

FELELŐS KIADÓ:

Szabó Zoltán (ÁKMI)

FELELŐS SZERKESZTŐ:

Dr. habil. Koren Csaba

SZERKESZTŐK:

Dr. Gulyás András

Rétháti András

Schulek János

Schulz Margit

Dr. Tóth-Szabó Zsuzsanna

LEKTORI TESTÜLET:

Apáthy Endre

Dr. Boromisza Tibor

Csordás Mihály

Dr. habil. Farkas József

Dr. habil. Fi István

Dr. habil. Gáspár László

Hórvölgyi Lajos

Huszár János

Jaczó Győző

Dr. Keleti Imre

Dr. habil. Mecsi József

Molnár László Aurél

Pallay Tibor

Dr. Pallós Imre

Regős Szilveszter

Dr. Rósa Dezső

Dr. Schváb János

Dr. Szakos Pál

Dr. habil. Szalai Kálmán

Tombor Sándor

Dr. Tóth Ernő

Varga Csaba

Veress Tibor

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

TARTALOM

2**Dr. habil. Jankó László**

Többtámaszúsított, előregyártott gerendás vasbeton hidak fejgerendáinak statikai viselkedéséről

7**Dr. Hajtó Ödön – Onderó Béla**

Előre gyártott beton közúti biztonsági korlátok

13**Bite Pálné dr. – Bite Pál**

A „stratégiai zajtérkép” és a „zajtérkép” értelmezése, az alkalmazási területek közötti különbségek

17**Dr. Jankó Domokos – Jákli Zoltán – Siska Tamás**

Forgalombiztonsági vizsgálat a 6. és a 65. sz. főút csomópontjában

27**Szilvágyi László – Schell Péter**

Az M0 útgyűrű Északi Duna-hídjának cölöp próbaterhelései

31**Karsai Mihály – Pirityi András**

A tengelyterhelés-mérő helyek felmérése és számítógépes kiértékelése

35**Nemzetközi Szemle****KÖZÚTI ÉS MÉLYÉPÍTÉSI SZEMLE**

Alapította a Közlekedéstudományi Egyesület.

A közlekedésépítési és mélyépítési szakterület mérnöki tudományos havi lapja.

Többtámaszúsított, előregyártott gerendás vasbeton hidak fejgerendáinak statikai viselkedéséről

Dr. habil. Jankó László¹

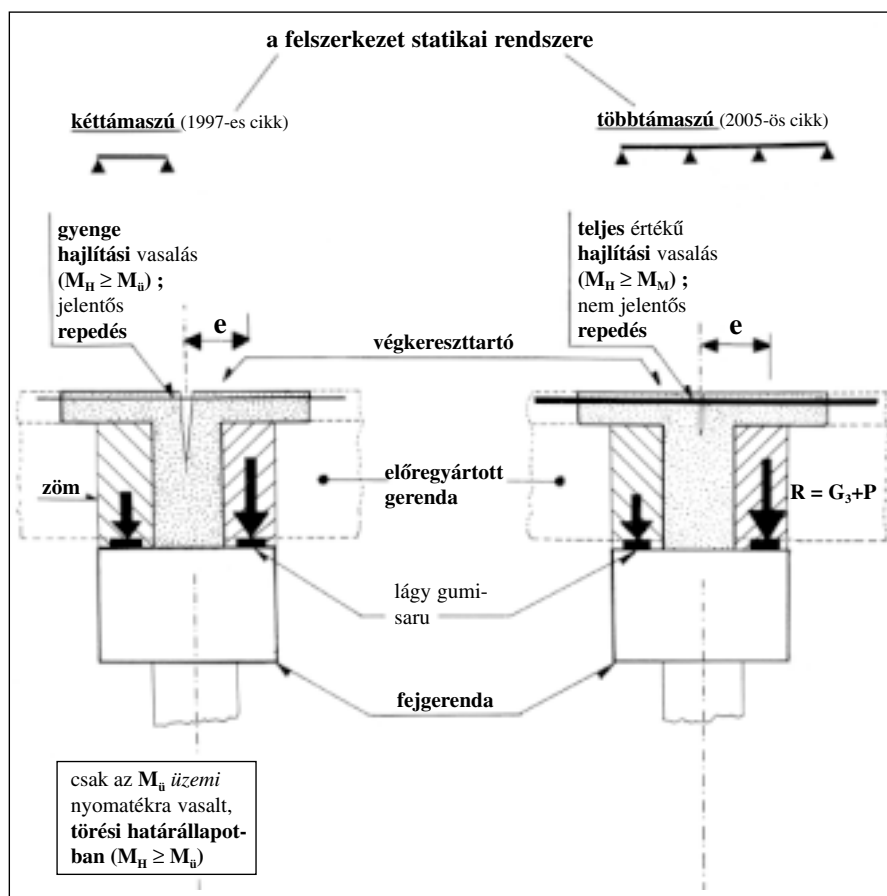
Bevezetés

A közúti vasbeton hídepítésben igen elterjedtek az előregyártott, előfeszített vasbeton gerendákból és helyszíni vasbeton lemezből álló együttműködő hídfelszerkezetek (EHGE, EHGT, EHGTM, ..., FCI, UBx, ..., ITG stb.).

Az [1] cikkben a **kéttámaszú** felszerkezetek statikai problémáival foglalkoztunk. Kitértünk arra is, hogy a különböző cégek akkor még eléggé eltérő módon értelmezték az *alépitményi szerkezetek* (fejgerendák, pillérek/oszlopok) erőjátékát. Egységesítő megoldási javaslatokkal is élünk. Azóta Magyarországon megjelentek a hazai tervezésű **többtámaszúsítható**, előregyártott, előfeszített hídgerendák is (ITG). Ezek alapján úgy láttuk, hogy meg kellene írnunk két fontos dolgot. Egyrészt azt, hogy az [1]-hez képest milyen változást jelent a többtámaszúsítás a fejgerenda erőjátékában, másrészt azt, hogy melyek a fejgerenda erőjátékával kapcsolatos újabb megállapításaink (pl. a csavarásról).

Tapasztalataink szerint a fejgerendáknak *nagy a betonacél igénye*, különösen a *kengyelezés* sűrű (egyidejű nyírás-csavarás + együttműköztetés + felfüggesztés). Ugyanakkor tudunk arról, hogy sok esetben a számottevően eltérő betonacél mennyiségek tényéhez nem *műszaki*, hanem szűken értelmezett *pénzügyi* szempontból közelítenek. Így aztán előfordul az is, hogy *eleve a kisebb* betonacél igényű megoldást tartják helyesnek, holott a kevesebb betonacél gyakran a *biztonság kárára* elkövetett közelítésekre, tévedésekre vezethető vissza.

A szükségesnél kisebb betonacél mennyiség következtében a legnagyobb kár abból származik, hogy a szerkezet *élettartama* jelentősen lerövidül. Mégpedig elsősorban korrózióállósági, tartóssági problémák miatt. Emellett nem kizárt a teherbírási tönkremenetel sem, már amennyiben a szerkezet valóban megkapja a mértékadó terheit. Tapasztalataink szerint a névleges A jelű mértékadó terhet a közúti hidak gyakorlatilag nem kapják meg. Ennek ellenére e sorok szerzője nem tartozik a gyakorlati élet azon apostolai közé, akik



1. ábra: Kéttámaszú és többtámaszú szerkezeti kialakítás

ezen az alapon szeretnék csökkenteni a fejgerendák vasmennyiségét.

Ma már gondolnunk kell arra is, hogy az EU-normák szerint mind a névleges terhek, mind a szükséges anyagmennyiségek meg fognak növekedni (a szerző még nem teljes vizsgálatait szerint is). Egyébiránt továbbra is az a véleményünk, hogy a vasbeton szerkezetek legkényesebb részeit a névlegesen szükségesnél valamivel nagyobb teherbírással kell tervezni. Ilyen fontos és kényes szerkezeti részek pl. a vasbeton *rövid konzolok* [4], amelyek állandóan sósóznak, füstgázos, savas levegőnek stb. vannak kitéve. Ezt a *gazdaságos túlméretezés* elvének hívjuk, hiszen az építmény (pl. híd) összköltségének mindössze néhány %-es megemelésével a híd élettartama évtizedekkel megnövekedhet, így tehát csekély többletberuházzal igen jelentős távlati költségeket takaríthatunk meg. Gondoljunk csak arra, hogy mit jelent egy előregyártott tartó kicserélése vagy egy fejgerenda rövid konzol megerősítése.

Ez a cikk nem a gazdaságos túlméretezésről szól. *Célunk* az, hogy a fejgerendák statikai vizsgálatainak fontosabb elemeit valóságghű modellek alapján, egységes rendszerbe foglaljuk össze. Most már a többtámaszúságot is figyelembe véve.

¹ Okl. építőmérnök, statikus szakfőmérnök, egyetemi magántanár, Főmterv Rt.; e-mail: I.janko@fomterv.hu

1. A fejgerendák számításáról

1.1 Általában

A fejgerendákkal kapcsolatosan az [1]-ben a következő fő statikai problémákat elemeztük:

- Milyen a fejgerendára leadódó reakcióerők eloszlása és nagysága?
- Milyen mértékű a csavarás?
- Építési állapot? Végleges állapot? Együttműködő keresztmetszet?
- Az elvégzendő szilárdsági számításokról. Beton- acél mennyiségek?
- Mekkora a fejgerenda tényleges teherbírása?
- Teherbírás és használhatóság hosszú távon (repedés-korlátozás, tartósság, élettartam). Gazdaságosság?

Mivel [1]-ben a felsorolt kérdésekre részletes válaszokat adtunk, a következőkben elsősorban a **többszámú** hatásával foglalkozunk, továbbá kitérünk néhány kiegészítésre (főleg a csavarással kapcsolatban). A kétféle és a többszámú szerkezeti kialakítás következményeivel az 1. ábrán foglalkozunk.

1.2. Hol adódik le az R reakcióerő a fejgerendára?

Ez az 1.1. pontbeli b) kérdés lényege. Másképpen fogalmazva: Hajlítással vagy/és csavarással adódik-e le az $R = G_3 + P$ reakcióerő?

1.2.a) **Kétféle** felszerkezet esetén az $R_M = G_{3M} + P_M$ mértékadó reakcióerő domináns része, az R_{saru} reakcióerő-rész (5., 6. ábra) a sarunál, azaz csavarással adódik le a fejgerendára. Ennek az okai:

I.) A támasznál a hajlítási hosszvasalás eleve gyenge.

Az önsúly 3. részének (G_3) és a hasznos tehernek (P) a szélső értékéből (M) elvileg $M_M(G_{3M} + P_M) = 0$ nagyságú mértékadó támasznyomaték lép fel.

Funkcionális okokból (a szigetelés, a burkolat stb. védelme) azonban a gyakorlatban az üzemi tehernek megfelelő $M_u(G_3 + P_u)$ nyomatéki részre meg szokás vasalni a támaszt, mégpedig törési határállapotra [$M_H \geq M_u(G_3 + P_u)$].

Az eleve hosszvasalás nélkül fennmaradó $\Delta M = M_M(G_{3M} + P_M) - M_u(G_3 + P_u)$ nagyságú nyomatéki résznek (ez kb. a 2/3 rész) megfelelő $\Delta R = R_{saru}$ reakcióerő-rész csak a kétféle viselkedésnek megfelelő csavarással adódhat le a fejgerendára, a sarura.

II.) Rész-szerkezeti teherbírasi problémák (5. ábra):

- a végkeresztartó és a zöm alkotta vasbeton *tömb nem merev*,
- a zömök gyengék, az R_{csap} csapteherbírás nem mindig elégséges,
- az előregyártott gerenda *felső övének és a fejlemeznek* az együttes $R_{öv} + R_{lem}$ teherbírása nem elegendő.

Az [1] cikk 1997-es megjelenése óta Magyarországon is létezik már többszámú-sítható, előregyártott, előfeszített hídgerenda (ITG).

1.2.b) **Többszámú** felszerkezet esetén e nehézségek közül az 1.2.a) I.) pontban elemzett hajlítási hosszvasalás-hiány nincsen. A *hajlítási* vasalás *teljes* értékű, ennek megfelelően az $M_u(G_3 + P_u)$ üzemi nyomatéknak megfelelő repedés tágassága nem jelentős. A Hídszabályzat korlátozza ennek a nagyságát.

Az erős hosszvasalás miatt ebben az esetben a fejgerenda+végkeresztartó(+zöm)+pályalemez alkotta *tömb jóval merevebb*, mint kétféle kialakításnál (vesd össze [1], 4. ábra).

A merev tömb miatt – csupán a merevségek alapján gondolkozva – a fejgerenda csavarónyomatékai nagyobbak kell legyenek, mint kétféle esetben. Az 5. ábrán megmutatjuk, hogy ugyanakkor a sarunál leadódó $R = R_{saru}$ reakcióerő jóval kisebb lehet, mint a teljes R_M reakcióerő. Ez a körülmény az M_l külső terhelő csavarónyomatékot csökkenti ($M_l = Re$).

Az [1]-ben említett *csavarásra alulvasalt* fejgerenda szerkezetek jórészt azért viselkedtek kielégítően idáig, mert

a) a lágyabb tömbű *kétféle* kialakításnál a fejgerenda M_l csavarónyomatékai – csak a merevségarányt tekintve – kisebbek, mint a merevebb tömbű *többszámú* esetben (I. még az előbbi R_{saru} hatást).

b) a csavarás egy része egyensúlyi alapon átalakítható hajlítássá; persze képlékeny nyomaték-átrendeződés árán (I. a 2. pontban).

c) a csavarónyomaték domináns része hasznos teherből származik, márpedig az A jelű terhet közüti hídjaink a gyakorlatban általában nem kapják meg.

1.3. A fejgerenda csavarásáról

A csavarásnak két esetét különböztetjük meg annak alapján, hogy a csavarás egyensúlyi vagy/és összeférhetőségi (kompatibilitási) okokból szükséges-e ([1], [2] 5. fejezet).

Az *egyensúlyi* csavaráskor a külső terhek csavarónyomatékok nélkül nem egyensúlyozhatók. Példa erre az *egybordás* tartó (gyaloghíd) vagy az alaprajzban *íves tengelyű* tartó. Statikailag határozott szerkezeteknél mindig egyensúlyi csavarás lép fel.

Az *összeférhetőségi* (kompatibilitási) csavarásra alapvetően az összeférhetőségi feltételek kielégítése miatt van szükség. Erre az jellemző, hogy ha a keresztmetszeteknek nem lenne csavarási merevségük (vagy az berepedés miatt jelentősen lecsökkenne), akkor sem feltétlenül omlana össze a szerkezet, mert az igénybevételek átrendeződhetnek, már amennyiben a szerkezetben van elegendő tartalék. A csavarónyomatékok lecsökkennek, a hajlítónyomatékok megnőnek. Ilyenek pl. a *ferde hidak*. Az összeférhetőségi csavarás csak statikailag határozatlan szerkezeteknél fordul elő. Természetesen az igénybevétel-átrendeződésnek az az ára, hogy az összeférhetőségi feltételek megsértése miatt a szerkezet jelentősen összerepedezik. Statikailag határozatlan szerkezetekben az egyensúlyi és az összeférhetőségi csavarás általában *kombinálódik*.

A vizsgált kialakítású fejgerenda esetében elsősorban egyensúlyi csavarásról van szó. Véleményünk szerint ennek az elhanyagolása vagy jelentős csökkentése nem engedhető meg. Tapasztalataink szerint

a fejerendáknak *nagy a betonacél igénye*, különösen a *kengyelezés* sűrű. Ez alapján elvileg gondolkodhatunk a külső csavarónyomatékok lecsökkentésének lehetőségén is. *L.* ezzel kapcsolatban a 2. pontot.

1.4 A fejerenda szilárdsági ellenőrzése

Építési állapotban a fejerenda önállóan hordja a terheit, míg *végállapotban* pedig gyakran a végkereszt-tartóval és a pályalemez egy szakaszával együtt dolgozik. Ezekkel tömböt alkot, amely azonban általában nem eléggé merev (2. ábra).

Véleményünk szerint – ahol a hídpálya magassági vonalvezetése, illetve az űrszelvény megengedi – inkább az **önálló fejerenda** (2. ábra, 1. eset) célszerű végállapotban is. A többletvasalás fejében egyszerűbb, tisztább a szerkezet, az erőjáték és a vasalás is. Mindenesetre az optimális szerkezeti kialakítás megtalálása még hátravan...

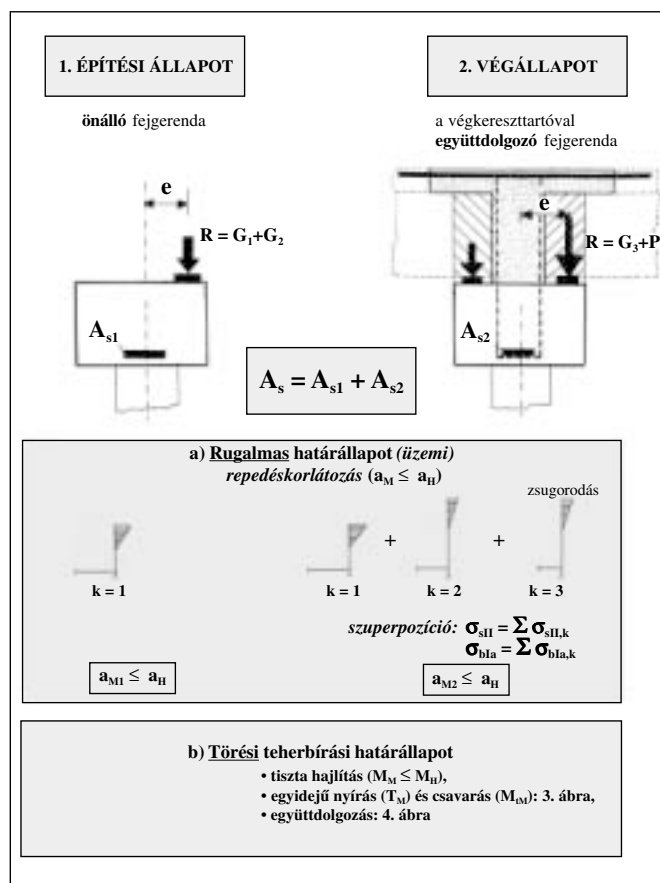
A 2. ábrán az a) pontban vázoltuk az elvégzendő **rugalmas** határállapotbeli vizsgálatokat. A legfontosabb ellenőrzés az üzemi terhekkel kapcsolatos **repedéskorlátozás**. A munka mennyiségét növeli, hogy végállapotban a rugalmas feszültségeket 3 komponensből kell összeadni: a $k=1$ az építési állapotra utal, a $k=2$ a végleges állapotban az együttműködő tartót terhelő G_3+P_u erőknél megfelelő feszültségeket jelzi, a $k=3$ pedig a végkereszt-tartó többletvasalásából származó feszültségeknek felel meg. A két állapotban szükséges tiszta hajlítási üzemi betonacél-mennyiségek egymásra halmozódnak, amit most jobb híján szimbolikusan így jelölünk: $A_s = A_{s1} + A_{s2}$. Valójában nem az acélkeresztmetszeteket kell összeadni, hanem a

feszültségeket (σ_{sl} , σ_{sll} , σ_{bla}), mégpedig a repedéstágassági képletek használatához. Felhívjuk a figyelmet a hajlítási repedéstágassági számításokkal kapcsolatban az [1], [2]-ben írtakra.

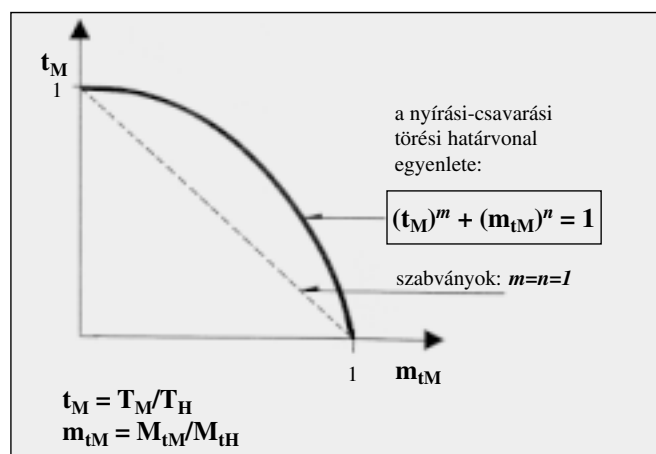
Tudomásunk szerint csavarási, illetve nyírási-csavarási repedéskorlátozási vizsgálati eljárásokat a tudomány ma még nem dolgozott ki. Az azonban biztos, hogy az *agresszív* környezet károsító hatásai a *csavarási repedéseken* keresztül is bejutnak a szerkezetbe. Márpedig a fejerenda ilyen szempontból fokozottan érzékeny szerkezet, hiszen igen gyakran károsítja kifagyás, a sólé, a benzingőz stb.

A 2. ábra b) pontjában a **törési teherbírési határállapotbeli** ellenőrzésekre utaltunk. Tiszta hajlításnál az üzemi állapothoz jóval több vasmenyiség tartozik, mint a törési teherbírési határállapothoz.

