasi-Experimental Matching Methods. In: Regional Science and Urban Economics, Vol. 24, No.6., pp. 723–751.
- Rietveld, P.–Bruinsma, F. (1998): Road infrastructure, productivity, employment and social cohesion in Europe. Faculty of Economics, Vrije Universiteit, Amsterdam
- Schürmann, C.–Talaat, A. (2000): Towards a European Peripherality Index. Final Report. Report for General Directorate XVI. Regional Policy of the European Commission. Institut für Raumplanung, Dortmund p. 48.
- Schürmann, C.–Spikermann, K.–Wegener, M. (1997): Accessibility indicators: Model and Report. SASI Deliverable D5. Institut für Raumplanung, Universität Dortmund
- Simma, A.,–M. Vrtic–K.W. Axhausen (2001) Interactions of travel behaviour, accessibility and personal characteristics: The Case of Upper Austria, presentation, European Transport Conference, Cambridge, September 2001.
- Simon, D. (1987): Spanning muddy waters: The Huber Bridge and the regional development. In: Regional Studies, Vol. 21, pp. 25–36.
- Spikermann, K.–Aalbu, H. (2004): Nordic Peripherality in Europe. Nordregio, Stockholm, p. 38.
- Spikermann, K.–Neubauer, J. (2002): European Accessibility and Peripherality: Concepts, Models and Indicators. Nordregio, Stockholm, p. 46.
- Tóth, G. (2005): Az autópályák szerepe a regionális folyamatokban, KSH Budapest, p. 128.
- Vickerman, R. W. (1991a) Introduction. In: Vickerman, R. W. (ed.): Infrastructure and Regional Development, London, Pion, 1-8
- Vickerman, R. W. (1991b) Other regions' infrastructure in a region's development. In: Vickerman, R.W. (ed.) Infrastructure and Regional Development, London, Pion, 61-74



# BÉKÉS MEGYE HOSSZÚ TÁVÚ KÖZÚTHÁLÓZAT-FEJLESZTÉSI TERVÉNEK KORSZERŰSÉGI FELÜLVIZSGÁLATA

DEVECSERI GABRIELLA<sup>1</sup> – ERCSÉNYI BALÁZS<sup>2</sup> – SCHUCHMANN GÁBOR<sup>3</sup>

## 1. ELŐZMÉNYEK

Békés Megye hosszú távú országos közúthálózat-fejlesztési tervének utolsó változata 2000-ben készült el. Ezen terv elkészítése óta eltelt öt év alatt olyan mértékű változások következtek be az ország és a megye életében, melyek következtében a tárgyi közúthálózat-fejlesztési terv teljes átdolgozása, korszerűsítése vált szükségessé, melyet a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Út és Vasútépítési Tanszéke készített el.

## 2. A JELENLEGI HELYZET ISMERTETÉSE

Minden ország és térség (régió) által célul kitűzött gazdasági és társadalmi felzárkózás, felemelkedés és fejlődés alapja a minél magasabb színvonalú elérhetőség. Az elérhetőség komplex fogalma magába foglalja az áru- és személymozgások megfelelő színvonalon történő megvalósulásának lehetőségét. Ugyanakkor az elérhetőség színvonala a szükséges minőségi ismérveken kívül megfelelő mennyiségi, kapacitás lehetőséget is kell, hogy tartalmazzon.

Ennek a szükségszerűségnek a felismerése jellemző az elmúlt néhány év időszakában a magyarországi gazdasági és társadalmi fejlesztési koncepciókban. Az elfogadott tervezési-statisztikai régiók rendszere, valamint a korábban is készült, és azóta is folyamatosan korszerűsített megyei fejlesztési koncepciók mindegyike első helyre sorolja a saját térségének, illetve kistérségeinek minél magasabb színvonalú elérhetőségét. A közlekedési elérhetőségen belül is kiemelt szerepet szánunk a közúti és hangsúlyozottan a gyorsforgalmi utakon történő elérhetőségnek.

Békés megye elhelyezkedése országos szinten nem mondható kedvezőnek, azonban helyzetét regionális szinten vizsgálva egy sokkal kedvezőbb kép látszik róla kialakulni. A Dél-Alföldi régió három megyéjének (Bács-Kiskun, Csongrád, Békés) székhelyei érdekes háromszöget alkotnak. E háromszög csúcspontjainak mindegyike (Kecskemét, Szeged, Békéscsaba) valamilyen szempontból központi szerepet tölt be a régióban. Szeged gazdasági, infrastrukturális szempontból a régió központja, Kecskemét Budapesthez való közelsége miatt tölt be fontos szerepet, míg Békéscsaba a határon átnyúló kapcsolatok, a Budapest, Debrecen, Romániában Arad, Temesvár, Nagyvárad kör közepén való elhelyezkedés miatt érdemel kiemelt figyelmet.

Békés megye megközelíthetőségének javítása, a közlekedési szolgáltatások színvonalának emelése elengedhetetlen kívánalom a román kapcsolatok, határ menti együttműködések szempontjából is. Az Európai Unió 2004-es bővítését követően a magyar-horvát, a magyar-szerb, a magyar-román valamint a magyar-ukrán határvonal az EU külső határává vált. Ez a teljes határvonal mintegy 49 %-át foglalja magába. A külső határvonalak egységes státusza az Európai Unió további bővítésével, vélhetően 2007-ben megváltozik.