Az összetett/egyidejű *nyírás-csavarás* esetét a 3. ábrán szemléltetjük. Az ismeretek mai szintjén a nyírási-csavarási törési határvonal egyenletét csak az ábrán vázolt formális módon lehet felírni, m és n szabad paraméterekkel. A különböző külföldi (EC2, DIN stb.) és hazai szabályzatok (MSZ 15022/1, ÚT 2-3.414) a 3. ábrán $m=n=2$ -vel jelölt feltételt írják elő a felső korlátok, *főnyomófeszültségek* ellenőrzésére, ahol $t_M = T_M/T_{Hf}$, $m_{tM} = M_{tM}/M_{tHf}$. Ezek a szabályzatok összetett/egyidejű nyírási-csavarási igénybevételekre a *tangenciális vasalás* (kengyelek, hosszvasak) ellenőrzéséhez az $m=n=1$, általában igen biztonságos feltételt fogalmazták meg. Annak a sok kengyelnek, amely számításaink szerint adódik, jórészt az az oka, hogy ezt a szabványosítást erősen a *biztonság javára* végezték. Minden általunk ismert szabványban, mégpedig jobb híján.



2. ábra: A fejerenda szilárdsági ellenőrzése



3. ábra: Az összetett/egyidejű nyírási-csavarási igénybevétel ellenőrzésének alapelve

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a Szalai-Träger-féle Hídszabályzat (mai nevén ÚT 2-3.414) a nyírási és a csavarási vasalás ellenőrzésére csak a $T_M \leq T_{Hf}$, $M_{tM} \leq M_{tHf}$ feltételeket írja elő, összetett/egyidejű nyírási-csavarási igénybevételekre pedig a tangenciális vasalás ellenőrzésével egyáltalán nem foglalkozik!

1.5. Speciális nyírási vizsgálatok

A 4a) ábrán a keresztirányú nyírásra-hajlításra, azaz a *rövid konzol* hatásra, valamint a *csaphatásra* uta-

sával vesszük fel: R_{csap} . Ennek megfelelően a sarura $R_{\text{sar}} = R_{\text{M}} - R_{\text{csap}}$ terhelő erő jut. Természetesen, ha nincs vízintés kengyel bevezetve a zömökbe, akkor $R_{\text{sar}} = R_{\text{M}}$. A csapathatás csak akkor működhet, ha az előregyártott gerenda felső öve és a pályalemez együtt nagyobb (vagy egyenlő) függőleges erőt képes felvenni, mint a csapteherbírási, azaz: $R_{\text{öv}} + R_{\text{lem}} \geq R_{\text{csap}}$.

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy ha a fejgerendát és a végkereszttartót együttdolgoztatjuk, akkor a fejgerenda rövid konzolként is működik: 6. ábra.

A vizsgálat részleteivel a [2] – [4]-ben foglalkozunk.

2. A csavarási vasalás csökkenthetőségéről

A vizsgált kialakítású fejgerenda esetében elsősorban *egyensúlyi* csavarásról van szó (1.3. pont). Véleményünk szerint ennek az elhanyagolása vagy jelentős csökkentése nem engedhető meg. Tapasztalataink szerint a fejgerendának *nagy a betonacél igénye*, különösen a *kengyelezés* sűrű. Az összetett/egyidejű nyírás-csavarás sok betonacélt igényel, továbbá az együttdolgoztatás és a felfüggesztés (4. ábra, 6. ábra) is számottevően megnövelheti a kengyelek mennyiségét. A kengyelezés csökkentése érdekében célszerű nyírásra *külön ferde acélbetéteket* alkalmazni (a 2. vagy a 3. sorban).

Ezek alapján elvileg gondolkodhatunk a külső csavarónyomatékok csökkentésének lehetőségén is:

- 2.a.) A leginkább járható út a pontosított igénybevétel-meghatározás (jobb véges elemes modell stb.).
- 2.b.) Elvileg az is elképzelhető, hogy a csavarást vagy annak egy részét egyensúlyi alapon hajlítással alakítsuk. Ez azonban csak a törési határállapotra képzelhető el, mégpedig képlékeny átrendeződéssel.
- 2.c.) Az összetett/egyidejű nyírás-csavarási teherbírási méretezésnél, ellenőrzésnél is lehetséges csökkentés.

Tudomásunk szerint csavarási, illetve nyírás-csavarási repedéskorlátozási vizsgálati eljárásokat a tudomány ma még nem dolgozott ki. Az azonban biztos, hogy az *agresszív* környezetkárosító hatás a *csavarási repedéseken* keresztül is bejut a szerkezetbe. Márpedig a fejgerenda ilyen szempontból fokozottan érzékeny szerkezet, hiszen igen gyakran károsítja kifagyás, sólé, benzingőz stb. Tekintettel arra, hogy csavarási repedéskorlátozásra egyáltalán nem méretezzük, a 2b.) pontbeli csavarónyomaték-csökkentést nem javasoljuk.

Miután komoly szellemi és fizikai energiát fordítottunk arra, hogy a fejgerendát üzemi állapotra, hajlítási repedéskorlátozásra is méretezzük, úgy gondoljuk, hogy az üzemi vizsgálat keretében csavarásra is méreteznünk kellene. Mivel ezt számszerűen nem tudjuk végrehajtani, legalább a teherbírási határállapot vizsgálatokor „gondoljunk” erre a fogyatékoságunkra.

A 2c.) lehetőség több megfontolást igényel.

Ismeretes, hogy az összetett/egyidejű nyírás-csavarási igénybevétel kengyelszükségletének megadásakor általában a nyírás és a csavarási kengyelek mennyiségét *egymástól függetlenül* szokás felvenni. A hajlítási hosszvasalás és a csavarási hosszvasalás esetében hasonlóképpen. Amennyiben a T_{H} határnyíróerő és az M_{IH} csavarási határnyomaték számításakor *ugyanazt a kengyelszárat* figyelembe vesszük mind a T_{H} , mind az M_{IH} meghatározásához, akkor számottevő megtakarítást érhetünk el (nyírásra általában ezen felül még ferde többletvasalást kell elhelyeznünk).

Ezt a lépést indokolhatjuk egyrészt azzal a tapasztalattal, hogy *a kengyelezés gyakran túlságosan sűrű*, másrészt azzal, hogy a tényleges összetett/egyidejű nyírás-csavarási törési *határvonal görbe*, nem pedig egyenes (3. ábra), mint a szabványokban (jobb híján). Sajnos azonban ez a két érv tudományosan nem tekinthető egzakt bizonyítéknak, ezért amíg az egyidejű nyírás-csavarási törési határvonal egyenletét nem tudják felírni, addig a kengyelcsökkentés vázolt lehetősége támadható. Megjegyezzük, hogy írtunk már olyan vasbeton szilárdsági ellenőrzési programot, melyben ezt a vázolt eljárást alkalmaztuk...

Utószó

Az [1] cikkben a **kéttámaszú** felszerkezetek fejgerendáinak statikai problémáival foglalkoztunk. Kitértünk arra is, hogy a különböző cégek akkor még eléggé eltérő módon értelmezték az *alépitményi szerkezetek* (fejgerendák, pillérek/oszlopok) erőjátékát. Egységsítő megoldási javaslatokkal is éltünk.

Azóta Magyarországon megjelentek hazai tervezésű **többszámszúsítható**, előregyártott, előfeszített hídgerendák is (ITG).

Ezek alapján úgy láttuk, hogy írunk kell a fejgerendák erőjátékát érintő két fontos dologról.

Egyrészt arról, hogy az [1]-hez képest milyen változást jelent a többszámszúsítás a fejgerenda erőjátékában, másrészt arról, hogy melyek a fejgerenda erőjátékával kapcsolatos újabb megállapításaink (főleg a csavarásról).

Irodalom

- [1] Jankó, L.: Előregyártott gerendás vasbeton hidak alépitményeinek statikai számításáról. *Közúti Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle*. 1997/8–9, 348–362.
- [2] Jankó, L.: Vasbeton hídszerkezetek. *Műegyetemi Kiadó, Budapest*, 1998.
- [3] Jankó, L. és társai: VB86/2002 vasbeton tervezési programcsomag. *Budapest*, 1986–2002.
- [4] Jankó, L.: A vasbeton rövid konzol teherbírási ellenőrzésének pontosítása. *Magyar Építőipar*. 1986/4, 207–218.

Előre gyártott beton közúti biztonsági korlátok

Dr. Hajtó Ödön¹ – Onderó Béla²

Bevezetés

A közúti forgalom növekedésével egyre fontosabb feladat a súlyos balesetek megelőzése. Különösen a nagy tehergépkocsi forgalmú utakon van jelentősége az útpályáról letérés, vagy az elválasztó sávon áttérés megakadályozásának. A közúti jármű visszatartó rendszerekkel szemben támasztott követelmények:

- a vétlen járművek és gyalogosok védelme az útról letérő járművektől;
- az útról letérő járműben ülő személyek életének védelme;
- az út környezetében lévő építmények, pl. hídpillérek, zajárnyékoló falak, üzemanyag töltő állomások stb. védelme;
- a természeti környezet, a vízbázisok és a felszíni vizek minőségének a védelme;
- a forgalom vezetése;
- vakításgátlás;
- út környezetében folyó építkezés esetében a forgalomterelés, valamint az ott dolgozó emberek és felszerelések védelme.

A betonkorlát előnyei

A beton biztonsági korlátokat a hatékonyság, a tartósság és a gazdaságosság szempontjai alapján a hatvanas években az Egyesült Államokban fejlesztették ki, innen ered a New Jersey profil elnevezés is. A New Jersey profilú biztonsági korlátok hatékonyságát ütközési próbák sorozatával bizonyították. A beton biztonsági korlát a kitérő járművet úgy tartja vissza, hogy az a fal mentén csúszva, az út szélén, a fal mentén álljon meg, ne pattanjon vissza a forgalomba. Az egymással láncszerűen összekapcsolt beton biztonsági korlát elemek nincsenek az alapozáshoz rögzítve, azok ütközés esetén rugalmasan viselkednek, az ütközés hatására a szükséges mértékben kibillennek, illetve oldalra elcsúsznak, így a jármű ütközési energiáját átveszik, csökkentik az utasokra ható terhelést.

A korábban alkalmazott acél vezetőkorlátokhoz képest lényegesen kevesebb a forgalom korlátozásával járó helyszíni javítási igény. Vizsgálatok kimutatása szerint a biztonsági korlátoknak ütközések 70-80%-a 15°-nál kisebb szögben – azon belül is a leggyakrabban 8° alatt – következik be. Az ilyen kis hajlásszögű ütközések során az érintett járműben kár és a benn

ülő személyekben sérülés alig keletkezik. Ezenkívül a beton biztonsági korlát alig sérül, az a legtöbb ütközés után is biztonságosan üzemképes marad. Németországban végzett összehasonlító számítások azt igazolják, hogy a beton biztonsági korlátok javítási költsége mintegy 800-szor kisebb, mint a hagyományos acél vezetőkorláté. Különös jelentősége van a beton biztonsági korlátok felállításának ott, ahol a gyorsforgalmi utak középső sávjában a KTSz-ben előírt szélesség valami okból nem tartható. (Id. címlapfotó).

Az előre gyártott betonkorlátok geometriája

Az eddig vizsgált beton biztonsági korlátok szokásos profiljait és méreteit az 1. táblázatban mutatjuk be. A lépcsős profil Hollandiában terjedt el. A rövidebb elemhosszak kis sugarú ívben vezetett utakat szegélyező korlátok kialakításához szükségesek, mivel szögtörést csak az elemcsatlakozásnál lehet kialakítani.

1. táblázat

Profil	New Jersey		Lépcsős
	egyoldalas	kétoldalas	kétoldalas
magasság (cm)	80-115	80-120	90-110
talpszélesség (cm)	47-54	60-80	54-60
elemhossz (m)	2,00 - 6,00	2,00 - 6,00	2,00 - 6,00
szegély felület (cm)	7-8	7-8	-
tető felület (cm)	min. 15	min. 15	-

Az előre gyártott elemek betonja

Az előre gyártott biztonsági korlát elemet az időjárásnak, a fagynak, a jégolvasztó sózásnak tartósan ellenálló, tömör, repedésmentes betonból kell készíteni. Az MSZ 4798-1:2004. szerinti kitéti osztályok: karbonátosodás szempontjából XC4 és fagyás/olvadás hatásának jégolvasztó anyaggal együtt kitett beton esetére XF2. A felsorolt kitéti osztályoknak előírt betonminőségi jellemzők:

- szilárdság: C 30/37;
- friss beton légpórusképzővel előállított legkisebb levegőtartalom: 4%,
- a legkisebb cementtartalom: 300 kg/m³;
- a víz/cement tényező: 0,50.

¹ Okl. mérnök vasbetonépítési mérnök

² Okl. mérnök, útüzemeltetési szakmérnök

A nem megfelelő betonminőség következményeit láthatjuk az 1. ábrán.



1. ábra: A nem megfelelő betonminőség következményei

Ahhoz, hogy az előírt minőség meglegyen, a betonelemek előre gyártását és utókezelését az MSZ EN 13369:2004. „Előre gyártott betontermékek általános szabályai” című szabvány előírásai szerint kell végezni. A szigorú minőségi követelmények betartásával a beton várható tartóssági ideje 50 év.

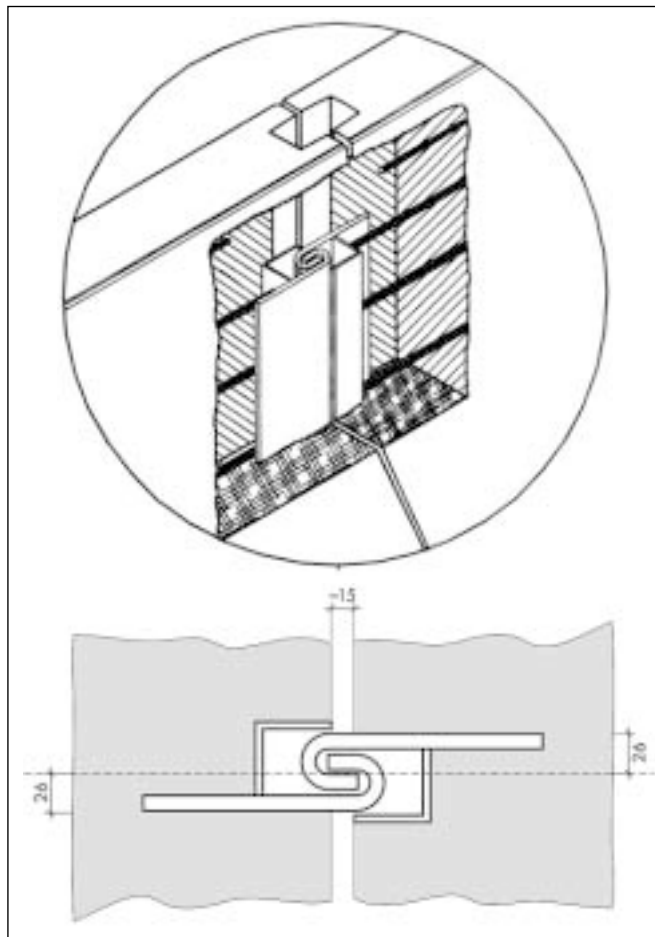
A helyszíni, monolit betonkorlát készítésre is vannak külföldi példák, de kérdéses a beton minőségi paramétereinek a betartása – a bedolgozás, a tömörítés, az utókezelés minősége –, valamint az előre gyártott elemekhez képest sokkal nehezebb az ütközési hibák kijavítása. A helyszínen, csúszó zsaluzattal készült beton biztonsági korlát felülete sohasem lesz olyan tükrös és repedésmentes, mint az előre gyártó üzemből, acél sablonban szilárdult beton felülete.

Az előre gyártott beton-korlátelelemek kapcsolata

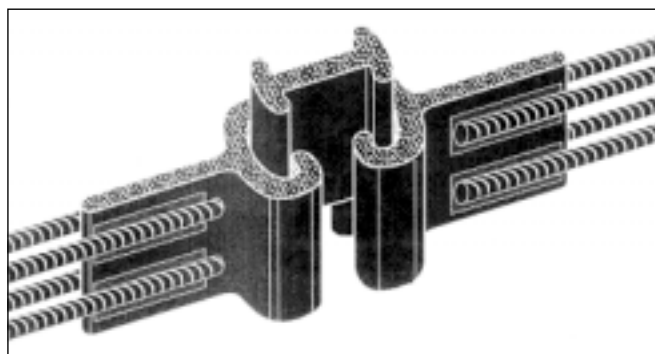
A következőkben néhány példát mutatunk be az előre gyártott beton biztonsági korlát elemek kapcsolatára.

A német Spengler cég szabadalma szerint az elemek egymáshoz acéllemezből készült, tűzhorganyzott, fixen bebetonozott, horogszerű, „J” alakú karmokkal kapcsolódnak. A J-J kapcsok 10 mm vastag, melegen hengerelt, növelt folyáshatárú, hidegalakításra alkalmas acéllemezből készülnek. Az elemek két végén levő kapcsokat hegesztéssel rögzített húzott vasalás köti össze. Az elemek egyszerű összefűzésével azok húzott szalagot képeznek. Ennek az egyetlen kiegészítő elem nélküli kapcsolati rendszernek az előnye, hogy nem tartalmaz kiszerezhető mozgó fém alkatrészt, ami biztosítja, hogy sem a technológiai figyelem megsértése esetén, sem pedig szándékosan nem lehet a kapcsolatot oldani. (2. ábra)

Egy következő elterjedt kapcsolási mód az osztrák DELTA BLOC szabadalma szerinti kiegészítő elemes kapcsolat. Az egymás mellé helyezett elemek hornyába utólag helyeznek egy „I” alakú kapcsoló elemet. (3. ábra) További kiegészítő elemes kapcsolati rendszerek is léteznek.



2. ábra: A Spengler rendszerű J-J kapocs



3. ábra: Az osztrák DELTA BLOC kiegészítő elemes kapcsolat rendszere

A biztonsági korlátok minősítése

Minden, a közutakon alkalmazott közúti visszatartó rendszer teljesítmény osztályát az MSZ EN 1317-2 szerint ütközési kísérlettel kell megállapítani. A vizsgálat két részből: egy személy és egy tehergépkocsi ütköztetési kísérletből áll.

A biztonsági korlát minőségét négy tényezővel lehet jellemezni:

- a feltartóztatási fokozat;
- az ütközéshevedességi mutató (ASI);
- a maximális elmozdulás (D);
- a hatástartomány (W).

Az egyes feltartóztatási fokozatokhoz tartozó vizsgálati követelményeket a 2. táblázat foglalja össze.

A vizsgálati járművek súlya és sebessége elméleti jellegű abból a szempontból, hogy egy konkrét köz-

2. táblázat

Az egyes feltartóztatási fokozathoz tartozó vizsgálati követelmények az MSZ EN 1317-2 szerint

Feltartó képesség	Feltartóztatási fokozat MSZ EN 1317-2 szerint	Elfogadási vizsgálat szabványos jele	Jármű		Ütközési sebesség km/h	Ráhajtás szöge
			Tömeg kg/db	Típus		
ideiglenes védő- berendezés	T1	Tb21	1300	szgk	80	8°
	T2	TB22	1300	szgk	80	15°
	T3	TB21	1300	szgk	80	8°
normál	N1	TB41	10000	tgk	70	15°
		TB31	1500	szgk	80	20°
		TB22	1500	szgk	110	20°
magasabb	H1	TB11	900	szgk	100	20°
		TB42	10000	tgk	70	15°
		TB11	900	szgk	100	20°
	H2	TB51	13000	busz	70	20°
		TB11	900	szgk	100	20°
	H3	TB61	16000	tgk	80	20°
nagyon magas	H4a	TB11	900	szgk	100	20°
		TB71	30000	nyerges vontató	65	20°
	H4b	TB81	38000	nyerges vontató	65	20°
		TB11	900	szgk	100	20°

úton milyen súlyú járművek milyen sebességgel közlekednek. Az itt megadott mérőszámok az osztályozás célját szolgálják. A vizsgálati jármű nem törheti át a biztonsági korlátot. A korlát az ütköző járművet a menetirányban vissza kell vezesse az útpályára, majd a járműnek a faltól bizonyos távolságra meg kell állnia. Az ütközés során semmiféle faldarab nem kerülhet az ütköző járműbe.

A biztonsági korlátok másik vizsgálati jellemzője a gyorsulás súlyossági mutatója, más szóhasználat: az ütközéshevedességi mutató, az ASI (Acceleration Severity Index). Ez az érték a járműben ülők fizikai igénybevételére, sérülésük súlyosságára utaló mérőszám. A „B”, majd a „C” fokozat a súlyosabb igénybevételt jelenti. Az ütközéshevedességi mutatót egy 900 kg súlyú személygépkocsiban ülő bábun mérik.

Az ütközéshevedességi fokozatokra az EN1317-2:1988/prA1:2004 szabvány kiegészítés ad útmutatást (3. táblázat).

3. táblázat

Ütközéshevedességi fokozatok
az EN 1317-2:1988/prA1:2004. szerint

Ütközéshevedességi fokozat	Mutatószám
A	$ASI \leq 1,0$
B	$1,0 < ASI \leq 1,4$
C	$1,4 < ASI \leq 1,9$

Egy visszatartó rendszer hatástartományát a biztonsági korlát mögött lévő hely határozza meg. Az ütközésvizsgálat során mérik a maximális elmozdulást (D) és a hatástartományt (W). (5. ábra). A járművel érintkező (ütköző) oldal eredeti helyzete és a eltolódott biztonsági korlát hátoldala közötti távolságot nevezzük hatástartománynak. A hatástartomány osztályai az alapjai a rendelkezésre álló hely megtervezésének és a megfelelő biztonsági korlát kiválasztásának. (4. táblázat)

A közúti visszatartó rendszer ütközéshevedességi fokozatait a magyarországi közutakon az ÚT 2-1.161 szerint a következők alapján kell megválasztani:

- átlagos baleseti kockázat esetében C fokozat szükséges;



4. ábra: Az ütközésvizsgálat pillanata

- súlyos baleseti kockázat esetén B fokozat ajánlott;
- gyorsforgalmi utakon és I. rendű főutakon legalább B fokozat kötelező.

A kereskedelem felkínált beton biztonsági korlátok minőségi jellemzőit a szállító cégnek kell – kísérletekkel alátámasztott módon – igazolnia.

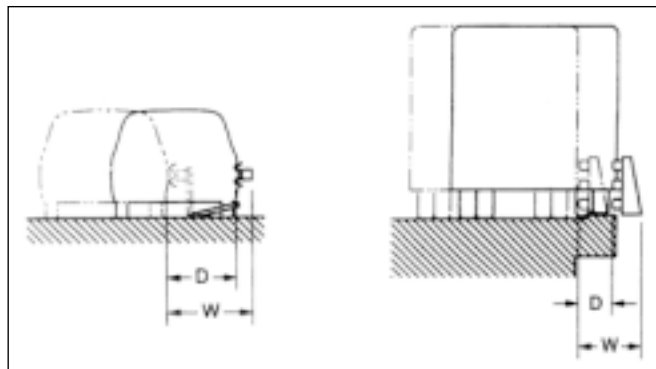
4. táblázat

A hatástartomány osztályai

A hatástartomány osztályai	A hatástartomány fokozatai
W1	$W \leq 0,6 \text{ m}$
W2	$W \leq 0,8 \text{ m}$
W3	$W \leq 1,0 \text{ m}$
W4	$W \leq 1,3 \text{ m}$
W5	$W \leq 1,7 \text{ m}$
W6	$W \leq 2,1 \text{ m}$
W7	$W \leq 2,5 \text{ m}$
W8	$W \leq 3,5 \text{ m}$

A feltartóztatási fokozatok kiválasztása

A magyarországi közutakon megkívánt feltartóztatási fokozatokról az ÚT 2-1.161:2005 számú, „Közúti visszatartó rendszerek I. A biztonsági korlátok feltartóztatási fokozatai közutakon” című Útügyi Műszaki Előírás 1. táblázata, összevetve az ÚT 2-1.201 „Közutak tervezése” 1.10.3.2. pontjával a 5. táblázat szerint intézkedik.



5. ábra: Maximális elmozdulás (D) és a hatástartomány (W) értelmezése

A magyarországi ÚT 2-1.161 előírása szerint a legerősebb H4b feltartóztatási fokozatú passzív biztonsági berendezést a következők együttes megléte esetén kell tervezni:

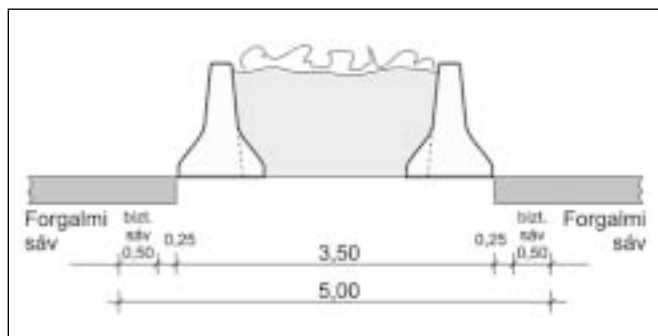
- fennáll az 5. táblázat 1–13. pontjának valamelyike;
- a nehéz gépjármű forgalom (autóbusz, illetve 7,5 tonnánál nagyobb össztömegű tehergépjármű) az átlagos napi forgalmon belül a 3000 gépjármű/nap értéket meghaladja;
- ha a gépjármű letérése, leesése az útpályáról nagy valószínűséggel több járművet, embercsoportot vagy létesítményt érintő, különösen súlyos bal-eseti következményekkel jár.

A magyarországi közutakon megkívánt feltartóztatási fokozatok az ÚT-2.1.161:2005. számú Utügyi Műszaki Előírás szerint

Sorszám	A biztonsági korlát kötelező alkalmazásának esetei	Gyorsforgalmi utak		Főutak		Mellékutak	
		Külterület	Belterület	Külterület	Belterület	Külterület	Belterület
		Feltartóztatási fokozatok					
Az útkorona szélén							
1	R<200 m vízszintes ívek külső oldalán 2,00 m-nél magasabb töltésén, de 1:1,5 aránynál laposabb töltésrészű hajlása esetén csak 3,00 m-nél magasabb töltés esetén	H1	H1	H1	H1	-	-
2	A 3,00-6,00 m magas töltésen vezetett utakon	H2	H1	H2	H1	-	-
3	6,00 m-nél magasabb töltésen vezetett utakon	H2	H2	H2	H1	H1	H1
4	A 0,5 m-nél magasabb támfalon vezetett utakon	H1	H1	H1	H1	H1	H1
	a) 3,00 m magasságig	H2	H1	H2	H1	H1	H1
	b) 3,00 m felett	H2	H2	H2	H1	H1	H1
	c) 6,00 m felett	H2	H2	H2	H1	H1	H1
5	Kis sugarú, $R \leq 1,2 \times R_{min}$ (KTSZ 1.2. táblázat) ívek esetén az ívek külső oldalán	H1	H1	H1	H1	H1	-
6	Az út külső oldalán, ahol a koronaéltől, vagy a kiemelt szegélytől 2,50-5,00 m távolságra hidalátámasztás, vagy más rögzített, illetve merev akadály van	H2	H1	H1	H1	H1	H1
7	Az út külső oldalán, ahol a koronaéltől 2,50 m-nél kisebb távolságra hidalátámasztás, zajárnyékoló fal, vagy más rögzített, illetve merev akadály, építmény van	H2	H1	H1	H1	H1	-
8	Egymás mellett vezetett közút és vasút között biztonsági okokból a vasúti szabályzatban előírt védősáv akkor csökkenthető, ha a közút mentén megfelelő védőberendezést helyeznek el	H2	H1	H2	H1	H1	H1
9	Az út mindkét oldalán, ahol az út árterületen vagy vízvédelmi területen halad át, vagy az út töltése tóparton, vagy élő vízfolyástól 10 méteren belül épült	H2	H2	H2	H2	H2	H2
10	Ahol a koronaéltől 10 m-nél kisebb távolságra robbanásveszélyes, vagy a környezetet szennyező vegyi anyagot gyártanak vagy tárolnak.	H3	H3	H3	H3	H3	H3
Az elválasztó sávban							
11	Osztótpályás utak 3,6 m, vagy annál szélesebb elválasztó sávjának két oldalán	2xH2	2xH1	2xH1	-	-	-
12	Osztótpályás utak 3,6 m-nél keskenyebb elválasztó sávjában, ha ott csak egyetlen kétoldali biztonsági berendezés helyezhető el	H2	H2	H1	H1	-	-
13	Középső elválasztó sávban levő hidalátámasztás, portálkeret-oszlop előtt 40 m és után 20 m hosszúságban	H2	H2	H2	H1	H1	-

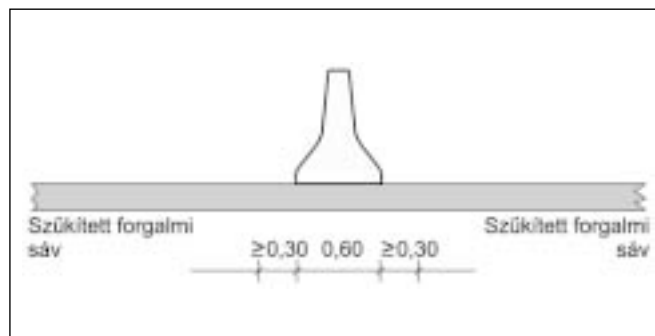
Tervezési szempontok

- Biztonsági korlát elhelyezése gyorsforgalmi utak elválasztó sávjában, alapesetben



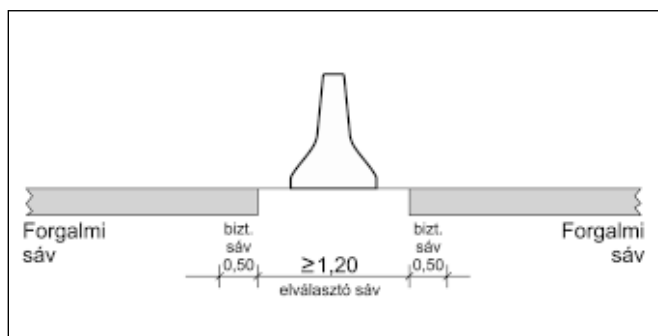
6. ábra

- Biztonsági korlát elhelyezése elválasztó sáv nélküli gyorsforgalmi úton



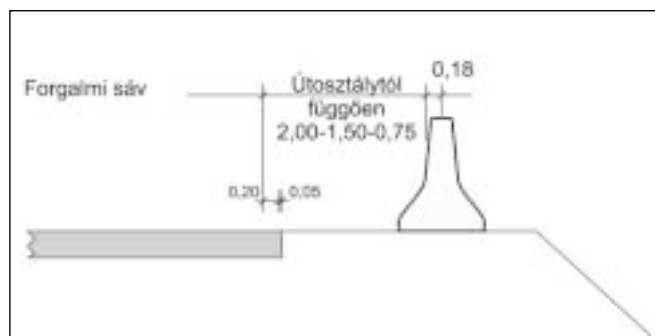
8. ábra

- Biztonsági korlát elhelyezése gyorsforgalmi utak keskenyebb elválasztó sávjában



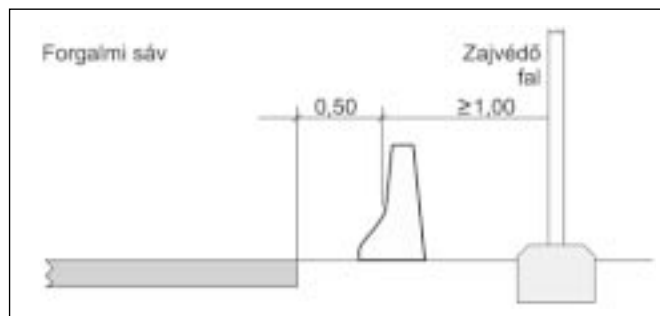
7. ábra

- Biztonsági korlát elhelyezése fő- és mellékutak padkáján



9. ábra

5. Biztonsági korlát elhelyezése zajvédőfal előtt



10. ábra

Üzemi átjárók

Elválasztó sávós gyorsforgalmi utakon a középső elválasztó sávban üzemi átjárókat kell létesíteni. Az üzemi átjáróknál az előre gyártott beton biztonsági korlát szét- és összeszerelhető kell legyen, feltartóztatási fokozata és hatástartomány-osztálya azonos legyen a csatlakozó folyópályán alkalmazott biztonsági korláttal.

Kezdő és végszerkezetek

Az előre gyártott beton biztonsági korlát kezdetét és végét a forgalom biztonságára tekintettel lejtősen kell kiképezni. Az európai gyakorlatban ezt olyan végelemekkel oldják meg, melyeknél a fal tetejének lejtése 1:5.

Itt hivatkozunk arra, hogy a vonatkozó magyarországi ÚT 2-1.161:2005 „Közüti visszatartó rendszerek I.” című Útügyi Műszaki Előírás visszautal egy régebbi, az acél vezetőkorlátokra vonatkozó ÚT 2-1.101:1982 előírásra. E szerint az előre gyártott beton biztonsági korlátot a kezdetén és a végén acél vezetőkorlátban kell folytatni, majd egy föld alatti beton lefutóelemben lehorgonyozni.

Építési munkahelyek biztosítása

Amennyiben az útról letérő járművek veszélyt jelentenek az út mentén munkát végző emberekre és berendezésekre, ideiglenes biztonsági védőkorlátot alkalmazhatunk. Az előre gyártott beton biztonsági korlát elemek könnyen építhetők, bonthatók és áthelyezhetők az építkezés pillanatnyi állásának megfelelően.

A 11. ábra szerinti alkalmazás helyétől függően az ideiglenes elkorlátolás feltartóztatási fokozatait autópályákon a 6. táblázat szerint választhatjuk meg, a német közlekedési minisztérium egy 1997-es irányelve alapján.

Előre gyártott beton biztonsági korlátot a D helyen a 8. ábrán feltüntetett módon kell elhelyezni.

Autópályákon kívül az előzőekben megadott értékek értelemsze-

rű alkalmazásából indulhatunk ki. A C-vel jelölt alkalmazási hellyel szemben nincsenek különleges elvárások. Az A és a B helyen a biztonsági korlát hatástartományát a rendelkezésre álló elmozdulási tartomány figyelembevételével kell megtervezni.

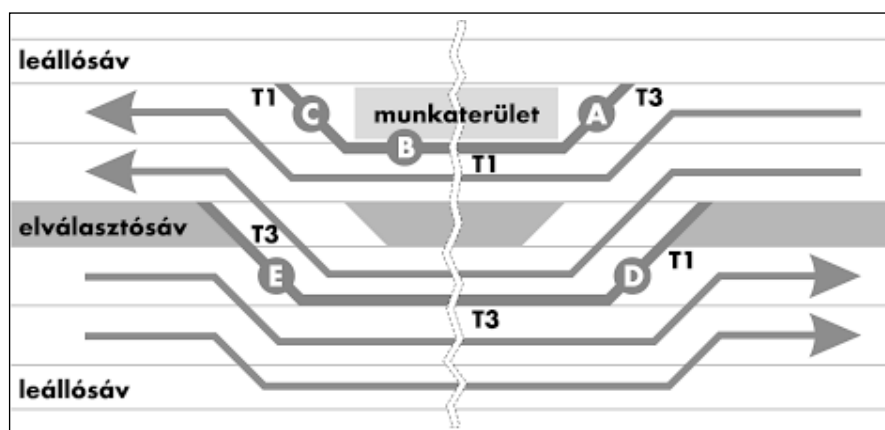
Belterületen ásott, 2,00 m-nél nem mélyebb munkárhok mellett T1, annál nagyobb mélység esetén T3 vagy H1 a javasolt feltartóztatási fokozat.

Az előre gyártott beton biztonsági korlátok beépítése

A biztonsági korlátok alapozása lehet maga az útburkolat vagy más fagyálló és teherbíró réteg, pl. zúzottkő ágyazat. Egyenetlen aljzat esetén kiegyenlítő rétegről kell gondoskodni. A nagy súlyú előre gyártott beton elemek mozgatása daruval csavaros emelőhüvelyek vagy szorítópozás megfogó szerszám segítségével történhet. Emelhetők a korlátelemegek villás targoncával is a vízátervezető nyílásokba tolt emelő villával. Vízátervezető nyílásokkal ellátott beton biztonsági elemek szükségesek olyan utólagos terelőfal elhelyezése esetén, ahol a pályán összegyűlő csapadékvíz elvezetést szolgáló, korábban megépített vízelvezetési rendszer a terelőfalon kívül helyezkedik el.

A biztonsági korlátok előre gyártott beton elemei bármilyen időjárás és hőmérséklet esetén összeépíthetők, azok felállítás után azonnal teljes mértékben használatba vehetők, mivel rögtön teljesítik a megadott feltartóztatási fokozatot.

A biztonsági korlát az optikai vezetés forgalomtechnikai szerepét is elláthatja. Ebben az esetben az állandó beépítésű elemekre piros vagy fehér színű, a forgalomterelésre szánt ideiglenes elemekre sárga színű fényvisszaverő prizákat kell felszerelni.



11. ábra

6. táblázat

Az építési munkahelyen alkalmazott biztonsági korlátok feltartóztatási fokozatai

Jel	Alkalmazási terület az ábra szerint	Feltartóztatási fokozat legalább	Hatástartomány	Dinamikus elmozdulás D (cm)
A	A munkahely és az érkező forgalom között	T2	≤ W4	
B	A munkahely és a párhuzamosan haladó forgalom között	T1	≤ W4	
D és E	Egymással szemben áramló forgalom között	T1	≤ W4	≤ 50

Acélkorlát – betonkorlát

A közúti acél vezetőkorlát elhelyezését az ÚT 2-1.101:1982., valamint az ÚT 2-1.102:1982 Útügyi Műszaki Előírás tartalmazza. Az ebben foglalt műszaki megoldás még a teljesítményelvű EN 1317 szabványsorozat megjelenése előtt született. Vajon milyen feltartóztatási fokozatnak felelnek meg az így készült és készülő acél vezetőkorlátok? Erre egy irodalmi forrást találtunk: Einsatzkriterien für Betonschutzwände (Berichte der BAST 2004), mely szerint az 1,90 méter hosszú, 1,25 méter mélyen, egymástól 4 méteres távolságban levert oszlopokra szerelt egyoldali vezetőkorlát feltartóztatási fokozata N2 (W5 hatástartománnyal), ugyanez 1,33 méteres távolságban levert oszlopok esetén H1 (W4 hatástartománnyal).

A beton biztonsági korlátokkal könnyen teljesíthető H2 feltartóztatási fokozatot kétoldali, keresztgerendával ellátott, acél vezetőkorlát 2 méteres oszloptávolsággal tudta teljesíteni, W7 hatástartománnyal.

A betonkorlátok javítására alig kell sort keríteni. A betonkorlátokon az ütközéseket rendszerint csupán festékcsíkok vagy gumidörzsölési nyomok jelzik. A javítás elmaradásával szükségtelenné válik a forgalmi sáv szűkítés, a forgalomkorlátozás, ami végső soron a közlekedésben résztvevők időmegtakarításában jelentkeznek. A hivatkozott irodalom szerint 75 000 egységjármű/nap forgalom mellett – figyelembe véve az időmegtakarítás hasznát is – a beton biztonsági korlát többlet beruházási költsége akár 1,3 év alatt is megtérülhet.

A betonkorlát előnye a biztonságában is megmutatkozik. Az USA-ban a beton biztonsági korlátok beépítése után a rendőrségileg is jegyzett balesetek száma 60%-kal csökkent. (7. táblázat.)

7. táblázat

A franciaországi közutakon 1995–96-ban végzett vizsgálatok eredményei

	1000 korlátnak ütközéses balesetre vetítve		
	a halottak	a súlyos sérültek	a könnyű sérültek
	száma		
Acélkorlátoknál	89	252	816
Betonkorlátoknál	32	168	989

Summaries

Dr. habil. László Jankó: On the structural behaviour of the cross heads of reinforced concrete bridges with continuous, precast composite multi-beam deck (Page 2)

In our former paper (1997) the **torsional pattern of forces** of the cross heads (bearing chairs) **without longitudinal reinforcement** in the deck at the simply support was demonstrated. The point is that where is the **line of action of the reaction** acting from the precast beam on the cross head. The purpose of this paper is to give a survey of the **changes** in the torsional pattern of forces in the case of **strong longitudinal reinforcement**. We hope that this paper fills the gap between theory and practical design. Our theoretical results are presented for engineers working in **practical design**.

Dr. Ödön Hajtó – Béla Onderó: Precast concrete road safety barriers (Page 7)

With the increasing of the traffic volumes the prevention of severe accidents becomes more and more important, especially on the roads with high proportion of heavy vehicles. This paper describes in detail the road safety retaining systems based on concrete structures. The advantages in comparison with steel barriers are discussed, with the presentation of the applied geometry and concrete quality data, and the solutions of possible connection of the different precast elements. The qualification requirements are discussed in relation with the selection of the appropriate retention class. Finally the aspects of design, construction and maintenance are reviewed and detailed.

A „stratégiai zajtérkép” és a „zajtérkép” értelmezése, az alkalmazási területek közötti különbségek

Bite Pálné dr.¹ – Bite Pál²

1. Előzmények

Az Európai Parlament és a Tanács 2002. június 25-én elfogadott 2002/49/EK környezeti zaj értékelésére és kezelésére vonatkozó irányelve szerint kell az EU-nak a hazai zajviszonyokat megadni. A rendeletet a kormány 280/2004. (X. 20.) sz. alatt honosította [1]. A kormányrendeletben előírt stratégiai zajtérkép készítésére vonatkozó előírásokat a 25/2004. (XII. 20.) sz. KvVM rendelet tartalmazza [2].

A cikk a *stratégiai zajtérkép-készítés* menetét, illetve az előállított eredmény értelmezését mutatja be. Ezenkívül ismertetjük a hagyományos elveken készülő zajtérképeket is, rámutatunk a kétféle módszerrel készített térképek különbségeire, az értelmezési módokra, az alkalmazási területükre. A 2002/49/EK irányelv, illetve a 280/2004. (X. 20.) kormányrendelet szerint 2007-ig el kell készíteni a főutakra (ÁNF>16500 j/nap) és a fő vasútvonalakra (naponta 164-nél több áthaladás) a stratégiai zajtérképet. A cikkben az általánosan használt zajtérképre vonatkozó információkat normál betűvel, míg az *EU szerinti stratégiai zajtérkép isméréseit dőlt betűvel jelöljük*.

2. A zajtérkép, a *stratégiai zajtérkép* fogalma és alkalmazási területei

A környezeti zajadatok megadásának, kezelésének és ábrázolásának legjobb formája a zajtérkép. A zajtérkép a zajszint ábrázolása valamilyen topográfiai rajzon. A zajterhelés (L_{Aeq} , A-hangnyomásszint) bemutatása olyan kétdimenziós térképen, ahol a harmadik dimenzió, a magasság rögzített. Meg kell különböztetni az általános tervezésekhez használt, valamint a 49/2002 EU irányelv kielégítésére szolgáló *stratégiai zajtérképeket*.