## 3. FEJLESZTÉSI KONCEPCIÓK ISMERTETÉSE

### 3.1A közúthálózat fejlesztésére vonatkozó jogszabályi háttér ismertetése

A közúthálózat fejlesztésének tervezéskor az alábbiak jogszabályokra, törvényi előírásokra kellett tekintettel lenni:

- Magyarország 2004. május 1-i Európai Unióhoz való csatlakozását megelőzően az Európai Közösség 1260/1999-es, a strukturális alapokról szóló általános rendeletének megfelelően a támogatások igénybevételének feltételeként el kellett, hogy készítse a fejlesztési célokat és prioritásokat tartalmazó Nemzeti Fejlesztési Tervet. Ez a terv a Magyar Köztársaság kormányának nemzeti stratégiai dokumentuma.
- 2003. évi XXVI. törvény az Országos Területrendezési Tervről. A törvény célja, hogy meghatározza az ország egyes térségei terület-felhasználásának feltételeit, a műszaki infrastrukturális hálózatok összehangolt térbeli rendjét, tekintettel a fenntartható fejlődésre, valamint a területi, táji, természeti, ökológiai és kulturális adottságok, értékek megőrzése, illetve erőforrások védelmére.
- A Békés Megyei Területrendezési Terv az Országos Területrendezési Terv és közlekedési szakági koncepciók figyelembevételével, azokat a megyei terv léptékének megfelelően pontosítva és a megyei jelentőségű hálózatokkal, illetve létesítményekkel kiegészítve tesz javaslatot a fejlesztési főirányokra.
- A Kormány az 1076/2004. (VII.22) rendeletében hangsúlyozta a regionális tervezés fontosságát és előírta, hogy a régiók az ágazatokkal egyenrangú félként vesznek részt a tervezésben. Ennek köszönhetően készült el a Dél-Alföldi régió fejlesztési koncepciója.
- A közlekedési infrastruktúra fejlesztése szerves és elkülöníthetetlen része az „Országos Területfejlesztési Koncepciónak”, melyet a Magyar Köztársaság Országgyűlése a 35/1998. (III.20.) OGY határozatával hagyott jóvá. A koncepciónak az ország egészére vonatkozó irányelvei között szerepel a társadalmi, gazdasági és környezeti céloknak megfelelő térbeli szerkezet kialakítása, az ország térszerkezete, településrendszere harmonikus fejlődésének elősegítése.
- 126/2005 (IV.21.) KT. Sz. hat., amely tartalmazza a Dél-Alföldi Régió fejlesztési stratégiájának véleményezését.
- A Kormány 1067/2005 (VI. 30.) Korm. Határozata, amely tartalmazza az EU támogatásra számot tartó, 2007. évi kezdésre ütemezett nagyprojektek előkészítésének költségvetési támogatásairól szóló információkat.

Ezekon kívül a fejlesztés során célszerű tekintettel lenni az

<sup>1</sup> Okl. építőmérnök, doktorandusz hallgató, BME Út és Vasútépítési Tanszék, devecseri@uvt.bme.hu

<sup>2</sup> Okl. építőmérnök, doktorandusz hallgató, BME Út és Vasútépítési Tanszék, ercsenyi@uvt.bme.hu

<sup>3</sup> Okl. építőmérnök, egyetemi adjunktus, BME Út és Vasútépítési Tanszék, schuchmann@uvt.bme.hu

Útgyazdálkodási és Koordinációs Igazgatóság megbízásából 2004. decemberében elkészült, „Az Európai Unióhoz történő csatlakozás utáni külső határvonalakon a közúti átkelési lehetőségek sűrítésének vizsgálata” című tanulmánya.

#### 4. A KÖZÚTHÁLÓZAT-FEJLESZTÉSI TERV ISMERTETÉSE

##### 4.1 Fejlesztési elképzelések

A terület felzárkóztatásának és a gazdaságon keresztül a társadalmi feszültségek csökkentésének egyik alapfeltétele az infrastruktúra fejlesztése, és azon belül is elsősorban a gyorsforgalmi úthálózat kiépítése, a főúthálózat fejlesztése, az elzárt települések hálózatba való bekapcsolása. Az utazási idők és a környezetszennyezés csökkentése érdekében fontos a településeket elkerülő utak kiépítése. Mivel a helyi és nemzetközi érdekek szinte teljes körűen egybeesnek, ezek együttes értelmében szükséges a régiós kapcsolatok fejlesztése, azaz a határátkelők megnyitása, valamint a kerékpárút hálózat határon túlra való kiterjesztése.

A részletes értékelés és műszaki elemzés eredményeit figyelembe véve a tanulmány fejlesztési javaslatok a következők voltak:

##### 4.1.1 Gyorsforgalmi utak

A főúthálózat fejlesztésénél alapelvünk volt, hogy a fő közlekedési folyosókon megfelelő színvonalú első- és másodrendű főutak épüljenek, hiszen ezeknek a gyorsforgalmi utak megépítése vagy ennek elmaradása esetén is nagyon fontos forgalomelosztó szerepük van a közúthálózat hierarchiájában. A regionális közúti kapcsolatok közül a Budapest, Kecskemét és Szeged felé vezető nyomvonalak ígérkeznek megfelelő színvonalúnak, azonban a Debrecen, Nagyszalonta, Kiszjenő és Arad felé vezetőket nem. Ezen próbál javítani a közúthálózat-fejlesztési javaslat.

Az **M44** gyorsforgalmi út tervezett szakasza az ország középső és délkeleti szektorát kötné össze egymással, illetve Romániával, amely révén a kelet felé irányuló nemzetközi tranzit forgalom lebonyolításában játszana fontos szerepet. Az **M44** gyorsforgalmi út három megye (Bács-Kiskun, Békés, Jász-Nagykun-Szolnok), számos jelentősebb nagyváros, valamint több kisebb település között teremtené kapcsolatot. Nagy távban az **M8** autópálya felé (Ausztria, Szlovákia) biztosítana jó kapcsolatot.