A zajtérképek célja

A zajtérkép a zajvizsgálat (mérés, számítás) eredményeinek ábrázolási formája, a vizsgálat eredményeinek szemléltetése helyszínrajzon, grafikus eszközökkel. Zajtérkép igen sokféle célból készülhet: pl.

- egy üzemben belül a zajos üzemszerek feltárássá (üzemi zajtérkép);
- egy zajforrás környezetében kialakuló zajszintek jellemzésére (közlekedés vagy ipar);
- egyfajta zajforrás területi szennyező hatásának vizsgálatához (pl. hogyan alakul egy-egy településen a közúti közlekedési zaj);

- vagy egy-egy városrész vagy nagyobb területi egység általános zajhelyzetének felmérése, bemutatása.

A vizsgálat célja elsősorban a mérési pontok helyének megválasztását határozza meg, de a célhoz rendelt módszer a megadott zajjellemzőket, a zaj fajtáját, mérési idejét stb. is befolyásolja. Ha a vizsgálat minősítési célból készült (a zajhelyzet megfelelőségének megítélésére), általában a jellemző, illetve a legkedvezőtlenebb helyeken kell a vizsgálati pontokat kijelölni. Ha viszont egy területen kívánjuk a zaj eloszlását vizsgálni, a hálópontos felmérést célszerű végezni és az eredményeket folyamatos isophon görbékkel ábrázolni.

A zajimmissziós térképek felhasználhatók a területfejlesztési és -rendezési tervek vizsgálati részében, nagy létesítmények előtervezésekor (pl. közutak, vasúti nyomvonalak kijelöléséhez, átépítéséhez, iparterületek zajkontingenseinek megállapításához, zajérzékeny területek és létesítmények helyének kijelöléséhez, zajos létesítmények telepítési változatainak elemzésére, zajcsökkentési intézkedések elfogadásához, parkolási övezetek kialakításakor stb.). Felhasználható a környezeti hatásvizsgálatok, a regionális és települési közlekedésfejlesztési koncepciók zajvédelmi részének elkészítésekor. Alkalmas egyéb környezetvédelmi, elsősorban levegőtisztaság védelmi intézkedések zajterhelési hatásának elemzésére, természetvédelmi és üdülőtérületek kijelölésekor az alkalmasság vizsgálatára.

A zajterhelési térképek felhasználása korlátozott. Nem használható pl. jogszerű bizonyítékként, azaz egy mértékadó immissziós pontban egy adott zajforrásra vonatkozó határérték túllépés leolvasására. A térkép alapján csak azokat a területeket lehet kiszűrni, ahol a zaj nagy valószínűséggel túllépi a küszöbértéket.

A 49/2002. irányelv célja a „stratégiai zajtérkép” készítése, ami adott területen belül a különféle zajforrásokból eredő zajnak való kitettség átfogó értékelését, vagy az e területre vonatkozó átfogó zajhelyzeti előrejelzések céljára elkészített térképet jelenti.

3. A zajtérkép és a *stratégia zajtérkép* készítéséhez alkalmazott előírások

3.1. Határérték, *stratégiai küszöbérték*

Zajvédelmi tervezéskor a 8/2002. (III. 22.) KöM-EüM rendeletben előírt határértékeket kell betartani. A 280/2004. (X. 20.) kormányrendelet szerint a zajjellemzők értékelését a következő *stratégiai küszöbértékek* szerint kell végezni:

a) üzemi létesítmény esetén:

$$L_{den} = 46 \text{ dB}, L_{éjjel} = 40 \text{ dB},$$

b) közlekedési zajforrás esetén:

$$L_{den} = 63 \text{ dB}, L_{éjjel} = 55 \text{ dB}.$$

¹ Tudományos főmunkatárs, Közlekedéstudományi Intézet Kht., Járműtechnikai Környezetvédelmi és Energetikai Tagozat; e-mail: bite@kti.hu

² PhD hallgató, VIBROCOMP Kft.; e-mail: bitep@vibrocomp.hu

3.2. Előállítandó térképek

Az általános tervezéshez nincs előírás. A tervező a feladatnak, illetve a megbízásnak megfelelő térképeket állítja elő. A 49/2002. irányelv szerint készítendő zajvédelmi intézkedések kidolgozásához a következő zajtérképeket kell előállítani. [9]

Stratégiai zajtérképpel kell bemutatni a jelenlegi állapotot, az egyes zajforrások által külön-külön okozott zajterhelés egyenértékű A-hangnyomásszintet egész napra (L_{den}) és éjszakára ($L_{éjje}$).

A konfliktustérkép az immissziótérkép és a stratégiai küszöbérték összehasonlításával készül, a zaj megítélési szintje, valamint a stratégiai küszöbérték különbsége. A túllépést ábrázolja egész napra és éjszakára zajforrás-csoportonként. Meg kell adni az egyes zajtúllépéssel érintett lakosok számát is.

Zajcsökkentési terv

Intézkedési terv, amely megadja túllépés csökkentése érdekében tervezett műszaki, (építészeti, létesítési, közlekedéstervezési, forgalomtechnikai stb.) és szervezési intézkedéseket. Meg kell adni a költségek becslését és a realizálás idejét.

Zajvédelmi intézkedési terv

A hatóságok által elfogadott zajvédelmi intézkedések bemutatása.

A területrendezési terveket célszerű digitális formában átvenni. Ezek a térképeken az egyes védendő területek és azok zajterhelési határértékei nappalra és éjszakára fel vannak tüntetve. Ha nincs ilyen, elő kell állítani. A zajimmissziós és az érzékenységi térkép különbségéből állítható elő a konfliktus térkép. A konfliktus térképet 5 dB-es lépcsőkben kell megadni a következő sávokra: -5, 0, 5, 10, 15, 20 dB értékekben megadott színek szerint.

A konfliktus térképet minden egyes forrásra külön-külön el kell készíteni. A konfliktus térképen pozitív számmal jelzett értékekhez tartozó lakóépületek, érintett lakók, iskolák és kórházak számát táblázatosan meg kell adni.

A 49/2002. irányelv szerint meg kell adni azoknak az embereknek a becsült létszámát (száz főben kifejezve), akik a zajnak leginkább kitett homlokzatnál 4 méterrel a talajszint felett decibelben kifejezett L_{den} zajmutató értékek következő sávaiban kitett lakóépületekben élnek: 55–59, 60–64, 65–69, 70–74, >75, külön-külön kell kimutatni a közúti, a vasúti és a légi közlekedési eredetű zajokat, illetve az ipari zajforrásokat. A számadatokat a legközelebbi kerek százra kell fel- vagy lekeresíteni (például: 5150 és 5249 között 5200-ra; 50 és 149 között 100-ra, illetve 50 alatt 0-ra).

Közlekedési zajforrások környezetében meg kell adni az 55, a 65, illetve a 75 dB-nél nagyobb L_{den} értékeknek kitett teljes (km^2 -ben kifejezett) terület nagyságát. Az ilyen területek mindegyikére meg kell még adni az itt lévő lakóépületek becsült teljes számát (száz egységben) és az ezekben élő emberek becsült teljes létszámát (100 főre kerekítve). E számoknak az agglomerációkat is magukban kell foglalniuk.

3.3. Zajforrások

A következő zajforrás-csoportokat kell megkülönböztetni:

- közút,
- vasút,
- vízi közlekedés,
- légi közlekedés a repülőtér környezetében,
- ipari üzemek,
- katonai létesítmények,
- sport létesítmények,
- szabadidő létesítmények.

A 49/2002. irányelv csak közút, vasút, repülőtér, ipari üzemek által kibocsátott zaj zajtérképen való ábrázolását írja elő. Nem tartalmazza tehát a katonai létesítmények, a sport létesítmények, a szabadidő létesítmények, a bevásárló központok által kibocsátott zajt.

3.4. Zajsávok

A vizsgálati eredményeket egy zajtérképen pontonként vagy folyamatosan az azonos szinteket összekötő isophon görbékkel lehet ábrázolni. Az isophon görbék általában 2-5 dB-enként veszik fel, de a vizsgálat céljának megfelelően ennél finomabb osztás vagy nagyobb szintkülönbség is elképzelhető. A 49/2002. irányelv szerint a zajtérkép 5 dB-enként felvett sávokban készíthető.

Mindkét ábrázolási formában jelölni kell a zajsínt nagyságát. Az 5 dB-enként felvett színes sávokat az MSz ISO 1996-2. szabvány szerint kell ábrázolni [3].

3.5. Zajjellemzők

A zajtérkép a megítélési időre: nappalra (6-22 óra) és éjszakára (22-6 óra) készülhet. [9]

A 49/2002. irányelv szerint a zajtérképet mindig L_{den} és $L_{éjje}$ zajjellemzőre kell készíteni.

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left[12 \cdot 10^{\frac{L_{nap}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{este}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{éjje}+10}{10}} \right]$$

ahol:

L_{nap} – egyenértékű A-hangnyomásszint nappalra (12 óra: 06,00–18,00 óra)

L_{este} – egyenértékű A-hangnyomásszint estére (4 óra: 18,00–22,00 óra)

$L_{éjje}$ – egyenértékű A-hangnyomásszint éjszakára (8 óra: 22,00–06,00 óra)

3.6. Raszter előírások

A 49/2002. irányelv szerint zajtérkép csak számítás-sal, erre a célra készített és validált számítógépes programmal készíthető. Az immisszió számításnál a raszterméretet mindig az adott feladathoz, adott léptékhez kell igazítani. A 49/2002. irányelv szerint készített zajtérképeket 10x10 m-es raszter alkalmazásával kell kidolgozni. A raszterhálót a Gauss-Krüger koordináta-rendszer szerint kell felvenni.

A számítási eredményeket raszterpontonként digitálisan kell tárolni. A raszterpontokban számított eredményeket a pont helyzete szerinti interpolációval 5 dB-es lépcsőkben egy rasztervonalra kell meghatározni.

A raszterpontokat rasztervonalakkal kell összekötni a 45 dB feletti tartományban. A pontok összekötése nem lineáris, hanem interpolált, állandó tangensmenet mellett. Az interpolációhoz 3. fokú polinomot kell alkalmazni. Ezek a vonalak az $M=1:10\,000$ léptéknek megfelelők.

3.7. Bemenő adatok

A 49/2002. irányelv szerint a zajtérkép az éves átlagra, L_{den} zajjellemző megadásával készül, ezért itt az ÁNF értéket nappalra, estére, éjjelre kell megadni. Változatlan forgalmi, úthálózati viszonyok esetén a forgalmi adatok két évesnél nem lehetnek régebbiek. Változások esetén csak az aktuális adatokkal lehet számolni. A számításokhoz az útra előírt maximális megengedhető haladási sebességeket kell figyelembe venni. (Ez több esetben nem egyezik meg – különösen éjszaka – a tényleges sebességi viszonyokkal.) A 49/2002. irányelv szerint a zajtérképen külön-külön kell feltüntetni a közúttól, a vasúttól, az ipari forrásoktól eredő zajterhelést.

3.8. Terjedési modell

A zajimmissziót a zajemisszióból kiindulva a beépítést, a terjedési utat, az árnyékoló létesítményeket stb. figyelembe véve az MSZ 15036 sz., „Hangterjedés a szabadban” c. szabvánnyal, vagy ezen az elven működő számítógépes programmal lehet meghatározni. [9]

A terjedésnél az MSZ 15036:2002. szabvány összefüggéseit (a hosszú távú középérték számításához) a következők szerint kell alkalmazni:

$$K_h = C_0 \left(1 - 10 \frac{h_Q + h_A}{s} \right) \text{ dB},$$

ahol

K_h a hosszú idejű szint meghatározására szolgáló korrekció

h_Q a zajforrás föld feletti magassága

h_A az észlelési pont föld feletti magassága

s az észlelési pont és a zajforrás távolságának vetülete a föld (középső) síkján

és

	helyi idő	C_0
napközben	06:00 – 18:00	3,0 dB
este	18:00 – 22:00	1,5 dB
éjjel	22:00 – 06:00	0,0 dB

3.9. Számítási magasság

Az immisszió számításakor a magasságot mindig az adott feladathoz kell igazítani. A 49/2002. irányelv szerint készített zajtérképeket négy méteres értékelési magasságra kell elkészíteni.

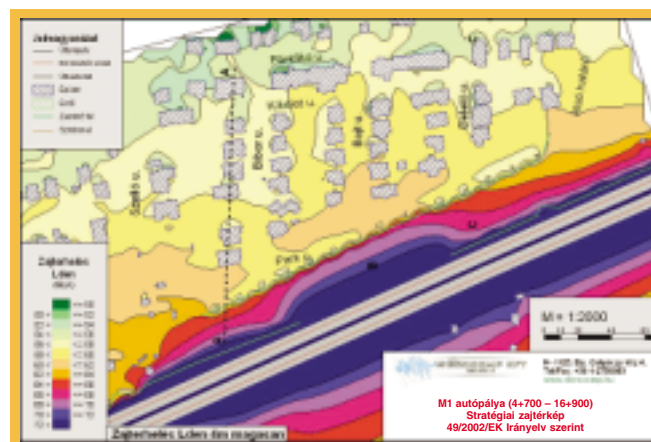
3.10. Beépítés

A beépítéseket a ténylegesen kialakuló zajviszonyoknak megfelelően vesszük figyelembe.

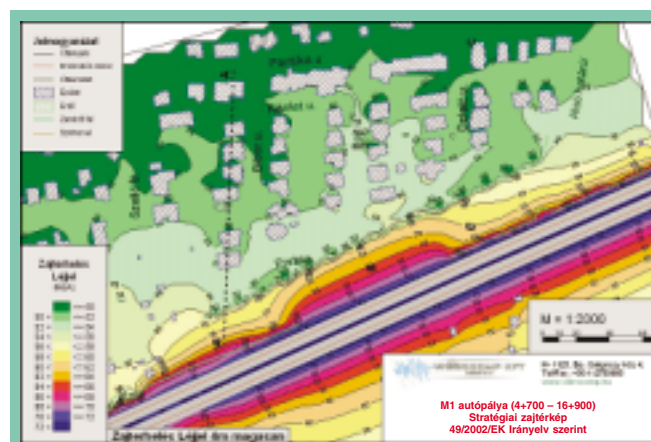
A vizsgált épület homlokzati felületéről visszaverődő hang kivételével csak a védendő homlokzatra beeső zajt kell figyelembe venni.

4. Alkalmazási példák

A következőkben bemutatunk egy stratégiai zajtérképet, illetve ugyanarra a területre a magyar gyakorlatban alkalmazott zajtérképet. [4], [5], [6], [7], [8]. A stratégiai zajtérkép az 1. és 2. ábrán, a hagyományos zajtérkép pedig a 3. és 4. ábrán látható.



1. ábra: Nappali zajterhelés L_{den} 4 m magasan



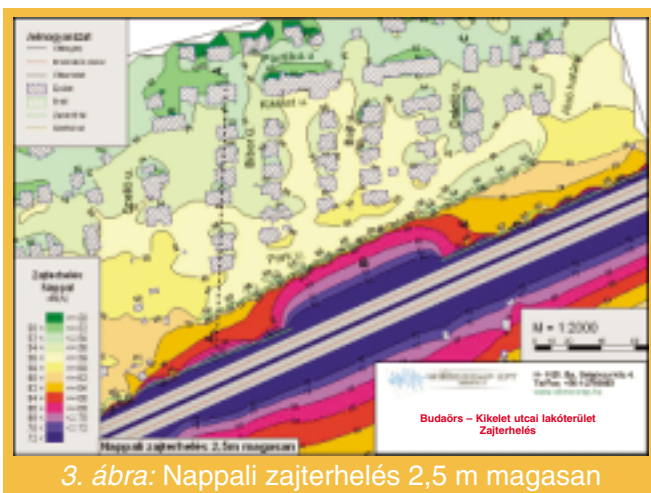
2. ábra: Éjjeli zajterhelés L_{ej} 4 m magasan

A stratégiai zajtérkép a meglévő zajhelyzetre vonatkozó adatokat mutatja be L_{den} és L_{ej} zajmutatók formájában. Feltünteteti a

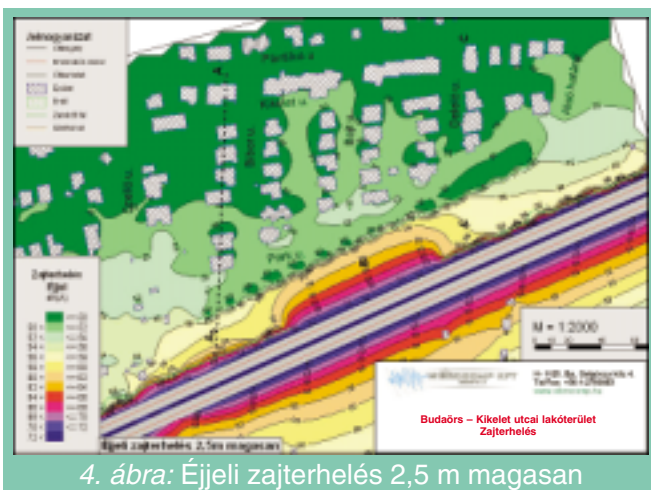
- a hatályos küszöbértékek feletti eseteket,
- az adott területen a zajhatásnak kitett emberek számát,
- a zajmutató bizonyos értékeinek kitett lakók számát az adott területen belül.

Tehát a lakosság széles rétegeinek érthető és világos, felmérheti bárki, mi az a zajállapot, amelyben egy város lakó ma él:

- szemléletesen és gyorsan mutatja be a beavatkozás lehetőségeit, realitásait,
- egyúttal eszköz is a döntések zajhatásainak gyors áttekintésére, a lakossági érintettség változására,
- igazán eredményes (hatékony és gazdaságos) zajcsökkentési stratégiát lehet kialakítani,
- megvalósítható a megfelelő lakossági tájékoztatás a környezeti zajállapotról vonatkozóan,
- nemcsak a zajterhelés nagyságára, a terhelés minősítésére, hanem a lakossági érintettségre vonatkozóan is megbízható adatok állnak rendelkezésre,



3. ábra: Nappali zajterhelés 2,5 m magasan



4. ábra: Éjjeli zajterhelés 2,5 m magasan

- a terület fejlesztéséért, „működtetéséért” felelős döntéshozók a döntés meghozatalához mindenképp szükséges információkhoz jutnak.

A *stratégiai zajtérkép* nemcsak a jelenlegi helyzet bemutatására szolgál, hanem lehetőséget ad jövőbeli – akár hosszú távú – térségi tervezések következményeit is minden érintettnek megfelelő formában bemutatni.

A magyar előírások szerinti értékelés, határértékre vonatkozó következtetések, határértékre vonatko-

zó zajvédelmi tervezés *stratégiai zajtérképpel* nem készíthető.

Meg kell jegyezni, hogy zajtérkép készítés során a legnagyobb munka a megfelelő alaptérkép előállítása, a zajsámító programnak való megfeleltetése. Amennyiben ezt a műveletet már elvégezték, a megfelelő adatok beadása után akármelyik zajtérkép előállítható, csak az a lényeg, hogy világosan értsük a kétféle térkép bemenő adatkövetelményeit, illetve az értékelési módszerek közötti különbségeket.

Irodalom

- [1] 280/2004. (X. 20.) kormányrendelet a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről
- [2] 25/2004. (XII. 20.) KvVM rendelete a stratégiai zajtérképek, valamint az intézkedési tervek készítésének részletes szabályiról
- [3] MSz-ISO 1996-2 Akusztika. A környezeti zaj leírása és mérése. 2. rész. Adatgyűjtés területfelhasználáshoz
- [4] A 2002/49/EK irányelv végrehajtásával kapcsolatos mintaprojekt kidolgozása. I. rész. 250-062-1-3 sz. KTI Rt. kutatási jelentés- 2003–2004. Témafelelős: Bite Pálné dr.
- [5] Bite Pálné dr., Bite Pál: EU irányelv szerinti zajtérkép közútra, vasútra. OPAKFI Zajvédelmi Szeminárium, Keszthely, 2004. szeptember 22–24.
- [6] Bite Pál Zoltán, Bite Pálné dr.: Budapest, XI. kerület stratégiai zajtérképe OPAKFI zajvédelmi szeminárium, Keszthely, 2004. szeptember 22–24.
- [7] Budaörs Kikelet és Delelő utca lakóit az M1–M7 autópályától érő zajterhelés térképi megjelenítése. 250-015-2-4 sz. KTI Kht. Jelentés, 2004. Témafelelős: Bite Pálné dr.
- [8] Braunstein+Berndt GmbH: SOUNDPLAN zajsámítási szoftver
- [9] Szakmai javaslat. Az EU környezeti zajra vonatkozó irányelvének végrehajtásához, a különböző zajforrások hazai számítási eljárásának az EU Bizottsághoz történő validálásához való előkészítése. OPAKFI tanulmány: T-644/2003.

Summary

Differences between the content and use of “strategic noise maps” and “noise maps”

The directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise defines noise indicators and their application. Based on this directive the paper deals with strategic noise mapping. Member States shall ensure that no later than 30 June 2007 strategic noise maps showing the situation in the preceding calendar year have been made and, where relevant, approved by the competent authorities, for all agglomerations with more than 250 000 inhabitants and for all major roads which have more than six million vehicle passages a year, major railways which have more than 60 000 train passages per year and major airports within their territories.

Dr. Jankó Domokos¹ – Jákli Zoltán² – Siska Tamás³

Bevezetés

A Tolna Megyei Közútkezelő Kht. megbízásából 2004 nyarán forgalombiztonsági felülvizsgálatot végeztünk a 6. sz. főút három Tolna megyei helyszínén. A cikkben csak a 6-65. sz. főút csomópontjában végzett vizsgálatról számolunk be részletesen, a tanulmány [1] eredményeinek felhasználásával.

A helyszínrajzi vázlatot mutatja az 1. ábra. A csomópont lényegében T alakú, amelyben két országos közút találkozik. Közvetlenül csatlakozik egy negyedik ág is, amelyik azonban nincs igényesen – a többi ághoz hasonlóan – kiépítve, és a közeli autókereskedés, illetve lakóházak, mezőgazdasági ingatlanok – a főirányokhoz képest – elenyészően csekély forgalmi igényét szolgálja ki. 2003-ban a csomópont Szekszárd felőli főágán a forgalom 12 000 jármű/nap, Pécs felőli főágán 8600 jármű/nap, a Siófok felőli mellékágán pedig 5000 jármű/nap volt. A csomópontban és közvetlen környezetében az 1999–2003 közötti években összesen 12 személyes baleset történt, amelyek közül egy halálos és hat súlyos kimenetelű volt.



1. ábra: A 6. és a 65. sz. főút csomópontja

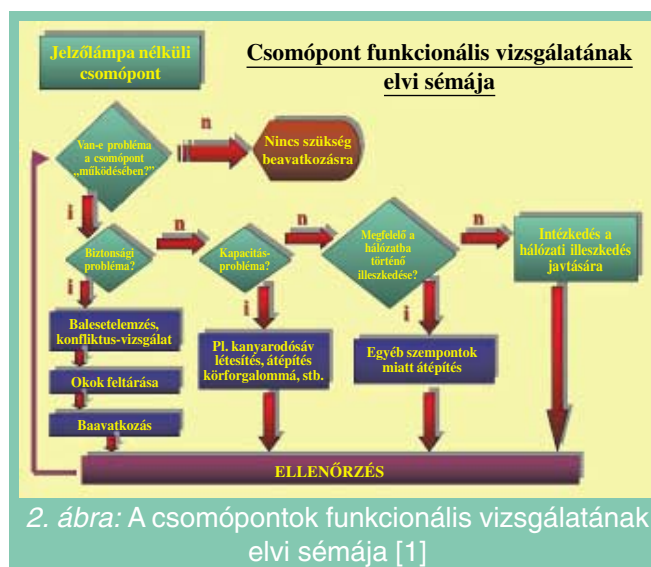
1. A közúti csomópontok vizsgálatának általános szempontjai

1.1. Funkcionális vizsgálat

A közúti csomópontok „működésében” különböző „zavarok” léphetnek fel, ezekről többféle módon szerezhetünk tudomást. A bekövetkezett balesetek, a gyakori forgalmi torlódások, az időszakos közútkezelői felülviz-

gálatok tapasztalatai, a lakossági bejelentések – mind olyan jelzések, amelyek problémákra utalnak. Ezekkel a jelzésekkel foglalkozni kell, és módszeresen ki kell vizsgálni az okokat, valamint meg kell határozni a lehetséges beavatkozásokat, a javító intézkedéseket.

Első lépés lehet a csomópontok funkcióvizsgálata, melynek menetét a 2. ábra [2] mutatja. Az itt felvázolt, csomóponti beavatkozást igénylő gondok nemcsak külön-külön, hanem egyidejűleg is jelentkezhetnek, sőt a valóságban ez a gyakoribb. Előfordulhat például, hogy a csomópont átbocsátó-képessége már nem elegendő a keletkezett forgalom levezetésére, emiatt a csomópont biztonsági helyzete is romlik.



2. ábra: A csomópontok funkcionális vizsgálatának elvi sémája [1]

1.2. Helyi vizsgálatok

Egy közúti csomópontot akkor tekintünk megfelelő kialakításúnak – feltételezve, hogy a tervezés és a kivitelezés során betartották az érvényben levő előírásokat –, ha zavartalan forgalomlefolyás mellett:

- a csomópont (azonnal) felismerhető,
- áttekinthető,
- a közlekedők által „felfogható”,
- a közlekedők számára átjárható [3].

A csomópontnak tehát az összes csomóponti ág irányából azonnal felismerhetőnek kell lennie. A közlekedő legyen tudatában annak, hogy olyan helyszínhez közeledik, ahol mozgásvonalát más közlekedő(k) keresztezheti(k) (külsőségi szakaszokon gyakran nagy sebességgel).

A csomópontnak áttekinthetőnek kell lennie, vagyis minden közlekedőnek biztosítani kell azokat a vizuális tájékoztatásokat, amelyek szükségesek a csomóponton a biztonságos átkeléshez. Például minden elsőbbségadásra kötelezett járművezető – még mielőtt a csomópontba behaladna – azonnal észrevehesse az elsőbbséggel rendelkező járművet. Ehhez, bizonyos csomóponti területeken biztosítani kell a látótávolságot.

¹ A közlekedéstudomány kandidátusa, irodavezető, Biztonságkutató Mérnöki Iroda; e-mail: roadsafety@chello.hu

² Okl. közlekedésmérnök, mérnök-közigazdász; e-mail: jakli.zoltan@freemail.hu

³ Szakpszichológus, ügyvezető, Együtt Pszichológiai, Számítástechnikai Szolgáltató és Tanácsadó Bt.; e-mail: tsiska@egyutt.hu

A csomópontnak a közlekedők szempontjából „felfoghatónak” kell lennie, vagyis minden közlekedő számára egyértelműnek kell lennie:

- kinek van elsőbbsége,
- honnan, hová lehet bekanyarodni,
- hol kell besorolni,
- hol kerülhet konfliktushelyzetbe más közlekedőkkel.

A csomópontnak jól és biztonságosan átjárhatónak kell lennie, annak érdekében, hogy a gépjárművek menetdinamikai tulajdonságainak és a nem motorizált közlekedők közlekedési igényeinek is megfeleljen.

Ha a csomópont felismerhetőségének, áttekinthetőségének, felfoghatóságának és átjárhatóságának együttes követelményét nem lehet egyidejűleg kielégíteni – hiszen lehetnek olyan környezeti vagy beépítési jellemzők, melyek miatt valamelyik paraméter nem felel meg –, akkor olyan ésszerű kompromisszumot kell keresni, amely a közlekedésbiztonsági szempontokat helyezi előtérbe. A csomópontok közlekedésbiztonsági helyzetének javítására tett intézkedések – különösen lakott területen kívül – általában a következők: a járművek megközelítési sebességének csökkentése, illetve ennek kikényszerítése forgalomtechnikai eszközökkel, jelzőlámpa telepítése vagy a csomópont átépítése (pl. ún. eltolt csomóponttá alakítás, körforgalom kialakítása stb.).

1.3. Geometriai, forgalomtechnikai kialakítás vizsgálata

A vizsgálatoknak a következőkre kell kitérnie:

- 1.3.1. Elsőbbségi viszonyok
- 1.3.2. A csomópontok távolsága
Lakott területen kívül esetleges egymásra hatás vizsgálata, a szomszédos csomópontok között az előzési látótávolságok megléte.
- 1.3.3. A csomóponton áthaladó sávok számának a változása
Az esetleges sávszám változások hogyan befolyásolják a vezetőt, idejében tájékoztatást kap-e erről, burkolati jelekkel megfelelően van-e kialakítva, felismerhető-e a sávváltási kényszer? A kialakítás megfelel-e az aktuális útkategóriának?
- 1.3.4. Balra (jobbra) kanyarodó sávok
Kialakítása, felismerhetősége, előjelzettsége, szükségessége.
- 1.3.5. Terelőszigetek
Szükségessége (hiánya), kialakítása, felismerhetősége, előjelzettsége.
- 1.3.6. Látótávolságok
Megállási, előzési, becsatlakozási látótávolságok megléte.
- 1.3.7. Csomópont forgalomtechnikai jelzésrendszere
Táblázás, burkolati jelek, világítás, egyéb kiegészítő jelzések.
- 1.3.8. Felismerhetőség
A csomópont azonnal felismerhető-e az összes csomóponti ágból (növényzet, vagy más, a láthatóságot befolyásoló tényezők)?
- 1.3.9. Átláthatóság
Az elsőbbségadásra kötelezett járművezető a

többi közlekedőt azonnal és jól felismerheti-e, világos-e számára az előállt szituáció?

- 1.3.10. Forgalomtechnikai kialakítás
A csomóponton átvezetett forgalmi áramlatok terelőszigetekkel, szegélyekkel, burkolati jelekkel optikailag jól vezetettek-e, egyértelmű-e, hogy a kanyarodó járműveknek hol kell haladniuk?
- 1.3.11. Átjárhatóság
A csomópontot minden közlekedő átjárhatja-e (kanyarodási sugarak, útkategóriának megfelelő kanyarodási sebességek alakulása)?

1.4. Forgalmi folyamatok jellemzői

- 1.4.1. Közlekedési balesetek
A csomópont baleseti helyzetének értékelése az elmúlt időszak (3 vagy 5 év) adatai alapján. A személysérüléssel járó balesetek adatai mellett a hozzáférhető ún. „csak” anyagi káros esetek néhány adatát is célszerű beszerezni.
- 1.4.2. Sebesség
Az átlag és a 85%-os sebesség meghatározása mérésekkel a csomópont ágain.
- 1.4.3. A forgalomnagyságok felmérése
A járműszám, járműösszetétel megállapítása
- 1.4.4. Kerékpárosok és gyalogosok forgalma
Közlekednek-e, és ha igen, biztonságos-e számukra?
- 1.4.5. Vezetői magatartásjellemzők (konfliktus szituációk)
Helyszíni megfigyelések hosszabb időszak alatt és a tapasztalatok összegzése közlekedésszociológiai szempontból, valamint a forgalmi konfliktusteknika módszertana alapján [4].

2. A 6. és a 65. sz. csomópont vizsgálata

2.1. A helyszín adottságai, jellemzői

Elsőbbségi viszonyok

Az elsőbbségi kérdések egyértelműen rendezettek. A 6. sz. elsőrendű főközlekedési útvonal fölérendeltségi viszonyban van a 65. sz. másodrendű főúttal szemben, ami „Elsőbbségadás kötelező” jelzőtáblával a csomópont előtt 100 méterrel előjelzett. A szemközti ágon „ÁLLJ! Elsőbbségadás kötelező” jelzőtábla van kihelyezve. Ez a helyzet esetenként félreértésre adott okot a Siófok felől balra kanyarodó és az „autókereskedés” ág felől egyenesen Siófok felé haladó járművek konfliktuspontjában, az elsőbbség kérdéséről. (A helyszínen megkérdezettek egy része is azt gondolta, hogy a kanyarodó járműnek van elsőbbsége az egyenesen haladni szándékozóval szemben, azért, mert nekik „csak” háromszög alakú táblájuk van, az egyenesen haladóknak pedig nyolcszög alakú.)

A csomóponton áthaladó sávok számának a változása

Ebben a csomópontban nem érvényesül az az elv, hogy lehetőség szerint az egy irányból a csomópontba behaladó és kihaladó sávok száma azonos legyen. Szekszárd felől két sávon érkeznek a járművek. A kihaladás Pécs felé viszont már csak egy sávon lehetséges, ugyanis a külső sáv jobbra kanyarodó sáv

alakul. Pécs felől érkezve egy sávon haladhat a forgalom, majd a csomóponton áthaladva két sávossá válik az adott irány. A két megoldás közül az első a kedvezőtlenebb.

Balra kanyarodó sávok

A főirányból mindkét ágon balra felálló sáv segíti a kanyarodást. A siófoki ágon egyenes-balra sáv található, az autókereskedés felőli ágon pedig nincs balra kanyarodó sáv.

Jobbra kanyarodó sávok

Főirányban a Szekszárd felől érkezőknek van lehetőségük külön jobbra kanyarodó sávon Siófok felé haladni. Ahogy azt korábban is említettük, az a forgalomtechnikai megoldás, amikor azonos irányból a csomópont felé haladó két sáv közül a külső egy idő után jobbra kanyarodó sávvá változik – más helyszíneken szerzett tapasztalataink alapján – többlet kockázatot jelent a közlekedőknek. Gyakran vannak olyan járművezetők, akik figyelmetlenségből vagy fáradtság miatt nem, vagy csak az utolsó pillanatban veszik észre, hogy azon a sávon, amin addig haladtak, nem tudnak egyenesen tovább hajtani, hiszen a csomóponttól már csak jobbra vezet ez a sáv. Ekkor hirtelen kormánymozdulat, váratlan irányváltoztatás – sávváltás – a jellemző reakció, ami baleseti kockázatonövelő tényező.

Terelőszigetek

A csomópontban festett burkolati jelek találhatóak, a burkolat síkjából kiemelkedő forgalomtechnikai jelzések, terelőszigetek nincsenek.

Látótávolságok

Az autókereskedés felőli mellékágból a Pécs felőli irányba az elindulási látótávolság a 70 km/h sebességhatározásnak megfelelő (120 m). A 6. sz. főúton a Pécs felőli ágon a közeledési látómező nem megfelelő.*

Csomópont forgalomtechnikai jelzésrendszere

A csomópontban az alapvető fontosságú forgalomtechnikai jelzések megtalálhatók. Sebességhatározást indokolnak a helyszínen szerzett tapasztalatoknál kívül az elvégzett sebességmérések, illetve a meglévő gyalogos forgalom is. Sebességhatározó (70 km/h) és gyalogos veszélyt jelző tábla csak Pécs irányából található. A másik főirányban nincsenek ilyen táblák.

Az autókereskedés felőli mellékágon töredezett a burkolat, kopottak a felfestések, a kihelyezett Stop-tábla pedig teljesen elhasználódott.

Felismerhetőség

A csomópont felismerhetősége, a néhol kopott burkolati jelek, valamint a vertikális forgalomtechnikai eszközök hiánya miatt átlagosnak mondható. Ez alól csak a Szekszárd felőli ágon található – útbaigazító táblákat tartó – portál a kivétel, ennek pozitív hatása azonban csak a csomópont egyik ágán érvényesül.

Átláthatóság

Átláthatósági, illetve beláthatósági szempontból az autókereskedés felőli ágon éreztünk problémát. A Pécs felől érkezőket – az ív és a növényzet miatt – a biztonságérzetet rontó módon, némileg késve lehet észrevenni.

Forgalomtechnikai kialakítás

Két negatívumot említhetünk e tekintetben. Az egyikről korábban már szoltunk (Szekszárd felől, a külső haladó sáv, a csomópont előtt jobbra kanyarodó sávra válik). A másik kérdéses megoldás, a siófoki ágon Pécs irányába jobbra kanyarodókat érinti. Számukra a „jobbra” felállás úgy lehetséges, hogy a járművet a főpálya tengelyéhez viszonyítva hegyes szögben kell megállítani. Így a vezetőnek igen kényelmetlen helyzetben, a vállá fölött kell balra visszatekintenie, hogy meggyőződjön arról, érkezik-e jármű Szekszárd felől.

Átjárhatóság

A csomópont átjárható, de a nagytestű járművek manőverezése, a szűk kanyarodási ívek miatt nagy figyelmet igényel. Ez különösen a Pécs felől Siófok felé kanyarodó kamionok esetében figyelhető meg.

A csomópont baleseti helyzetét részletesebben értékeltük. A megbízó szakemberei már korábban is úgy ítélték meg, hogy a csomópontban és környezetében a forgalombiztonság javításra szorul. Az elmúlt években néhány kisebb forgalomtechnikai módosítást végeztek, ezek pozitív hatása tapasztalható is volt, a csomópont eredeti kialakítása azonban lényegében nem változott, és a balesetek száma sem csökkent számottevően.

2.2. Baleseti helyzet

A baleseti helyzet értékeléséhez a közútkezelő – a személysérüléssel balesetek adatait tartalmazó – adatbázisát használtuk.[5] Ezenkívül a megyei kht.-tól megkaptuk az elmúlt öt év – rendőrségi jegyzőkönyvek alapján kiegészített – baleseti adatait, amelyek a csak anyagi káros esetekről is tartalmaztak információkat. A baleseti helyzetet elsősorban ezeknek az adatoknak az alapján értékeltük, de a csomópontban részletes helyszíni megfigyeléseket is végeztünk az elemzések kiegészítése céljából.

Általános baleseti helyzet

A 6. sz. főút Tolna megyei szakasza a 81+973 és a 160+020 km szelvények között található (szakasz-hossz: 78,047 km). Az elmúlt öt, illetve három év alatt ezen a szakaszon történt személysérüléssel balesetek adatait az 1. táblázatban találjuk.

A 6. sz. főút Tolna megyei szakaszán az átlagos forgalom: 8226 jármű/nap (10288 E/nap)⁴

Az RBM (Relatív Baleseti Mutató) értéke a három éves baleseti szám és a 2003 évi forgalom alapján számítva: **2,94 baleset/10⁷ jkm.**

Az I. rendű főutak RBM értéke: **3,02⁵ baleset/10⁷ jkm.** A 6. sz. főút Tolna megyei szakaszának RBM értéke tehát gyakorlatilag az útkategóriának megfelelő hazai átlaggal azonos.

Három év adatai alapján kedvezőtlenebb képet kapunk a szakasz baleseti helyzetéről, mint az 5 év adatai

⁴ Forrás: A 2003. évi Országos Közúti Forgalomszámlálás. Kiadja: ÁKMI.

⁵ Forgalmi teljesítmény az I. r. utakon 2003-ban: 18 601 919 jkm/nap. (ÁKMI), Balesetek száma, 2001–2003 között az I. r. utakon: 6166 (KSH)

* Útügyi Műszaki Előírás; ÚT 2-1.201:2001

Időszak	A balesetek száma				A sérültek száma				HBS
	Halálos	Súlyos	Könnyű	összes	Halálos	Súlyos	Könnyű	összes	
1999–2003	32	122	170	324	39	175	324	538	
Éves átlag	6,4	24,4	34	64,8	7,8	35	64,8	107,6	10
2001–2003	22	80	105	207	28	118	213	359	
Éves átlag	7,3	26,6	35	69	9,3	39,3	71	119,6	12

HBS = halálos balesetek sűrűsége (halálos kimenetelű balesetek száma/év/100km)

2. táblázat

Összes motoros forgalom a 6. sz. főúton (ÁNF jármű/nap)

Mérőhely	Kezdő kmsz	Vég kmsz	1999. év	2000. év	2001. év	2002. év	2003. év
131 + 800	130 + 679	131 + 974			6403		6508
136 + 300	131 + 974	137 + 300		6693		7211	6726
139 + 800	137 + 300	140 + 049	9982	10367	11600	11736	13550
141 + 800	140 + 049	142 + 792	9954	11068	11569	11200	11940
157 + 000	142 + 792	157 + 420	7406	7335	7389	7923	8673

szerint. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy ezen a szakaszon romlott a helyzet, amit részben a forgalom növekedése indokolhat. Jelentős forgalomnövekedést mutat a 137–143 km szelvények közötti szakasz, amelyen a vizsgálatra kiválasztott két csomópont is elhelyezkedik. (Az ÁKMI kiadványban megtalálható adatokat mutatja a 2. táblázat.)

A 65. sz. főút forgalma 2003-ban, a 0+400 km szelvényben található mérőhely adatai szerint: 4923 jármű/nap volt.

Ellenőriztük, hogy a 6. sz. főút Tolna megyei szakaszán találhatók-e baleseti góchelyek, és megnéztük, hogy a vizsgálatra kijelölt közúti csomópontok szerepelnek-e közöttük. Első közelítésben a Tolna megyei részt 500 méteres szakaszokra osztottuk, és megvizsgáltuk, hol vannak az átlagosnál több balesetet tartalmazó részzszakaszok. (Az 500 méteres – viszonylag hosszú – részzszakasz választását elsősorban a helyazonosítási pontatlanságok indokolhatják.) A Tolna megyei szakaszon 156 részzszakasz található, az átlagos balesetsűrűség az öt éves időszak alatt: $324/156 = 2,07$ baleset/500 m.