Az **M47** gyorsforgalmi út tervezett szakasza Magyarország északi és déli szektorjának összeköttetésében, illetve az egyre növekvő kelet felé irányuló nemzetközi tranzitforgalom lebonyolításában játszik szerepet. Négy megyét (Békés, Csongrád, Hajdú-Bihar, Szabolcs-Szatmár-Bereg) érint a főút, továbbá kapcsolatot létesít számos jelentősebb nagyváros (Békéscsaba, Debrecen, Nyíregyháza, Orosháza, Szeged) és több kisebb település között. Nagy távban a kiépítendő **M9** gyorsforgalmi út felé (Ausztria, Szlovénia, Horvátország, Jugoszlávia, Románia), valamint az **M3** és **M4** autópálya felé (Románia, Ukrajna, Szlovákia) biztosítana jó kapcsolatot.

##### 4.1.2 Főutak

##### 4.1.2.1 Főúthálózat elemei

Békés megye meglévő főúthálózati eleme a **44. sz.** főút Kecskemét – Békéscsaba – Gyula (Románia) viszonylat. Ezen módosítást nem javasolunk.

A Törökszentmiklós – Mezőtúr – Gyomaendrőd viszonylatot javasoljuk kiemelt főúttá fejleszteni, továbbá ennek, a **46. sz.** főútnak a meghosszabbítását javasoljuk Mezőberény – Békés

– Doboz – Sarkad – Méhkerék (Románia) irányban, így mind az **M4** autópálya, mind Románia irányában kedvező közúti kapcsolat alakítható ki. (A **46. sz.** főút, nagy távlatban **M46** gyorsforgalmi úttá fejleszthető.)

A **47. sz.** főút: a **4. sz.** főút Debrecen – Békéscsaba – Szeged viszonylat meghosszabbítását javasoljuk Békéscsaba – Sarkad – Nagyszalonta irányban, amely révén kedvező közúti kapcsolat alakítható ki Románia felé.

**443. sz.** főút Szarvas – 46. sz. főút Gyomaendrőd kapcsolaton nem javasolunk módosítást.

##### 4.1.2.2 Új főúti kapcsolatok

Új főúti kapcsolat kialakítását javasoljuk a **Kisújszállás – Túrkeve – Mezőtúr – Szarvas** viszonylatban, ezáltal egy regionális jelentőségű észak-déli kapcsolat jönne létre az **M4** és **M44** gyorsforgalmi utak, vagy az **M4** gyorsforgalmi út és a **44. sz.** főút között.

Ezt a kedvező kapcsolatot tovább vezetve a **Szarvas – Orosháza – Mezőkovácsháza – Battonya (Románia)** irányba az észak-déli kapcsolat teljessé tehető, továbbá kedvező kapcsolat alakítható ki Románia irányába.

A **Szentes – Orosháza** kapcsolat főúttá történő fejlesztésével Békés és Csongrád megye között egy regionális jelentőségű főúti kapcsolat jönne létre.

Észak – Békés fejlődését segítheti a **Karcag – Füzesgyarmat – 47. sz. főút Szeghalom** irányú kapcsolat, mely az **M4** gyorsforgalmi úttal is összeköttetést biztosít.

Az **M44 Békéscsaba – Doboz** irányú kapcsolat a **47. sz.** és a **46. sz.** főút között teremthetne kapcsolatot. **46. sz.** főút meghosszabbításával együtt képezne kedvező kapcsolatot Románia felé.

A **Békéscsaba – Mezőberény** főúti kapcsolat létrehozásával Békést elkerülve valósulna meg a két telekülés közti észak – déli irányú összeköttetés.

Szintén a **46. sz.** főútból kiindulva javasolt megvalósítani egy **Doboz (46. sz. főút) – Gyula – Kiszjenő (Románia)** irányú főúti kapcsolatot.

Békés megye déli részének fejlesztése érdekében javasoljuk a **Békéscsaba – Újkígyós – Medgyesegyháza – Kunágota – Battonya – Arad (Románia)** viszonylat főúttá való fejlesztését. Ezáltal kedvező közúti kapcsolat alakítható ki Románia irányába, illetve az **M44**, **M47** gyorsforgalmi utak irányában.

Az iménti javaslat **alternatíváját** jelentheti a **Békéscsaba – Kétegyháza – Lökösháza – Kürtös – (Arad, Románia)** irányú kapcsolat a **120-as** vasúti fővonal mentén.

Észak – Békés nyugat - keleti irányú kapcsolatainak fejlesztése érdekében javasoljuk egy **Kisújszállás – Túrkeve – Dévaványa – Szeghalom - Körösnagybányás – Nagyváradi (Románia)** irányú főúthálózati elem létrehozását.

A nemzetközi határátkelőhelyekhez vezető utak főúttá történő átminősítése több hasznot is ígér. Ezen utak a határátkelőhelyek megközelíthetőségét, tranzitforgalmának jelentőségét, valamint a térségközpontok (Sarkad – Orosháza - Mezőkovácsháza) forgalmi helyzetét és a térség belső kohézióját is javítja.

Az **M44**, **M47** gyorsforgalmi utak megépítésével a **44-es** és **47-es sz.** főutak átkelési szakaszainak elkerülése megoldódik.

##### 4.1.2.3 Főút korrekciók

A **46. sz.** főút **Gyomaendrőd** nyugati elkerülésével a belterület tehermentesítése történhetne meg. Az elkerülő úton épülő új híd tehermentesítené az **Endrődi Hármaskörös** hidat is.

A **46. sz.** főút mentén javasoljuk **Mezőberény** nyugati elkerülését a belterület tehermentesítése érdekében.

A **47. sz.** főút Orosháza elkerülésének befejezése fontos lenne, ugyanis az M47 –es gyorsforgalmi út megépülése belterület tehermentesítését nem teszi lehetővé, jelenleg az elkerülő út a belvárosba köt vissza.

A **47. sz.** főút mentén javasoljuk a belterület tehermentesítése érdekében Csorvás elkerülését.

Javasoljuk **Gyulát** északról elkerülni.

Nagy távlatban javasoljuk Szarvas keleti, Nagyszénás nyugati, Kaszaper nyugati és Battonya északi elkerülő útjainak kiépítését.

#### 4.1.3 Mellékúthálózat

A mellékúthálózat fejlesztésének célja hármas: a hálózat javítása, az átkelési szakaszok kiváltása és a zsáktelepülések második bekötőúttal való ellátása.

##### 4.1.3.1 Térségi jelentőségű mellékutak

A mellékúthálózati elemek fejlesztése azért fontos, mert a főúthálózati elemek fejlesztésének elmaradása esetén is a jó minőségű burkolattal ellátott, jól strukturált mellékúthálózat kelő színvonalon tudja biztosítani a térség átjárhatóságát.

Észak - Békés számára kedvező nyugat - kelet irányú mellékúti kapcsolat alakítható ki a **Gyomaendrőd – Körösladány – Vésztő – Okány – Zsadány- Körösnagyharsány – Nagyvárad (Románia)** útvonalon, amely kapcsolatot biztosít Románia felé is. Szintén észak - Békés fejlődését szolgálná a **Békés – Tarhos – Sarkadkeresztúr – Méhkerék (országhatár)** mellékúthálózati kapcsolat. Hálózat javító funkciót tölthet be a Békés megyét Hajdú – Bihar megyével összekötő **Püspökladány – Füzesgyarmat** mellékúthálózati kapcsolat.

Észak - Békés észak – dél irányú kapcsolatát javítaná a **Szeghalom – Vésztő – Doboz – 46. sz.** főút viszonylat, melynek folytatása a Doboz – Gyula szakasz, az új főúti kapcsolatoknál szerepel. A megye haránt irányú kapcsolatát jelentené a **Komádi – Zsadány – Sarkadkeresztúr – Sarkad – Gyula – Elek – Lőkősháza – Dombegyház – Battonya – Mezőhegyes – Makó** viszonylat, mely több kistérséget is érint.

A Békés megyei Területrendezési Tervben szereplő Székkutas – Tótkomlós kapcsolatot a tanulmány javasolj kiegészíteni a Tótkomlós – Mezőkovácsháza – Kunágota szakasszal, így létrejönne egy **47. sz. főút Székkutas – Tótkomlós – Mezőkovácsháza – Kunágota** mellékúthálózati kapcsolat. Dél Békés fejlődését segítené a **Gyula – Kétegyháza – Medgyesegyháza – Mezőkovácsháza – Mezőhegyes** kapcsolat.

Kedvező kapcsolatot lehet kialakítani Románia irányába a **Békéscsaba – Kétegyháza – Elek** mellékúthálózati elem fejlesztésével. Dél Békés nyugat – kelet irányú kapcsolatát jelentené az (Orosháza -) **Tótkomlós – Mezőhegyes** kapcsolat. Szintén dél Békés nyugat – kelet irányú kapcsolatait bővítené az **Orosháza – Csanádapáca – Medgyesegyháza – Kevertes** irányú mellékúthálózat fejlesztése.

A terv javasolja a **Szentes – Gádoros – Nagyszénás – Kétsoprony (M44)** viszonylat kialakítását. Nyugat Békés észak – dél irányú kapcsolatit erősítené a **Gyomaendrőd – Kondoros – Csorvás – Csanádapáca** viszonylat fejlesztése. Csongrád megye és Békés megye között kedvező kapcsolat alakítható ki az **Orosháza – Tótkomlós – Makó** irányú mellékút fejlesztésével.

##### 4.1.3.2 Zsáktelepülések második bekötő útja

Békés megye mintegy 15 %-át teszik ki az ún. zsáktelepülések, melyek csak bekötőútról közelíthetők meg. Ezen települések megközelítése megnehezedhet, vagy lehetetlenné válhat bizonyos nem várt események esetén (árvíz, baleset). A zsáktelepülések esetén a cél az, hogy minden zsáktelepülés átjárhatóvá váljon, ami a menetrend szerinti autóbussz-járatok szervezése szempontjából is rendkívül előnyös (menetidő-csökkenés!).

**Kötegyán** elsősorban Sarkad várossal, ezen keresztül a megyeszékhellyel, az országgal kerülne kedvezőbb kapcsolatba. **Mezőgyán Újszalontával** való összekötése a határmenti térség többi települését is kedvező kapcsolattal látná el Sarkad várossal, a kistérség regionális központjával. Újszalonta pedig az Észak-békési kistérséghez kapna jobb kapcsolatot. **Gerla** új bekötő útja Békéscsaba és Gyula irányába adna jó összeköttetést a település számára.

**Pusztaozlaka** Gyulával, mint a megye jelentős egészségügyi, kulturális és oktatási központjával kerülhet kedvező kapcsolatba. **Bánkút** új bekötő útja által rövidebb idő úton juthatnának el a megyeszékhelyre az ott élők. **Békéssámson** esetében a bekötőút, összekötő úttá alakítható. A Dél-békési településhez a legközelebbi kereskedelmi és oktatási központ Makó, ezzel teremtené meg a közvetlenebb kapcsolatot.

**Dénesmajor** második bekötőútjának kiépítése a Dénesmajor – Keményfok kapcsolat révén határátkelőként is szolgálhatna. **Tompapuszta** második bekötőútja révén közelebb kerülne a megye belső részéhez, továbbá a közigazgatási központjához Battonyához is jobb és rövidebb úton, valamint egy vasúti átjáró kiküszöbölésével juthatnának el az itt lakók. **Körösnagyharsány** esetében a település zsák jellege úgy szűnhet meg, ha Románia felé, határnyitással a jelenlegi bekötőút összekötő úttá válna.

**Geszt** szintén Románia felé történő határnyitással, a jelenlegi bekötőút összekötő úttá való alakításával szüntethetné meg zsák jellegét. Hajdú – Bihar megyében található **Dobaipuszta** második bekötőúttal való ellátása révén a település Békés megyén keresztül kaphat kedvező kapcsolatot Románia irányába.