A WIN-BAL programmal megkerestük, hogy hány db olyan 500 m hosszú rész található a 6. sz. főút vizsgált megyei szakaszán, ahol nem történt baleset a vizsgált öt év alatt, illetve ahol 1, 2, ... stb. baleset fordult elő. Az eredményt a 3. ábrán látható oszlopok mutatják. Az oszlopok jellegzetes eloszlásgörbe képét „rajzolják” ki. Feltételeztük, hogy a balesetek Poisson-eloszlás szerint szóródnak

a vizsgált szakaszon⁶ ($\lambda = 2,07$), és kiszámítottuk ennek alapján a gyakorisági görbét. Az eredményt a 3. ábrán látható folytonos vonal mutatja. Az illeszkedés láthatóan nem pontos, de az elméleti és gyakorlati eloszlások jellege hasonló. Az mindenestre megállapítható, minimális a valószínűsége annak, hogy az adott útvonalon legyen olyan 500 méteres szakasz,

3. táblázat

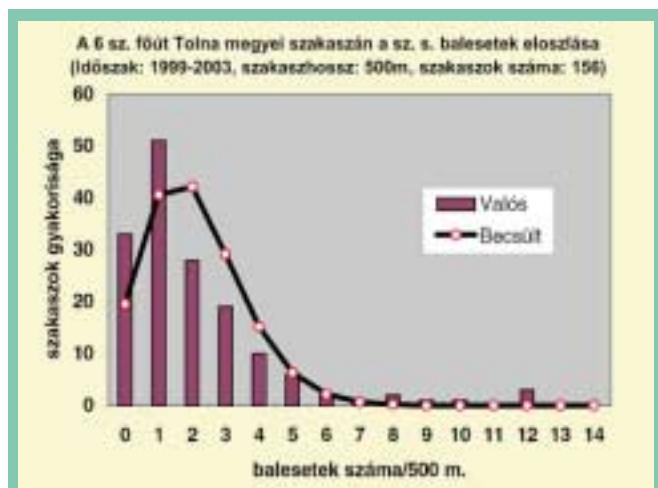
A 6. sz. főút „gócgyanús” szakaszai. (500 m) (kilométer, méter)

A szakasz eleje	A szakasz vége	A balesetek száma/5 év	6–63 főúti csp.	6–65 főúti csp.
1. 140,473	140,973	8		
2. 131,973	132,473	8		
3. 156,973	157,473	9		
4. 84,973	85,473	10		
5. 142,473	142,973	12		142,792
6. 136,973	137,473	12	137,300	
7. 87,473	87,973	12		

4. táblázat

A balesetek és a sérültek számának gyakorisága a 6. sz. főúton

A 6 sz. főút szakaszai	Hossz (km)	B (eset)	S (eset)	Baleset-sűrűség (baleset/km)	Sérült-sűrűség (sérült/km)
81,973 – 160,020	78,04	324	538	0,83	1,37
136,000 – 143,000	7,0	49	81	1,40	2,31
142,500 – 143,000	0,5	12	23	4,80	9,20



3. ábra: Személy sérüléses balesetek a 6. sz. főúton

amelyen nyolc vagy annál több baleset forduljon elő öt év alatt. A gyakorlatban azonban találtunk olyan szakaszokat, ahol nemcsak nyolc, hanem még 12 baleset is előfordult (3. táblázat).

A vizsgálatra kijelölt két csomópont a legnagyobb baleset gyakoriságú szakaszokon belül található, indokolt tehát a részletes forgalombiztonsági értékelés.

A két csomópont környezetében, illetve a két csomópont közötti szakaszon nagy a balesetgyakoriság. Három különböző hosszúságú útszakasz baleseti (B) és sérülési (S) gyakoriságára vonatkozó mutatóit számítottuk ki az 1999–2003 közötti évek adataival (4. táblázat).

⁶ Közel azonos körülmények között a balesetek eloszlása egy útvonalon elvileg Poisson-eloszlást követ. A feladat keretében matematikai eszközökkel nem vizsgáltuk, hogy adott szakaszon igaz-e a feltételezés

A két vizsgált közúti csomópontot magába foglaló főúti szakaszon a baleset- és sérült- „sűrűség” kb. 50%-kal nagyobb, mint a teljes Tolna megyei szakaszon. A 6. és 65. sz. főút csomópontjának környezetében az átlagosan egy kilométerre jutó sérültek száma pedig a teljes megyei szakasz átlagának közel hat-szorosa. Jogos tehát a csomóponti környezetet bal-eseti góchelynek minősíteni.

A sérülés kimenetelétől függően súlyozva is szokás az adatokat ábrázolni, így az egyszerűsített súlyossági „térképet” lehet létrehozni. Ennek egy részletét mutatja a 4. ábra. A 6. és 65. sz. főút csomópontja – a sérülési súlyosság szempontjából – kedvezőtlenebb helyzetet mutat, mint a másik (6–63) csomópont.



4. ábra: Súlyozott sérülési adatok

Csomóponti balesetek a 6. sz. I. rendű főúton és a 65. sz. II. rendű főút csomópontján

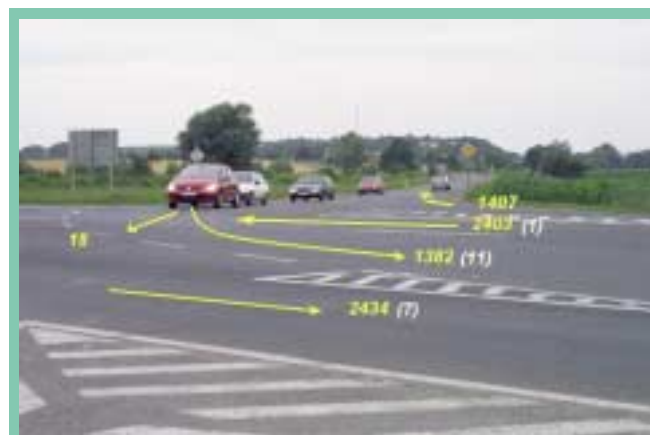
Az egyszerűsített ponttérkép típusai, valamint a csak anyagi káros esetek adatai alapján megállapítható, hogy a gócgyanús szakaszon a legtöbb baleset ún. csomóponti baleset, vagyis keresztező irányban haladó járművek ütközése. Figyelemreméltó azonban, hogy előfordult szembe haladó járművek ütközése és egyjárműves baleset is. Ahogyan korábban említettük, a statisztikai adatlap információi egyértelműen nem (vagy nem minden esetben) alkalmasak a tényleges baleseti szituáció megítélésére. A Tolna Megyei Rendőr-főkapitányságtól azonban megkaptuk a csak anyagi

káros balesetek adataival kiegészített, a konfliktushelyzetek értékelésére alkalmas információkat, így lehetőség volt a csomóponti ütközési szituációk elemzésére is.

A csomópontot magába foglaló 500 méteres útszakaszon 1999. és 2003. között egy halálos, hat súlyos és öt könnyű kimenetelű baleset adatai találhatóak a KSH adatbázisában (5. táblázat). Több anyagi káros baleset adatát is megkaptuk, de ezek közül csak nyolc baleset szituációját tudtuk azonosítani és az ütközési mátrixban felhasználni.

A megbízó 2x4 órás tájékoztató jellegű, honnan-hová forgalomszámlálást végeztetett 2003 nyarán. A csomópont fényképére rajzoltuk az egyes irányokban mért forgalom nagyságát (jármű/8 óra) dimenzióban. (Az 5. ábrán zárójelben a mozgásirány száma látható.) A 6. sz. főúton mindkét irányban egyenesen haladó forgalom a legnagyobb, és irányonként egyenlő. A 65. sz. főútról balra, Szekszárd felé és az útra Szekszárd felől jobbra gyakorlatilag szintén egyenlő nagyságú, de az egyenesen haladóhoz képest fele akkora forgalom kanyarodik. Első pillanatra az 1. és a 11. irányban haladók ütközése tűnik kritikusnak, a 6. ábrán látható konfliktus mátrix azonban mást mutat.

Az 1999. és 2003. év közötti időszakban történt összesen 20 közúti balesetről rendelkezésünkre álló információk alapján elkészítettük a csomóponti kon-



5. ábra: Forgalmi adatok a 6. és a 65. sz. főút csomópontjában

5. táblázat

A 6. sz. főút 142,500–143,000 km szelvényei között történt személysérüléssel járó balesetek főbb jellemzői

Baleset	Év	Hó	Nap	Óra	Kimenetel	Természet	Út	Látás	Résztvevők
1.	2000	01	péntek	07:12	S	SZEMBE	havas	nappal	szgk-tgk
2.	2000	08	szerda	09:35	K	KERESZT	száraz	nappal	szgk-szgk
3.	2002	01	szerda	09:15	K	KERESZT	száraz	nappal	szk-szgk
4.	2002	03	csütörtök	09:00	S	KERESZT	száraz	nappal	szgk-szgk
5.	2002	06	csütörtök	18:52	H	KERESZT	száraz	nappal	tgk-szgk
6.	2002	12	péntek	08:50	S	SZEMBE	havas	nappal	nytgk-tgk
7.	2002	12	vasárnap	13:15	S	EGYJÁRM	nedves	nappal	szgk
8.	2003	05	csütörtök	08:10	K	UTOLÉR	száraz	nappal	szgk-szgk
9.	2003	07	péntek	22:20	S	KERESZT	száraz	éjszaka	szgk-szgk
10.	2003	07	szombat	09:15	S	KERESZT	száraz	nappal	szgk-szgk
11.	2003	09	kedd	07:10	K	KERESZT	nedves	nappal	szgk-szgk
12.	2003	10	csütörtök	09:15	K	KERESZT	nedves	nappal	szgk-szgk

A baleset természete: SZEMBE = szembe haladó járművek ütközése, KERESZT = kereszti irányba haladó járművek ütközése, EGYJÁRMŰ = egyjárműves (magános) baleset, UTOLÉR = azonos irányba haladó járművek ütközése.

A baleset kimenetele: H = halálos, S = súlyos, K = könnyű

		Honnan											
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Hova	1.												
	2.												
	3.												
	4.	0	0	0									
	5.	0	0										
	6.												
	7.		0		0	0	0						
	8.	0		0	0	0							
	9.		0										
	10.	1	0			0		3	0	0			
	11.	4	0		0	0	0	10	1				
	12.	1				0							

6. ábra: Konfliktus mátrix

liktusmátrixot. (Az oszlopokban a „honnan”, a sorokban pedig a „hova” mozgásirányok számai találhatók.)

A lehetséges mozgásirányok megnevezése:

1. A 6-os úton Szekszárd felől egyenesen Pécs felé
2. A 6-os úton Szekszárd felől balra az autókereskedés felé
3. A 6-os úton Szekszárd felől jobbra Siófok felé a 65-ös útra
4. Az autókereskedés felől egyenesen Siófok felé a 65-ös útra
5. Az autókereskedés felől balra Pécs felé a 6-os útra
6. Az autókereskedés felől jobbra Szekszárd felé a 6-os útra
7. A 6-os úton Pécs felől egyenesen Szekszárd felé
8. A 6-os úton Pécs felől balra Siófok felé a 65-ös útra
9. A 6-os úton Pécs felől jobbra az autókereskedés felé
10. A 65-ös útról Siófok felől egyenesen az autókereskedés felé
11. A 65-ös útról Siófok felől balra Szekszárd felé a 6-os útra
12. A 65-ös útról Siófok felől jobbra Pécs felé a 6-os útra

A konfliktusmátrix szimmetrikus, ezért csak az átlótól balra eső cellákat vettük figyelembe. Kiemeléssel jelöltük a konfliktusban lévő mozgáspárokat. Ezekbe a cellákba beírtuk az 1999-től 2003-ig történt balesetek számát.

A leggyakoribb konfliktus szituációk a következők:

- Tíz baleset során a Siófok irányából Szekszárd felé kanyarodó és Pécs felől egyenesen Szekszárd felé haladó járművek ütközése (7–11).
- Négy baleset során a Siófok felől Szekszárd felé kanyarodó és Szekszárd felől egyenesen Pécs felé haladó járművek ütköztek (1–11).
- Három baleset során a Siófok felől érkező, a főutat keresztezni szándékozó és a főútvonalon Pécs felől Szekszárd felé haladó jármű ütközött össze (7–10).

Összesen 29 konfliktuspont van, ezek közül csak 6 ponton történt baleset. A forgalomnagyságok lényegében indokolják az (1–10), (1–11) valamint a (7–10)

konfliktuspont baleseteit. Külsőségi szakaszon ilyen nagyságú forgalmak metszéspontjaiban öt év alatt három vagy négy baleset véleményünk szerint nem tekinthető „rendellenesnek”.

Rendellenes viszont a (7–11) mozgásirányok konfliktuspontjában történt nagy esetszám, elsősorban azért, mert elvileg a két mozgásirány nem is kerül közvetlen konfliktusba, hiszen a Pécs felől érkező és egyenesen Szekszárd irányába tovább haladó járművek, illetve a Siófok felől balra Szekszárd (Budapest) irányába kanyarodó járművek részére külön forgalmi sáv van kijelölve (1. ábra vagy 5. ábra).

Mindezek alapján a javasolt beavatkozás elsődleges célja, hogy a járművezetők egyértelműen fel tudják ismerni a forgalmi helyzetet, és a manőverek közben maradjanak meg a számukra kijelölt forgalmi sávokban.

A balesetek számának időbeli alakulása

Láttuk korábban, hogy a 6. sz. főút vizsgált szakaszán az elmúlt években folyamatosan nőtt a forgalom, és viszonylag nagy a balesetgyakoriság is. Ellenőriztük, hogy a kedvezőtlen tendencia folytatódott-e 2004-ben is. A vizsgálat idején még nem, de a cikk írásakor már rendelkezésre álltak a 2004 év első 9 hónapjának adatai is. Az elmúlt 5 év első 9 hónapjában a vizsgált szakaszon történt balesetek számát a 7. ábrán mutatjuk. Láthatóan a növekvő irányzat folytatódott, mind a 7 km hosszú részzszakaszon, mind a 6. és a 65. sz. főút csomópontjának környezetében. (A vizsgálat eredménye alapján javasolt beavatkozásokat ez a tény is indokolja.)

A balesetek elemzésekor az egyéb körülményeket is áttekintettük. A csomópontban, illetve előtte és utána 200 méteres szakaszon öt év alatt 12 személysérüléssel járó baleset történt, ezek során 23 ember sérült meg. A baleset okozói mind férfiak voltak. Az okozók életkori megoszlása: (egy balesetnél nem adták meg az okozó életkorát)

30–39 év között:	3 fő
40–49 év között:	4 fő
50–59 év között:	2 fő
60 évesnél idősebb:	2 fő

Az okozó járművek között 1 tehergépkocsi és 1 nyerges vontató szerepelt, a többi személygépkocsi volt.

A balesetek egy kivételével nappal történtek. Az útburkolat hét esetben száraz és öt esetben nedves (havas) volt. Az időjárási viszonyra vonatkozó megjelölés pedig hat esetben borús, hat esetben pedig derűs volt.



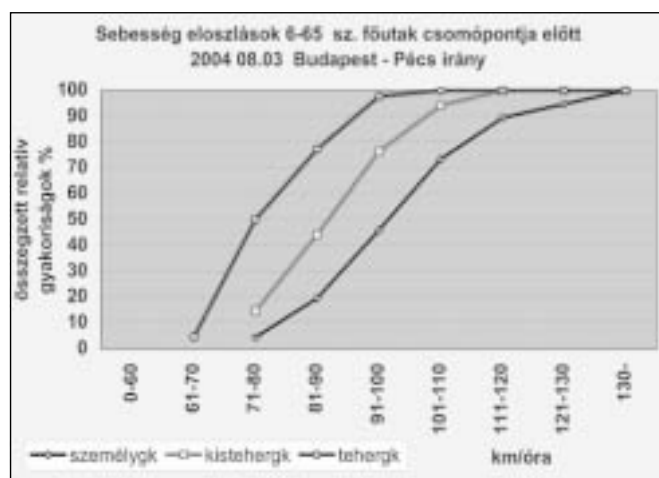
7. ábra: A baleseti adatok idősorai

A – statisztikai értelemben – kis esetszám adatai alapján nem lehet rendellenesnek nevezhető olyan külső okot megjelölni, ami az adott helyen a balesetek halmozódását indokolná.

2.3. Sebességmérések

A vizsgált csomópontok előtt kialakuló szabad sebességeket mérésrel határoztuk meg. Az előre lemerített távolság megtételéhez szükséges időket nagy pontosságú időmérő eszközzel mértük, és az adatok alapján határoztuk meg a csomópontokhoz közelítő – nem konvojban haladó – járművek sebességét.

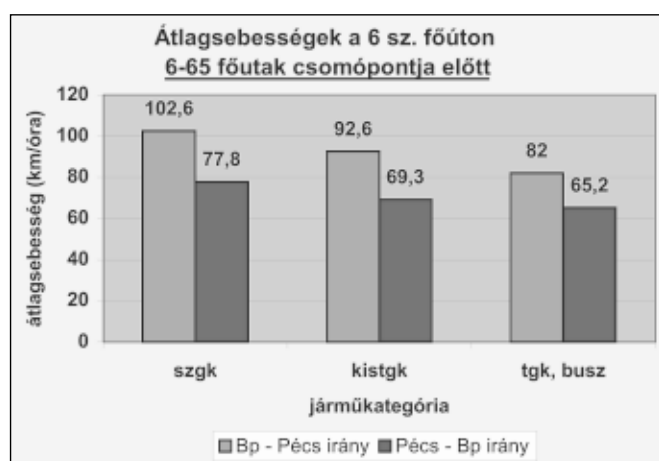
A 6. és 65. sz. főút csomópontja előtt 100 m távolságban mértünk. Az alaptávolság 66 m, a mérés ideje: 2004. augusztus 3. kedd. A mért járműkategóriák: személygépkocsi, kis tehergépkocsi, nagy tehergépkocsi. A mérés eredményeit a 8. ábra mutatja.



8. ábra: Sebességeloszlások

A csomópontokhoz közelítő forgalom átlagsebességeit mutatja a 9. ábra. A Budapest felől közelítő forgalom átlagsebessége lényegesen nagyobb, mint a Pécs felől közelítő forgalomé. Pécs felől érkezve a csomópont előtt 70 km/h sebességkorlátozó tábla van kihelyezve. Valószínű, hogy ez a tábla nem teljesen hatástalan, vagyis az ezen az oldalon mért átlagsebesség nemcsak az út kialakítása és vonalvezetése miatt, hanem a korlátozás eredményeként lett kisebb.

A Budapest irányából érkezett személygépjárművek átlagsebessége (és nyilvánvalóan a 85%-os sebes-



9. ábra: Átlagsebesség értékek

sége is) a megengedett 90 km/h felett van. Ennek egyik oka, hogy a főút kiépítése nem I. rendű főútra, inkább autóútra „emlékezteti” a forgalom résztvevőit. Megfelelő vonalvezetés, 2x2 forgalmi sáv a megfelelő szélességgel nem teszi a 90 km/h korlátot elfogadhatóvá a nagyteljesítményű személygépkocsik, illetve kis áruszállítók, kis buszok vezetőinek. A forgalombiztonság érdekében a lehetséges forgalomtechnikai eszközökkel mérsékelni kell a megközelítési sebességet. Véleményünk szerint a sebességkorlátozó táblák önmagukban nem elegendők. Javaslatunk szerint megfelelő kiegészítő burkolati jeleket lenne célszerű alkalmazni, amelyek elhelyezésükkel is felhívják a gépjárművezetők figyelmét a közeledő csomópontokra, a keresztező forgalomra és a sebességük csökkentésén kívül a vezetők „magasabb készségi szintjét” válthatják ki. (A forgalomtechnikai eszközöknél természetesen hatásosabbak a „kikényszerítő” eszközök, pl. rendőri jelenlét melletti sebességmérés, illetve a nálunk még nem alkalmazott automatikus forgalomfigyelő, sebességmérő berendezések használata.)

2.4. A közlekedők magatartásának megfigyelése

A közlekedők magatartásának megfigyeléséhez – a korábbi vizsgálatok [6, 7] tapasztalataira építve – videofelvételeket készítettünk a vizsgált csomópontokban, és ezek elemzése alapján vontunk le következtetéseket a járművezetők viselkedésére. A kiértékeléskor sokszor lassítva, ha kellett kockáról kockára elemeztük a felvételeket, felhasználva a helyszínen készített feljegyzéseinket is.

A 6. és a 65. számú főút csomópontjában két kamerával készültek egyidejűleg felvételek. Az egyiket a 6. sz. főút felett átívelő konzolra helyeztük, ez a kamera magasból rögzítette a csomópont centrális részén a járműmozgásokat. A visszajátszáskor jól lehetett elemezni a Siófok felől Szekszárd irányába balra kanyarodó, továbbá a 6. sz. főúton haladó járművek mozgásait.

A másik kamera a csomópontot messzebből, nagyobb látószöggel vette. Ezt a kamerát a szekszárdi ágon, a Pécs irányába közlekedő autóbuszok megállóját jelző tábla tartóoszlopára rögzítettük. A kamerát a járművezetők nem vehették észre, mert eltakarta az a tábla, amelyre kifüggesztik az autóbuszjáratok menetrendjét.

A videofelvételek mellett időnként megfigyeltük az alárendelt útvonalakon érkező, elsőbbségadásra kötelezett járművezetők fejmozgásait is.

2.4.1. Jellegzetes magatartásformák

2004. augusztus 3-án 7.30 és 8.30 között 100 olyan gépjármű mozgását figyeltük meg, amely Siófok felől Szekszárd felé kanyarodott, és amely előtt nem haladt másik jármű. A megfigyelt gépjárművek közül 67 a megfelelő íven kanyarodott, 26 leszűkítette a kanyarodás ívét, érintette, illetve behaladt a szekszárdi ág balra kanyarodó sávjába (10. ábra), 7 gépjármű érintette, illetve átlépte a kanyarodás ívét jelző terelővonalat. A 7 gépjármű közül 3 behaladt a külső forgalmi sávba. (11. ábra)



10. ábra: Jellegzetes magatartásformák



12. ábra: Jellegzetes magatartásformák



11. ábra: Jellegzetes magatartásformák

Mi az oka annak, hogy a gépjárművezetők nem mindig követték a terelővonal ívét? Az egyik az, hogy a kora délelőtti órákban a fény úgy tükröződik az aszfalt burkolaton, hogy a gépjárművezetők szemszögéből szinte semmi nem látszik a terelővonalból.