A mellékutak kiépítésével az úthálózati kapcsolatok javulnak, kedvezőbbé válnak az utazási feltételek, csökken a környezeti ártalom. A fejlesztések eredményeként javul a gazdaságilag elmaradott térségekben az alapellátás, a munkavállalás lehetősége. Ez adott területen hozzájárul a népesség megtartó erő növekedéséhez. A zsáktelepülések bekötő útjainak kiépítésében a prioritási sorrendet az érintett lakosok száma határozhatja meg, bár valójában az önkormányzatok anyagi forrásai jelentik az építési korlátot.

##### 4.1.3.3 Hiányzó mellékúti kapcsolatok

A hálózat javítását célzó fejlesztések esetén a megyében a kiépített utak által határolt területek (sejtek) közül a hosszúkás vagy túlzottan nagy területek új úttal való kettévágása tűnik célravezető megoldásnak. Ilyenek az Ecsegfalva – Bucsa, a Kertésziget – Szerép (Hajdú - Bihar megye), a Dévaványa – Kertésziget, a Kondoros – Eperjes (Csongrád megye) és a Tompapuszta – 4443. és 4444. sz. utak.

##### 4.1.3.4 Szélesítendő utak

A megyében 9 olyan út található melyet szélesíteni kell. A terv részletesen felsorolja ezeket

#### 4.1.3.5 A fenti kategóriákba be nem sorolt mellékutak

A fenti kategóriákba be nem sorolt mellékutak útállapot osztály függvényében újítandók fel.

#### 4.1.4 Határátkelő helyek

A megyében jelenleg három nemzetközi határátkelőhely működik: Gyula - Gyulavarsánd, Battonya - Tornya, Méhkerék – Nagyszalonta.

A Gyula - Gyulavarsánd átkelőhelyen nemzetközi személy- és teherforgalom is bonyolódik, azonban a battonyai és méhkeréki határátkelőhelyeken a teherforgalom lebonyolításának feltételeit még meg kell teremteni.

Három ideiglenes határátkelőhely is működik a megyében: Körösnagyharsány - Körösszeg, Elek - Ottlaka, valamint Dombegyház - Kisvarjas települések között. Az átkelőhelyeket állandósítani kellene, mert ez jelentősen javíthatná az elmaradott térségek fejlődését.

Új határátkelőhelyeknél a történelmi Magyarország szétromcsolt kapcsolatainak újrateremtése a leglogikusabb kiindulási alap, de ezeken túlmenően további új határátkelők nyitása is javasolt a határ menti kistérségek együttműködésének elősegítése érdekében.

Az általunk fejlesztésre javasolt határátkelő helyek az alábbiak: Körösnagyharsány – Körösszeg, Elek – Ottlaka, Battonya – Kispereg, Battonya – Ópécska, Dénesmajor – Keményfok, Köt egyán – Illye, Nagykamarás – Kisjenő, Dombegyház – Kisiratos, Dombegyház – Kisvarjas, Geszt – Cséffa, Madarász, Mezőhegyes – Németpereg

A határátkelő helyek európai szintű kialakításához szükséges az átkelőhelyekhez vezető, illetőleg az országhatárral párhuzamosan futó utak felújítása, korszerűsítése.

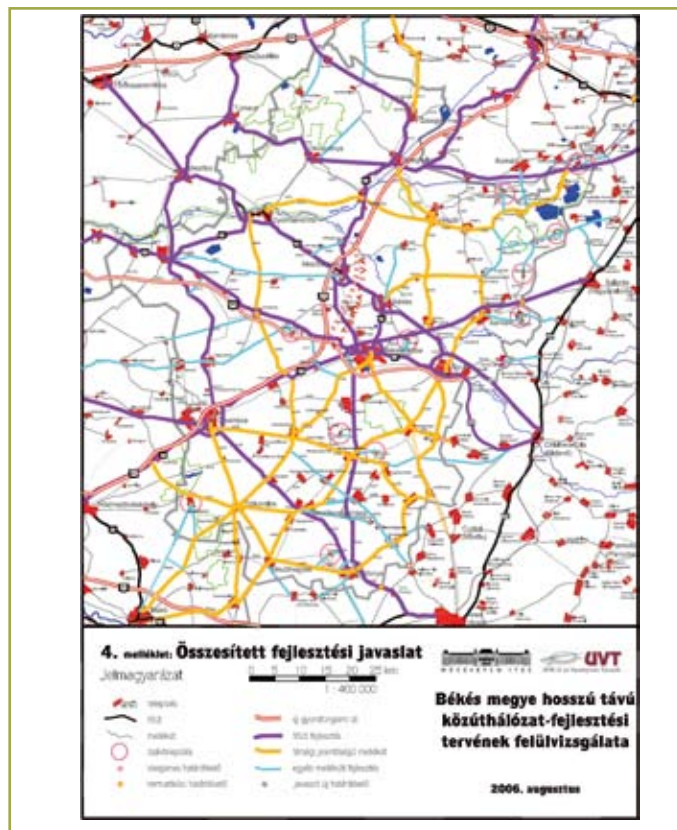
#### 4.1.5 Kerékpárút-hálózat

A kerékpározás társadalmi elfogadottsága mellett, a kerékpárforgalmi létesítmények, minél nagyobb mértékű megvalósításával, a kerékpáros közlekedéssel is igénybe vett csomópontok forgalomszabályozásának korszerűsítésével, a kerékpáros és gépjármű forgalom térbeni szétválasztásával a lehetséges baleseti veszély-helyzetek száma jelentősen csökkenthető. Ezzel indokolható legfőképpen, hogy az új kerékpárút építések ütemezésében elsősorban a nagy forgalmú belterületi csomópontok kiépítése, a meglévő szakaszok összekötése vagy kiegészítése a legsürgősebb feladat.

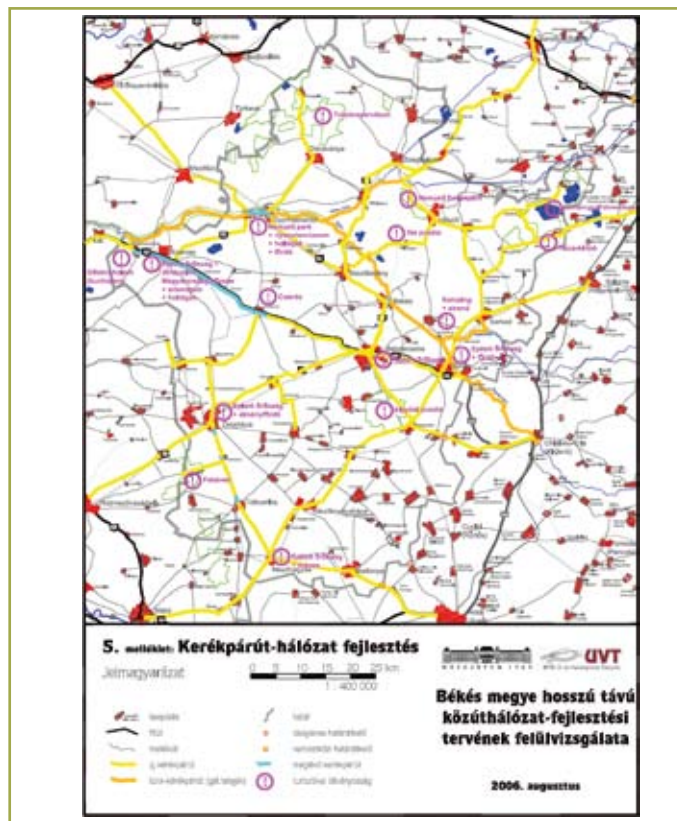
A hazai és nemzetközi kerékpáros turizmus örvendően növekedése jellemzi a térséget, így a túra-kerékpárutak kijelölésének jelentősége egyre nő, ahogy a gerinchálózati elemek fokozatosan kiépülnek a megye turisztikai látványosságai felé. A megyében az eddig megépült kerékpárutak döntő többsége a települések belterületén, főleg a nagy forgalmú országos közúti átkelési szakaszok mellett található. A határ menti kapcsolatok erősítése, valamint a turizmus fejlesztése érdekében tanácsos a kerékpárutak átvezetése Románia területére.

A fejlesztési javaslat kidolgozásánál a területfejlesztési tervekhez illeszkedő kerékpáros régiók kialakítása is fontos feltétel volt.

Ahhoz, hogy a kerékpárutak a csatlakozó kisebb forgalmú közutakkal együtt, a napi közlekedésben jól működő, „kerékpározható” helyi hálózatot alkossanak, a fejlesztéseket az 1. és 2. ábrán látható térképek szerint javasoljuk kialakítani.



1. ábra: Összesített fejlesztési javaslat



2. ábra: Kerékpárúthálózat-fejlesztési javaslat

#### 4.1.6 Révátkelők

Békés megyében a Körösökön két révátelőhely található: Doboz és Szanazug (személy és kerékpáros forgalom lebonyolítására), valamint Mezőtúr és Szarvas között (személy, kerékpár, személygépjármű, tehergépjármű forgalom lebonyolítására). Az országos hálózati jelentőségű mellékút-fejlesztési terv a

Mezőtúr - Szarvas kapcsolatot Körös-híd építésével javasolja fejleszteni.

#### 4.1.7 Hidak

A megyében 90 közúti híd található. Ebből 29 nem felel meg szélesség, és 12 nem felel meg teherbírás szempontjából a követelményeknek, 6 híd nem felel meg sem teherbírás, sem szélesség szempontjából.

A gyorsforgalmi út közötti történő keresztezése miatt szükséges felüljárók építését (a csomópontok bizonytalan volta miatt) jelen tanulmányban nem szerepeltetjük.

A hidak korszerűsítése illetve átépítésének eredményeként az érintett útszakaszokon megszűnik a forgalom akadályoztatása és korlátozása, így a nehéz tehergépkocsik nem kényszerülnek kerülőútra, ami jelentős üzemanyag- és időmegtakarítást eredményez.

Az alábbi térségi jelentőségű új közúti hidakat javasoltuk:

**A Hármas – Körösön** Szarvas – Mezőtúr között (új főúton) és Gyomaendrőd elkerülésénél (46. sz. főúton). A **Kettős – Körösön** Mezőberénynél (M47 gyorsforgalmi úton) és Doboznál (az új 46. sz. főúton). A **Sebes – Körösön** Szeghalomnál (M47 gyorsforgalmi úton). A **Fekete – Körösön** Gyulánál (4219. j. úton, meglévő helyett). A **Fehér – Körösön** Gyulánál (északi elkerülőnél).

#### 4.1.8 Vasúti keresztezések

2000-ben a megyében közút és vasút keresztezésében 1 halálos baleset, valamint 1 könnyű sérüléssel járó baleset történt. 2004-ben 3 baleset került rögzítésre: 1 halálos, 1 súlyos sérüléssel járó és 1 könnyű sérüléssel járó baleset történt szintbeni vasúti átjáróban.

A Békés megye területén található 69 közúti-vasúti keresztezés közül 65 jelenleg szintbeni. Csak Békéscsaba és Orosháza területén található külön szintű kialakítás. A főutak és a vasúti törzshálózat, ill. fővonalak szintbeni keresztezéseit ki kell küszöbölni, vagy nyomvonalkorrekciókkal, vagy közúti felüljárók építésével. A szintbeni keresztezéseknél a legveszélyesebbek azok, amelyeknél a közút és a vasút forgalma is jelentős. Amennyiben a 120-as számú vasúti fővonal kiépül 160 km/h sebességre, akkor vasúti előírások miatt is elkerülhetetlen a külön szintű keresztezések létesítése a meglévő szintbeniek helyett.