További ok az lehet, hogy azok a gépjárművezetők, akik nem ismerik a csomópontot, nincsenek tudatában annak, hogy a 6-os út két sávra bővül, és a belső forgalmi sávba kell kanyarodni. Többször megfigyeltük, hogy a gépjárművezetők bizonytalanul viselkedtek: először nagyobb íven kezdték meg a balra kanyarodást, majd amikor felismerték a helyzetet, hirtelen szűkítették a kanyarodás ívét.

Szekszárd felől a besorolás rendjét jelző tábla idejében figyelmezteti a gépjárművezetőket a forgalmi rendre, az útburkolatra felfestett útszámok és nyilak egyértelművé teszik, hogy a külső sáv a 65-ös útra vezet, a belső sávból lehet továbbhaladni a 6-os útra. A szükséges sávváltásokat a gépjárművezetők idejében végrehajtják, ebből származó konfliktust a megfigyelési idő alatt nem regisztráltunk.

A szekszárdi ágon a Pécs felé vezető irányban kiépítettek egy autóbussmegállót, autóbuszöböllel. Súlyos hiányosság, hogy a megállóhoz nem vezet járda, így az utasok nem tudják a megállóhelyet biztonságosan megközelíteni. Annak ellenére, hogy az autóbusról leszálló utasok nagy figyelemmel és a megfelelő hosszúságú időrést kivárva keresztezték az utat, nem tartható biztonságosnak a gyalogosátkelés ezen a

szakaszon. A gépjárművek itt nagy sebességgel közlekednek (különösen Szekszárd felől), vezetőik nem számítanak gyalogosok átkelésére (12. ábra).

A Pécs felől érkező járművekre 70 km/h sebességkorlátozás vonatkozik. A járművezetők enyhe jobb kanyar után látják be teljesen a csomópontot. A csomópont előtt az út két forgalmi sávra szélesedik, a külső sávból egyenesen lehet tovább haladni és jobbra lehet bekanyarodni (az autókereskedés irányába), a belső forgalmi sávból pedig balra lehet bekanyarodni Siófok irányába. Azonban az a sáv, amelyre be kell kanyarodni, nem elég széles. A 13. ábrán látható, hogy hosszú járműszerelvénnel bekanyarodáskor a jármű igénybe veszi a forgalom elől elzárt területet is. Ilyen manőver közben a hibázás valószínűsége megnövekszik, ugyanis a hosszú járműszerelvénnyel vezetőjének a visszapillantó tükörben ellenőriznie kell a jármű hátsó részének helyzetét, ugyanakkor figyelnie kell a szemből érkező, jobbra kanyarodó járműre is.



13. ábra: Jellegzetes magatartásformák

2.4.2. Szándékos szabálysértések

Megfigyeltünk olyan szándékos szabálysértéseket is, amelyeket a csomópont átépítésével nem lehet megakadályozni. Ezek közül kiemelnénk a megengedett sebesség túllépését és a tiltott előzést. A balra kanyarodást szolgáló sávok igénybevétele végrehajtott előzés az utóbbi időben nagyon gyakorivá vált, terjedését gyakoribb rendőri ellenőrzéssel, és szigorú bün-



14. ábra: Jellegzetes magatartásformák

tetéssel lehetne megakadályozni. Ilyen tiltott előzés látható a 14. ábrán.

3. Összefoglaló megállapítások és javaslatok

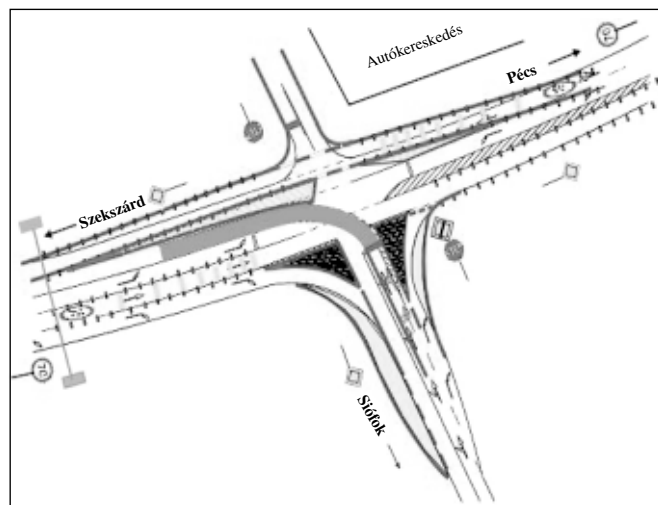
A 6. és a 65. sz. főút csomópontja két országos közút külsőségi szakaszán található T alakú kereszteződés, amelyhez azonban csekély helyi forgalmat kiszolgáló, alacsony színvonalon kiépített negyedik ág is csatlakozik. A cikkben bemutatjuk az ebben a csomópontban 2004 nyarán elvégzett forgalomtechnikai vizsgálat néhány részletét. A csomópont és közvetlen környezete baleseti góchelynek minősíthető. A vizsgálat szerint a csomóponti balesetek fő oka – néhány kisebb forgalomtechnikai hiányosság mellett –, hogy a csomópontban az egyik gyakori kanyarodási manőver során követendő nyomvonal nehezen ismerhető fel. Ennek következtében sok a helytelen ívű kanyarodás, ami miatt konfliktusba kerülnek az egymás nyomvonalát egyébként elkerülő mozgásirányok. Sajnos ebben a csomópontban is jellemző a hazai külsőségi csomópontoknál tapasztalt „alaphelyzet”, a főirányban haladó gépjárművek megközelítési sebessége túlzottan nagy, emiatt a főutat keresztezni szándékozók sok esetben nehezen megoldható manőverekre kényszerülnek, hibás döntéseket hoznak. A csomópont egyes részelemeinek kialakításakor esetenként nem veszik figyelembe a közlekedők szempontjait, amivel ha közvetlen balesetveszélyt nem is, de kényelmetlenséget okoznak. A csomópont részletes vizsgálatának eredményei számunkra megerősítik, hogy a tervezéskor, a kivitelezéskor és a forgalomba helyezéskor lelkiismeretesen elvégzett szakszerű közúti biztonsági audit nagymértékben emelné a hálózat csomópontjainak a minőségét mind forgalmi, mind baleseti szempontból. A kialakítással kapcsolatos, a forgalombiztonságot is befolyásoló kisebb-nagyobb hiányosságokat nem egy későbbi forgalombiztonsági felülvizsgálat során, hanem a forgalomba helyezés előtt fel lehetne ismerni és ki lehetne küszöbölni.

Ismerve a közútkezelők pénzügyi problémáit, több ütemben bevezetendő – összességükben kis költségű – beavatkozásokat javasoltunk, amelyek rövid távon a forgalomtechnikai jelzések állapotának a javítására, új jelzések telepítésére, a megközelítési sebességek mérséklésére és a felismerhetőség javítására

vonatkoznak. A későbbiekben kisebb geometriai korrekciókat, sávelhúzásokat, sávnýújtásokat, a forgalmi irányok határozottabb optikai „megvezetését” szolgáló kiegészítő eszközök kihelyezését, a buszmegálló megközelítésének biztonságosabb megoldását is indokoltnak tartjuk a csomópont általános biztonsági helyzetének javítására.

Ha a csomópontban a megközelítési sebességek ésszerű mérséklését az ajánlott forgalomtechnikai jelzésekkel nem lehet elérni, javasolható automatikus sebességellenőrző berendezés elhelyezése a csomóponti portálra. Ennek „jótékony” hatása a csomópont környezetére is kiterjedne.

A javaslatok egy részét mutatja a 15. ábra. A mellékirányokban Stop-tábla elhelyezését és a Pécs–Szekszárd főirányú sáv enyhe elhúzását javasoljuk, növelve a távolságot a Siófok felől becsatlakozó járművektől. A főirányokban a sebességkorlátozó táblát mutató burkolati jelek festését, illetve burkolatba épített fényvisszaverő prizmák elhelyezését, valamint sebességsökkentő keresztirányú bordák létesítését ajánljuk. A csomópont siófoki ágát megszülecsítenénk, elősegítve a kanyarodó mozgásokat, továbbá kiemeljük a szigeteket a burkolat síkjából. Javasoljuk, hogy a Szekszárd irányába csatlakozó sávot – a jelenlegi gyakorlat szerint szokatlan módon – az eredetitől eltérő színű burkolattal lássák el, mert így könnyebben felismerhető.



15. ábra: Javaslat a 6. és a 65. sz. főút csomópontjának kialakítására

Irodalom

- [1] Forgalombiztonsági felülvizsgálat és javaslatok készítése a közlekedésbiztonságot javító költség-hatékony megoldásokra. (Vizsgálati jelentés.) Megrendelő: Tolna Megyei Állami Közútkezelő Kht. Szakmai konzulens: Guld István. Témafelelős: Szeghy Balázs. Készítette: Biztonságkutató Mérnöki Iroda. (témafelelős: dr. Jankó Domokos, közreműködő: Jákli Zoltán, Siska Tamás) 2004.
- [2] Jákli Z.: Kanyarodó mozgások elősegítése jelzőlámpa nélküli csomópontokban; előadás, Forgalomtechnikai és Közútkezelői Napok, Balatonföldvár, 2000.

- [3] Herkt, S.: Strassenwesen. Fachhochschule Bochum, Fachbereich Bauingenieurwesen, Fachgebiet Verkehrswesen, 1999.
- [4] Jákli Z.: Kézikönyv a forgalmi konfliktusteknikai alkalmazásához, KTI Rt., 1996.
- [5] WIN-BAL 4.2 Személy sérüléses közúti közlekedési balesetek adatainak kezelő programja. Megrendelő: ÁKMI-UKIG. Készítette: Biztonságkutató Mérnöki Iroda, Budapest, 2004.
- [6] Gépjárművezetők magatartásának megfigyelése és elemzése vasúti átjárókban; Együtt Bt., kutatási jelentés, 1998. május. Témafelelős: Siska Tamás. Megbízó: Közlekedéstudományi Intézet Rt. Konzulens: Mocsári Tibor.
- [7] Külföldi gépjárművezetők magatartásának megfigyelése és elemzése; Együtt Bt., témajelentés, 2000. október. Témafelelős: Siska Tamás. Megbízó: Biztonságkutató Mérnöki Iroda Bt. Konzulens: dr. Jankó Domokos

Summaries

Dr. Domokos Jankó – Zoltán Jákli – Tamás Siska: Traffic safety revision of intersection of main roads no. 6 and 65 (Page 17)

A traffic safety revision has been performed in 2004 for the Tolna County Road Management. General principles of revision are functional analysis, evaluation of local circumstances, assessment of alignment, geometry and traffic-engineering installations, characteristics of traffic flow and accidents occurred. A detailed analysis of the given intersection based on general principles evaluated the current situation. Speed measurements and driver behaviour observation completed the revision. The main problem is that in one specific direction the recognition of the proper movement is not ensured therefore drivers move on an improper curve causing conflicts where otherwise they should not occur. Low cost improvement proposals may provide better conditions for road users driving through the intersection.

László Szilvágyi – Péter Schell: Pile load tests of the northern Danube bridge of the M0 motorway ring (Page 27)

The riverbed piers of the bridge have been designed with 46 piles, each with a length of 17-19 meters, 1,5 m diameter. The flood area piers will be founded on 12-16 piles with a length of 14-20 meters, 1,2 m diameter. In order to obtain sound soil data, 22 exploratory holes have been drilled. To confirm pile lengths and to determine the load-settlement behaviour of the piles, 13 dynamic load tests and 7 CPT static load tests have been carried out. The test results verified the pile design results.

Mihály Karsai – András Pirityi: Survey and computer-aided assessment of axle load measurement sites (Page 31)

Regional units of the General Inspectorate of Transport perform axle load checks in Hungary. Overweighed axles induce fines and in certain cases legal procedures therefore measurement sites must fulfil condition criteria prescribed by the National Office of Measures. Geodetic survey and computer-aided assessment of axle load measurement sites have taken place recently. The article presents theory and practical application of survey and assessment. Results indicate that almost half of measurement sites are not suitable therefore an improvement program has been initiated in order to protect pavements and structures.

Szilváygi László¹ – Schell Péter²

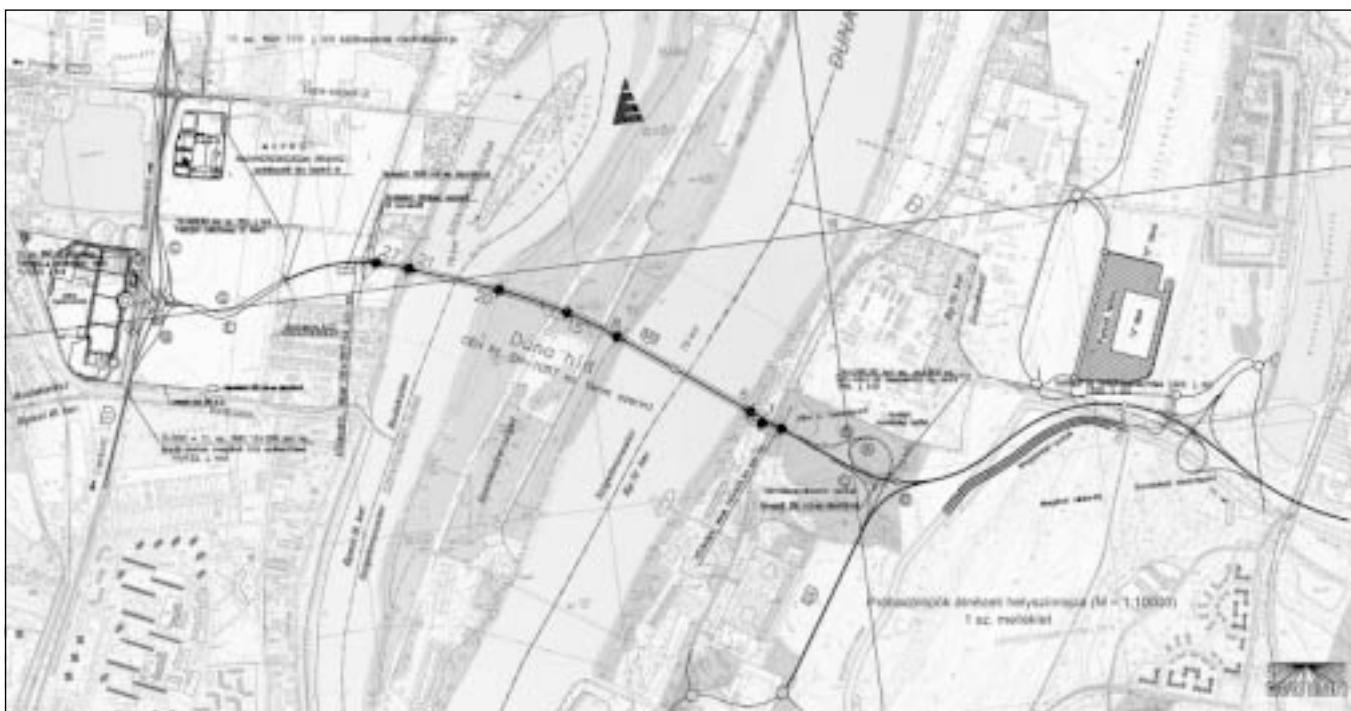
Több űtemben, közel tíz éves munkával elkészűlték az M0 útgőyűrű északi Duna hídjának ajánlati tervei. Az egyes tervfázisokhoz szükséges geotechnikai szakvéleményeket a Geoplan Mérnői Szolgáltató és Kereskedelmi Kft. készítette. Társaságunk szakmai irányítóként szintén részt vett a kivitelezés megkezdése előtti próbaterhelésekben, azok kiértékelésében és az alapozás véglegesen számításba vehető teherbírásnak a meghatározásában.

A híd pontos helyének kiválasztására hosszas hatósági, környezetvédelmi egyeztetéseket követően került sor. A műtárgy első változatára 1994-ben készítettűnk engedélyezési tervet. Az évek során a híd szerkezete több alkalommal módosult, az illetékesek végűl a már korábban is elfogadott ferdekábeles híd megépítése mellett döntöttek.

parti ártéri híd Budapest IV. kerűletében, Székesdűlő és Káposztásmegyer határában készűl. A Szentendrei-szigeten tervezett ártéri hidat a sziget déli csűcskének közelében, Szigetmonostorhoz tartozó terűleteken, a jobb parti ártéri hidat pedig az Omszki tótól délkeletre, Budakalász terűletén építik (1. ábra).

A vizsgált terűlet geomorfológiai értelemben a Duna völgyében, a Budai hegység lábánál, a Pesti-síkság teraszfelszínén helyezkedik el. A részletes geológiai ismertetéstől eltekintve összefoglalóan megállapítható, hogy a tervezett műtárgy helyén nagy vastagságban oligocén agyag alapréteg jellemző, amelyre a Duna pleisztocén homokos kavics, kavicsos homok rétegei, majd holocén futóhomokok, ártéri űledékek telepűltek.

A műtárgy végleges helyén a talajrétegződés feltárására több űtemben összesen 18 db 25–30 m mély nagy-



1. ábra: Átnézeti helyszínrajz

Az új műtárgy ajánlati tervei a 2004. év folyamán készűltek el – a generáltervező CÉH Tervező, Berűházó és Fővállalkozó Rt. irányításával. A Duna két partján a forgalmi kapcsolatokhoz szükséges 2. sz., illetve a 11. sz. főűt csomópontjait az Unifex '83 Műszaki Tervező és Fejlesztő Rt. egyidejűleg, de külön tervezési szerződés alapján tervezte.

A két meder- és három ártéri hídból álló, 1862 m hosszú műtárgy az M0 74+525 – 76+387 km szelvényei között 28 támasszal épűl. A pesti oldalon öt, a Szentendrei-szigeten 13, a budai parton hat támasz készűl. A Duna két ágában 2-2 mederpillér épűl. A bal

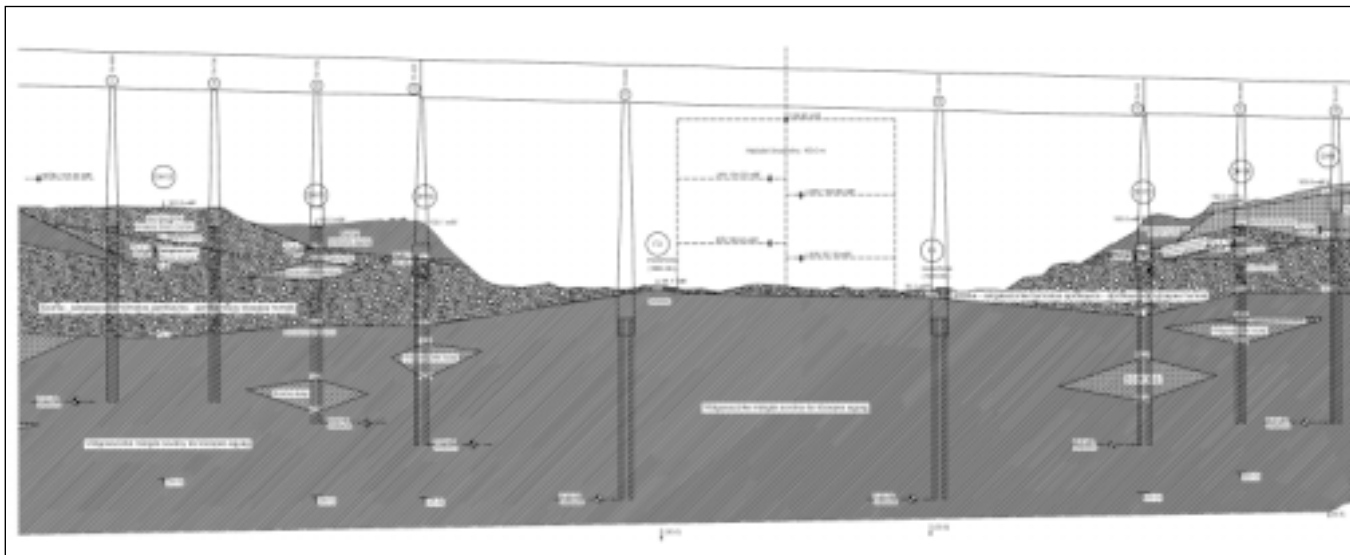
átmérőjű parti fűrás, négy mederfűrás, 13 dinamikus verőszonda és 7 statikus szonda (CPT) készűlt. (2. ábra).

A feltárások adatai alapján a folyó két partján, illetve a Szentendrei-szigeten a 2,2–6,9 m vastagságű fedőréteg igen változatos kifejlődésben jelentkezett. Különböző kötöttségű agyakok, átmeneti talajok és finom szemcsés rétegek egyaránt előfordultak. A rétegsor döntően laza, helyenként közepesen tömör telepűlésű, átlagos teherbírássű.

A feltárások ez alatt, a 95,1–100,2 mBf szinten érték el a Duna terasz durva szemcsés rétegsorát. A feltárt talajok a geotechnikai osztályozás szerint döntően aprókavicsos közepes homoknak, homokos aprókavicsnak minősűlnek, 19–89% közötti kavicsstartalommal. A rétegsor osztályozottsága igen változó, egyenlőtlenségi mutatója (U) 1,9–82 közötti. A feltárt réteg-

¹ Okl. építőmérnök, űgyvezető igazgató, GEOPLAN Kft.;
e-mail: geoplan@geoplan.hu

² Okl. építőmérnök, irodaigazgató, GEOPLAN Kft.