A terv gyorsforgalmi utakon 8 db, főutakon 8 db, térségi jelentőségű mellékutakon 6 db Külön szintben kialakítandó közúti-vasúti kereszteződést javasol.

#### 4.1.9 Csomópontok

Új, teljesen külön szintű csomóponti keresztezésekre kell számítani az M44, M47 gyorsforgalmi utak keresztezésében, részben szintbeniekre a gyorsforgalmi utak és a főutak keresztezésében (M44 út esetében 5 db, M47 út esetében 7 db csomóponttal).

A gyorsforgalmi utak és a mellékutak keresztezésekor forgalmi vizsgálatok eredményei függvényében, egyedileg kell dönteni a csomópontok kialakításának módjáról. A főutak egymással alkotott keresztezései esetében, a főutak elkerülő szakaszánál a városkapu funkció betöltése érdekében körforgalom kialakítása indokolt lehet, amelyet a várható forgalomáramlási viszonyok tisztázásával is indokolni szükséges.

A főutak és kiemelt mellékutak keresztezéseiben többségében hagyományos, járműosztályozóval kialakított csomópontok tervezendők. A kiemelt mellékutak keresztezéseiben szintbeni csomópontok tervezendők egyedi kialakítással.

**Továbbá számolni kell új fő- illetve mellékhálózati elemek építése esetén főutak egymással alkotott keresztezéseivel, főutak mellékúttal alkotott kereszteződéseivel valamint a mellékutak egymással alkotott keresztezéseivel.**

Az új csomópontok építési költségei a főhálózati elemek fejlesztésénél beépítésre kerültek.

Meglévő csomópontok esetében szükséges lehet az úthálózati szerepkör és/vagy a forgalom nagyság jelentős változása, esetleg a forgalombiztonsági helyzet romlása miatti átépítés.

A fejlesztési javaslatok megvalósítási sorrendje számos tényezőtől függ. Jelen tanulmány gazdaságossági szempontból tesz objektív javaslatot az egyes létesítmények megvalósítási sorrendjére. A sorrend felállításakor a létesítmények egyes szakaszaiban lebonnyoló forgalom, a burkolat állapota, az adott szakaszok baleseti mutatói illetve a fejlesztési elem térség fejlesztő hatásának mértéke került figyelembe vételre.

Meg kell jegyeznünk, hogy a sorrend, a műszaki eredmények alapján képzett rangsort képviseli, amely akkor mérvadó, ha a beruházásokat a központi költségvetésből végzik majd. Azonban, ha a térség, illetve az önkormányzatok egyéb forrást találnak, akkor a sorrend módosulhat.

Meg kell jegyezni továbbá, hogy a bekötő utak az esetek többségében soha nem lesznek hatékonyak, mivel ezeket nem nagy forgalom lebonyolítása érdekében hozzák létre, hanem szociális szempontból fontosak.

#### Irodalom

- [1] Békés megye hosszú távú országos közúthálózat-fejlesztési terve 2006.
- [2] Békés megye hosszú távú országos közúthálózat-fejlesztési terve 2000.
- [3] Békés megye Területrendezési Terve 2004.
- [4] Dél-Alföldi Régió Területfejlesztési Konceptiója 1999.
- [5] Az Európai Unióhoz történő csatlakozás utáni külső határvonalakon a közúti átkelési lehetőségek sűrítésének vizsgálata 2004.
- [6] Békés megye Statisztikai Évkönyve, KSH 2004.
- [7] 2003. évi XXVI. Törvény Az Országos Területrendezési Tervről
- [8] Nemzeti Fejlesztési Terv 2003.
- [9] Békés megye Területfejlesztési Konceptiója
- [10] A Kormány 1067/2005. (VI.30.) Korm. Határozata
- [11] 126/205. (IV.21.) KT.sz. Határozat
- [12] Hídkorszerűsítési s hídfelújítási javaslat 2005-től

#### Summary

##### Revision of the long-term road network development plan of Békés county

The previous version of the plan was completed in 2000. Due to changes in concepts, a new plan was commissioned recently. The paper describes the planning process and results. Three main priorities are proposed: 1) reconstruction of the secondary road network which is in an awful condition, 2) establishing missing main road links, and 3) construction of second access roads to villages in cul-de-sacs.

### Az USA Közlekedési Kutatási Tanácsa (Transportation Research Board, TRB) 85. éves konferenciája

Washington DC, 2006. január 22-26.

A TRB 85. éves konferencia (85th Annual Meeting) 5 napja alatt feszített programmal számos párhuzamos szekcióülést tartottak. Több mint 500 szekcióülésen több mint 2000 előadás hangzott el. A program naponta reggel 8 órától este 9 óra 30 percig tartott. Az előadások mellett poszter szekciókra és szakmai kiállításra is sor került. A hatékony szervezés lehetőséget adott arra, hogy az 55 országból érkezett több mint 9 ezer résztvevő mindig az érdeklődésének legjobban megfelelő téma megbeszélésén vegyen részt. Január 24-én délután a „Hajlékony burkolatok tervezése és hideg helyszíni újrahasznosítás” szekcióban dr. Gulyás András, dr. Boromisza Tibor és dr. Töröcsik Frigyes elfogadott poszter előadással szerepelt „A hideg helyszíni újrahasznosítás tapasztalatai Magyarországon” (Experience of Cold In-Place Recycling in Hungary) címmel. A poszter előadást számos érdeklődő tekintette meg, és több kérdést tettek fel a hazai technológiai gyakorlatot illetően. Az érdeklődő kollégák USA-beli, kanadai, német, szerb és horvát kutatók, tervezők, kivitelezők voltak. Az előadás megjelent a konferencia összes előadását tartalmazó CD-n, melyet minden résztvevő megkapott. Az alábbiakban a teljesség igénye nélkül közlünk néhányat az előadásokon elhangzott hasznosítható gondolatok közül.

A szakirányításban használatos adatok jobban segítsék a döntéseket, mint jelenleg. Az ösztönös döntéshozás helyett több, megbízhatóbb adatra kellene támaszkodni. Az adatokat le kell fordítani az úthasználók nyelvére. Az üzemeltetés és irányítás valós idejű adatcseréje fontos, de nem szükséges mindent integrálni. Célszerű az alapvető üzleti folyamatokkal kezdeni, a megfelelő idő biztosításával, pl. az SAP teljes körű bevezetése Pennsylvania államban 2,5 évet igényelt. Tudásra és ismeretekre van szükség, nem több adatra. A meglévő adatokból jobb információ nyerhető, ha azok között kapcsolatot létesítünk. Fontos az emberi erőforrás értékelése és értékének figyelembevétele. Az adatgyűjtés vállalkozásba adásakor figyelni kell a kezdeti tesztesésre, a megbízói minőségbiztosításra és minőségellenőrzésre. Az adatok legyenek konzisztensek, teljes körűek, egyértelműek, értelmesek, és elfogadható határértékek közé eszenek.

Az angol gyakorlat szerint a teljesítménymutatók terén kevesebb, de szabványosított mutató használata indokolt. Az Egyesült Királyságban 2006-tól 15 mutatót alkalmaznak, melyek felölelik a

vagyongazdálkodást, a környezeti hatásokat, az elérhetőséget és a biztonságot. A mutatók értékelésétől függ a finanszírozás, a változás lehetséges mértéke  $\pm 25\%$ . Japánban 17 teljesítménymutató jellemzi a szakirányítás működését, melyek eredmény-orientáltak, és közvetlen kapcsolatban állnak a finanszírozással. Nagy építési projektek kivitelezése során fontos az építetői minőségellenőrzés. Az építetői minőségvizsgálat mértéke a vállalkozói minőségtanúsítás mennyiségének 10%-a. Az útburkolatok teljes élettartamra történő költség-számítása legalább 25 évet fogjon át. Műtárgyak, hidak esetén ez az időszak 50 év is lehet. Rövidebb távon a belső megtérülési ráta, hosszabb távon a költségek és hasznok aránya a célszerűbb értékelési mutató.

Egy közelmúltbeli világbanki elemzés szerint az úthálózat automatikus gépi állapot-felvételének javasolt ciklusideje főutak esetén 1-2 év, mellékutakon 2-5 év ([www.road-management.info](http://www.road-management.info)). Az útfelületen mérhető repedések egységes leírására javasolják az egységes repedés index és a repedéstípus index használatát. Az automatikus gépi állapotmérések jól alkalmazhatók a hálózati szintű teljesítmény alapú vagyongazdálkodás segítésére. Fontos azonban a mérések minőségének ellenőrzése. Kézi hálózati állapotfelvétel esetén elegendőnek tartják a 10%-os mintavételt. Kanadában összehasonlították a hagyományosnak tekinthető lézeres, illetve ultrahangos, valamint az új típusú, képfeldolgozáson alapuló állapotmérési technológiákat. 3 szolgáltató mérőeszközével 37 db egyenként 1,5 km hosszú szakaszon 3-3 mérést végeztek. Az értékelés az egyenetlenségre, a nyomvályúkra és a felületi hibákra terjedt ki. A felületi hibák esetén jelentős különbségek adódtak, melyek az eltérő algoritmusokra és a szabványosítás hiányára vezethetők vissza. A képfeldolgozáson alapuló technológia ma még nem teljesen megbízható, ezért hálózati adatfelvételi alkalmazása nem javasolható.

Az új mechanikai alapú pályaszerkezet-tervezési útmutató az USA-ban a korábnál jóval több és részletesebb forgalmi és terhelési adatot igényel. A regionális alapadatokat cluster elemzéssel határozzák meg több államban. Mérőhelyenkénti adatokat csak jelentős teherforgalom (20% feletti arány) esetén érdemes használni. A legjobb megoldást az adatok elérhetőségét és a méretezési eredmények pontosságát tekintve a folyamatos járműosztályozás és az időszakos dinamikus tengelyterhelés (WIM) mérések kombinációja adja (ez megfelel a magyar gyakorlatnak).

G. A.



**I. helyezés** Mező Irén: „Vigyázz marha, jön a kanyar!”



**III. helyezés** Németh Zoltán: Konspiráció



**II. helyezés** Bakonyi Zoltán: Ráz?



**IV. helyezés** Hazafi Judit: Tour De Víz



**V. helyezés** Terebesi Zsuzsanna  
A részeg tábla

Decemberi lapszámunkban a közúti fotópályázat „Egyéb” kategória helyezettjeit mutatjuk be.

ÁRA | 300 FT

## REVUE OF ROADS AND CIVIL ENGINEERING

HUNGARIAN MONTHLY REVUE OF ROADS  
AND CIVIL ENGINEERING  
BUDAPEST

INDEX 25 572 ISSN 1419 0702

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

**SZERKESZTŐSÉG:** SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM,

KÖZLEKEDÉSÉPÍTÉSI ÉS TELEPÜLÉSMÉRNÖKI TANSZÉK

UNIVERSITAS-GYŐR KHT.

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

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

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

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

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

ELŐFIZETHETŐ VALAMENNYI POSTÁN, KÉZBESÍTŐKNÉL,

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

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: 06 80 444 444.

MEGJELENIK HAVONTA **600** PÉLDÁNYBAN.

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