2. ábra: Rétegszelvény részlete

sor döntően közepesen tömör, tömör településű, teherbírása jó.

A területre jellemző oligocén korú alapkőzet a parti fúrásokban a felszín alatt 9,0–16,8 m, a vízi fúrásokban 0,4–3,2 m mélyen, a 86,8–94,8 mBf szinten jelent meg.

A réteg szürke, késszürke színű, geológiai előterhelése jelentős, kora következtében márgásodó jellegű, rendszerint kissé meszes, helyenként homokos. Gyakorlatilag vízzáró, csak helyenként homokszemcsés, homokcsíkos részein tekinthető gyengén vízvezetőnek. A felső 1-2 m vastag része a fölötte fekvő víz alatti kavics áztató hatása miatt néhány helyen kissé felpuhult, átázott. Mélyebben kiváló teherbírású, közszerű viselkedésű, nem kompresszibilis. Állapota, talajfizikai jellemzői alapján – eltekintve a ritkán előforduló cementált homok, homokliszt lencsétől, erek-től – homogénnek mondható. A felszín alatt 20-25 m mélységben az igen jelentős geológiai előterhelés következtében már kifejezetten márgás jellegű.

A réteget a 83 zavartalan talajmintán végzett nagy számú laboratóriumi vizsgálat eredményeinek statisztikai kiértékelése alapján a következő átlagértékekkel jellemeztük: hézag tényező: $e = 0,43$; telítettség fok: $S_r = 0,91$; térfogatsúly: $\gamma = 21,6 \text{ kN/m}^3$; egyirányú nyomószilárdság: $q_u = 763 \text{ kN/m}^2$; összenyomódási modulus: $E_s = 35,9 \text{ MN/m}^2$; súrlódási szög: $\varphi = 20^\circ$; kohézió: $c = 200 \text{ kN/m}^2$.

A vizsgált helyszín a Duna által befolyásolt területre esik, így a folyómederhez közeli sávban a talajvíz követi a folyó vízállásának változásait. A tervezett műtárgy környezetében a becsült maximális, egyben mértékadó vízszintnek a mértékadó árvízszint (104,50 mBf) tekinthető.

A feltárások adatait összegezve megállapítható, hogy a tervezett műtárgy kedvező geotechnikai adottságú helyen épül. A kemény, kiváló teherbírású alapkőzet elérhető mélységben van, felette vastag kavics-terasz települt, melynek nyírószilárdsága szintén kedvező. Az egyes alátámasztások között nincs jelentős rétegződésbeli különbség, így számottevő terhelésalakváltozás differencia nem várható.

Az alapozás a műtárgy méreteit, terheléseit, továbbá a vízi építési körülményeket figyelembe véve nagytérű, fúrt cölöpökkel készül. Az egyes alátámasztási helyeken a cölöpök törőterhét előzetesen az MSZ ENV 1997-1, Eurocode 7 szerint határoztuk meg, a jól ismert $P_H = \alpha * P_t = \alpha * (P_{cs} + P_p) = \alpha * (A_{cs} * \sigma_{cs} + k * \Sigma h_i * \tau_i)$ összefüggés alapján, ahol:

- P_H – a cölöpök határereje (kN),
- α – biztonsági tényező,
- P_t – a cölöp törőereje (kN),
- P_{cs} – csúcsellenállás (kN),
- A_{cs} – a cölöpcsúcs keresztmetszeti felülete (m^2),
- σ_{cs} – fajlagos csúcsellenállás (kN/m^2),
- P_p – palástellenállás (kN),
- k – a palást kerülete (m),
- h_i – a palást egyes rétegekre eső hossza (m),
- τ_i – a fajlagos palástellenállás (kN/m^2).

A biztonsági tényezőt $\alpha = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 = 0,65 * 0,75 * 1,0 = 0,488$ a következők szerint választottuk meg:

- $\alpha_1 = 0,65$ (a törőteher meghatározását a szondázási eredmények alapján végeztük),
- $\alpha_2 = 0,75$ (a létesítmény esetleges romlása által okozott gazdasági kár nagy, az életveszély kicsi),
- $\alpha_3 = 1,0$ (a rétegződés jól ismert).

Számításaink során a következő értékeket vettük figyelembe:

- Fajlagos csúcsellenállás: 10–15 MN/m^2 ,
- Fajlagos palástellenállás fedőrétegben: 30–60 kN/m^2 ,
- Fajlagos palástellenállás Dunai terasz rétegben: 60–120 kN/m^2 ,
- Fajlagos palástellenállás oligocén agyag rétegben: 80 kN/m^2 .

A teherbírás-számítások alapján a mederpillérek és a meder-, illetve ártéri hidak közös hídfőinek cölöpjeit 1,5 m átmérővel, 17–19 m hosszal terveztük. Az ártéri hidak esetében 1,2 m átmérőjű és terheléstől függően 14–20 m hosszú cölöpök szerepelnek a tervekben. A nagy Duna-ág mederpillérei alatt 46 db, a további támaszok alatt 12–16 db cölöp alkalmazására volt szükség.

A tervezés első fázisainak befejezését követően, a műtárgy kivitelezésének megkezdése előtt a nagytérű fúrt cölöpök teherbírásának ellenőrzésére, illetve pontosítására a megbízó cölöp próbaterhelések elkészítését rendelte el.

A próbacölöpök végleges kialakításának és helyének meghatározására – a geotechnikai szakvélemény alapján – a megrendelő (Nemzeti Autópálya Rt.), a mérnök (Utiber Közúti Beruházó Kft.), a generáltervező (CÉH Rt.) és a geotechnikus szakági tervező (Geoplan Kft.) részvételével egyeztető tárgyalásokra került sor. Végül eredményben két hagyományos, terhelőhidas és hat ún. önlehorgonyzós (VUIS) próbaterhelés készítéséről született megállapodás. A próbacölöpök helyét, geometriai jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza.

A megállapodás értelmében a cölöpök egy része a tervekben szereplő hosszal, másik része pedig annál 2-4 m-rel nagyobb hosszal készült. Ennek az volt az oka, hogyha a helyszíni kísérletek a számított eredményeket esetleg nem igazolták volna, ellenőrzött keretek között legyen lehetőség a cölöpök meghosszabbítására. A terv szerinti cölöpök határteherbírásának számítására ilyen körülmények között szintén lehetőség van. A próbaterhelések alapján a további – gyakorlatilag azonos talajadottságok között készülő közeli – támaszok cölöpjeinek teherbírás-számítása szintén megoldható.

A próbacölöpök helye és geometriai jellemzői

A támasz			Cölöp- átmérő (m)	Össze- fogás (mBf)	Cölöp- csúcs (mBf)	Dolgozó cölöp- hossz (m)
sz.	szelvénye	megnevezése				
1	74+521	hídfő	1,2	104,2	85,0	19,2
3	74+590	bal parti ártéri híd	1,2	99,2	83,0	16,2
6	74+665	imitált mederpillér	1,5	92,0	72,0	20,0
8	75+285	közös hídfő	1,5	98,0	80,0	18,0
15	75+585	szigeti ártéri híd	1,2	100,0	84,0	16,0
20	75+815	közös hídfő	1,5	97,5	76,0	21,5
21	76+175	imitált mederpillér	1,5	92,2	72,0	20,2
27	76+310	jobb parti ártéri híd	1,2	101,0	80,0	21,0

1. táblázat

löpözés tapasztalatai alapján kissé változóknak).

A mederpillérek esetén tehát $\alpha = 0,80 \cdot 0,70 \cdot 0,95 = 0,532$, az egyéb támaszoknál pedig $\alpha = 0,80 \cdot 0,75 \cdot 0,95 = 0,570$ érték adódott.

A fajlagos palástsúrlódás értékeire – a helyszíni kísérletekkel meghatározott törőterhekből visszaszámolva – mindkét próbaterhelési típus esetében közel azonos eredményt kaptunk. A fedőréteg eseté-

A VUIS cölöpök próbaterhelésének eredményei

A próba- terhelés száma	A cölöp felső rész teherbírása				A cölöp alsó rész teherbírása				A teljes cölöp határ- teherbírása (kN)
	Cölöp- hossz (m)	Törőteher (kN)	Biztonsági tényező (-)	Határ- teherbírás (kN)	Cölöp- hossz (m)	Törőteher (kN)	Biztonsági tényező (-)	Határ- teherbírás (kN)	
3	12,3	5000	0,570	2850	3,9	8700	0,570	4959	7809
6	15,6	10100	0,570	5755	4,4	8700	0,606	5265	11020
8	15,0	9200	0,570	5244	3,0	8755	0,606	5302	10546
20	17,7	10400	0,570	5928	3,8	7008	0,606	4244	10172
21	16,2	11700	0,570	6669	4,0	9600	0,700	6720	13389
27	17,5	10400	0,570	5928	3,5	6400	0,606	3876	9804

2. táblázat

A próbacölöpök kivitelezésére és a próbaterhelésben való közreműködésre a HBM Hídepítő-Soletanche Bachy Mélyalapozó Kft. kapott megbízást.

Társaságunk a munka geotechnikai részének koordinálását, a próbaterhelések szakmai irányítását, a kiértékelő szakvélemények elkészítését kapta feladatul. Ezenkívül a próbaterhelések eredményei alapján vizsgálnunk kellett az elkészült terv megfelelőségét,

3. táblázat
A hagyományos cölöpök próbaterhelésének eredményei

A próba- terhelés száma	A cölöp teherbírása				Határ- teherbírás (kN)
	Palást- súrlódás (kN)	Talp- ellenállás (kN)	Törőteher (kN)	Biztonsági tényező (-)	
1	7200	11300	18500	0,570	10545
15	6250	11750	18000	0,570	10260

ben 20 kN/m², a dunai terasz anyagban 110 kN/m², az oligocén agyag esetén 135 kN/m² adódott.

Az eredmények alapján megállapíthattuk, hogy az előzetes számítások során a fedőréteg teherbírását kissé túlbecsültük, a teraszanyag teherbírását körülbelül jól határoztuk meg, az agyag alaprégteg fajlagos teherbírása pedig az előzetesen becsülnél több mint másfélszer nagyobb.

Megfigyelhető azonban, hogy az agyagnál a számításba vehető fajlagos érték függ a mélységtől, vagyis attól, hogy az adott cölöp az alaprégtegbe milyen hosszan van bekötte. (Pl. a pesti hídfőnél 3,5 m bekötéssel kb. 120 kN/m² adódott, a mederpillérek cölöpeinél – amelyek gyakorlatilag teljes hosszban az agyagban vannak – viszont közel 160 kN/m² fajlagos palástellenállás számítható.)

A végleges cölöpteherbírásokat a helyi adottságok és a legközelebbi azonos geometriájú próbaterhelés figyelembevételével fedőréteg esetében 20 kN/m², homokos kavics, kavicsos homok esetében 100-124 kN/m², oligocén agyag esetében pedig 109-157 kN/m² határértékeken állapítottuk meg.

A *fajlagos csúcscellenállás* tekintetében az eredmények már változatosabb képet mutatnak. A VUIS cölöpök jellemzően 80 mBf, vagy az alatti cölöpcsúcsok esetén 4,6-6,7 MPa fajlagos csúcscellenállást jeleztek. A két hagyományos próbacölöpözés 84-85 mBf cölöpcsúccsal az előbbinél jóval nagyobb, 10 MPa körüli fajlagos csúcscellenállást mutatott.

A különbség feltehetően a VUIS cölöp viselkedésében keresendő. Az osztott cölöp esetében ugyanis a köpeny kihúzása során fellépő húzóerők miatt feszültség átrendeződés következik be a talajban, ami az elválasztás alatti talajzónát a cölöpcsúcs térségében kedvezőtlenül érinti, ezért a cölöpcsúcsok vélhetően a valósnál kisebb teherbírást és nagyobb alakváltozást jeleznek.

Véleményünk szerint a hagyományos próbaterheléssel meghatározott 10 MPa körüli értékek – amelyek egyébként elérik az előzetes számításainkban is figyelembe vett fajlagos csúcscellenállás nagyságát – közelebb állnak a jelentősen előterhelt, helyenként

közetszerű agyag alaprégteg teherbírásához, amit a korábban készült nagyszámú laboratóriumi vizsgálat is igazolt (pl. az egyirányú nyomószilárdság átlaga: $q_u = 763 \text{ kN/m}^2$).

A végleges számítások során – kiértékelve valamennyi eredményt, és élve a biztonság javára való közelítéssel – a VUIS próbaterhelések környezetében a helyszíni kísérlettel meghatározott értékeket (4,6-6,7 MN/m²), a hagyományos próbaterhelések környezetében pedig a csökkentett (7,0-7,5 MN/m²) fajlagos csúcscellenállás értékét vettük figyelembe.

A fajlagos teherbírési értékek meghatározását követően készítettük el a *támaszonkénti részletes teherbírás számításokat*. Tekintettel arra, hogy a próbacölöpök egy része a terv szerinti hosszal, másik része annál 2-4 m-rel nagyobb hosszal készült, az első ütemben a számolt fajlagos értékekkel ellenőriztük a próbaterhelés során alkalmazott cölöphosszhoz tartozó törőterheket. Ezt követően a terv szerinti cölöphosszakra számítottuk át – a fajlagos teherbírásnak megfelelően a palást- és a talpellenállás értékét csökkentve – a teherbírásokat. Az utolsó lépésként a helyi adottságok alapján módosított fajlagos értékekkel, a legközelebbi azonos geometriájú próbaterhelés figyelembevételével elvégeztük a további támaszok terv szerinti alapozásának az ellenőrzését.

Azoknál a támaszoknál, ahol próbaterhelés készült, a cölöpök végleges egyedi teherbírását a 4. táblázatban foglaljuk össze.

Összegzésképpen megállapítható, hogy a próbaterhelések a támaszok mindegyikénél a feltárások alapján figyelembe vett kedvező adottságokat igazolták, vagyis a korábban tervezett cölöpök megfelelték, így áttervezésre nem volt szükség. A cölöpalapok teherbírása a szokásosnál több helyszínen elkészült próbaterhelés eredményei alapján műszakilag igazolt, a szükséges engedélyek a műtárgy kivitelezéséhez megvannak, így remélhetőleg a tender lezajlását követően az M0 útgyűrű legjelentősebb műtárgyának építése az alapozási munkákkal a közeljövőben ténylegesen megkezdődhet.

A végleges cölöpgeometria és cölöpteherbírások

4. táblázat

A támasz			Cölöpméret (m)	Összefogás (mBf)	Cölöpcsúcs (mBf)	Cölöphossz (m)	Törőteher (kN)	Határ- teherbírás (kN)
	szelvénye	megnevezése						
1	74+531	hídfő	1,2	104,2	85,0	19,2	17392	9913
3	74+601	ártéri pillér	1,2	99,2	85,0	14,2	12687	7232
6	74+825	mederpillér	1,5	91,0	75,0	16,0	17801	9470
8	75+270	közös hídfő	1,5	99,0	80,0	19,0	19112	10894
15	75+595	ártéri pillér	1,2	100,0	84,0	16,0	14575	8308
20	75+831	közös hídfő	1,5	97,5	80,0	17,5	20134	11476
21	75+925	mederpillér	1,5	92,2	75,2	17,0	21413	11392
27	76+338	ártéri pillér	1,2	102,0	82,0	20,0	14550	8294

1. A tengelyterhelés-mérésről általában

Az országos közutakon a tengelyterhelés-ellenőrzést 1995. április 1-jétől a Közlekedési Főfelügyelet (KFF) irányításával a megyei közlekedési felügyeletok végzik. A mérések részletes szabályozása „A meghatározott össztömeget, tengelyterhelést és méretet meghaladó járművek közúti közlekedéséről, a közútkezelői és a hatósági eljárás, valamint a díjfizetés feltételeiről” szóló 4/1999. (II. 12.) KHVM rendeletben, a 8/2004. számú, „A közúti járművek tengelyterhelés és össztömeg ellenőrzésének módjáról és az eljárás rendjéről” szóló főfelügyeleti szabályzatban és az ÚT 2-0.011 számú, Statikus tengelyterhelés-mérés elnevezésű Útügyi Műszaki előírásban található.

2. A tengelyterhelés-mérő helyek feltételrendszere

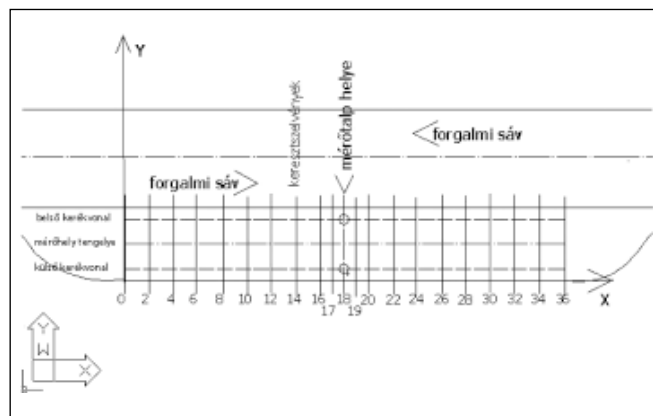
A korábbi szabályozás, a 6/2000. KFF-szabályzat csak a mérőhelyek egészére vonatkozóan tartalmazott előírást, amely szerint a mérőhelyek hosszesése maximum 1%, oldalesése pedig maximum 5% lehet. Ez a peremfeltétel a mérőhelyi részfelületek egysíkúságát nem írta elő. Az Országos Mérésügyi Hivatal (OMH) 2001. június 20-án kelt levelében kinyilvánította, hogy a méréseket csak az egysíkúsági feltételt kielégítő, rendszeresen ellenőrzött és kijelölt mérőhelyeken tartja megfelelőnek. A mérési sík két tetszőleges, egymástól 2 m távolságra lévő pontjának magassági szintkülönbségére vonatkozóan az OMH 10 mm-es maximumot állapított meg. Az OMH véleményének figyelembevétele azért fontos, mert a közigazgatási bírósági eljárások során az OMH szakértőként is közreműködik.

A Közlekedési Főfelügyelet Közúti, Vasúti és Hajózási Főosztálya néhány területi felügyelet szakemberével munkabizottságot hozott létre, amely intézkedési tervet készített a szükséges teendők végrehajtásáért. Az intézkedési terv tartalmazta a mérőhelyek geodéziai felmérését, a mérőhelyek felmérési adatainak kiértékelését a kifejezetten erre a célra készített számítógépes programmal, valamint a mérőhelyek megfelelő műszaki kialakításának a kezdeményezését. Az intézkedési terv kidolgozói kísérleti méréssorozatot is kezdeményeztek, amelyről azt várták, hogy a mérőhelyek egysíkúságára vonatkozóan (két, egymástól 2 m távolságra lévő pontra számított) 30 mm-es szintkülönbségi maximumot állapítsanak meg az OMH már említett 10 mm-es értéke helyett. A mérőhelyek

egyenetlenségére vonatkozó kísérleti méréssorozat lefolytatása céljából az ÁKMI Kht. pályázatot írt ki „A hordozható tengelyterhelés-mérő berendezésekkel végzett közúti ellenőrzés pontosságának vizsgálata az útfelület egyenetlenségével összefüggésben” címmel. A TÜV-Hannover Kft. által elvégzett vizsgálat eredményeit is figyelembe véve a Közlekedési Főfelügyelet a mérési technológiát pontosan meghatározó útügyi műszaki előírás elkészítését kezdeményezte. A méréssorozat legfontosabb tanulsága az volt, hogy a mérőtalp megemelése (kiemelkedése a környezetéből) a tengelycsoport mérésekor a tényleges terhelésnél lényegesen magasabb terhelés-értékeket mutatott.

3. A mérőhelyek felmérése és az egységes felmérési szempontrendszer

A mérőhelyek felmérésére azért került sor, hogy meg lehessen állapítani: Magyarország országos közútjainak regisztrált mérőhelyein a felmérést követően lehet-e végezni méréseket vagy nem. Tekintettel arra, hogy a mérőhelyek megfelelő állapotban tartása az utak kezelőjének a feladata, ezért az OMH észrevételein alapuló mérőhely-felmérésre és mérőhely-szintezésre az ÁKMI Kht. vezetőivel felvettük a kapcsolatot. A felmérésre vonatkozóan módszertani útmutató készült, amely azt tartalmazta, hogy az adott mérőhelyről milyen információk szükségesek, hogyan kell kijelölni a mérési felületet, s milyen pontokban szükséges a szintezést végrehajtani (1. ábra). A fel-



1. ábra: A szintezési útmutató rajza

mérés adatait a kifejezetten erre a célra készített, „Mozgó tengelyterhelés ellenőrzés végrehajtására szolgáló mérőhelyek megfelelőségének vizsgálata, geodéziai adatok számítógépes kiértékelése” című számítógépes programmal dolgoztuk fel. A matematikai kiértékelés igazodott a „Statikus tengelyterhelés mérés” ÚT 2-0.011 megnevezésű Útügyi Műszaki Előírás (továbbiakban ÚME) 3. pontjában meghatározott feltételekhez.

¹ Okl. építőmérnök osztályvezető Békés Megyei Közlekedési Főfelügyelet; e-mail: mkarsai@bekescsaba.kff.hu

² Okl. közlekedésmérnök, városi közlekedési szakmérnök Közlekedési Főfelügyelet; e-mail: apirityi@kozut.kff.hu

4. A statikus tengelyterhelés-mérésről szóló új ütügyi műszaki előírás

Habár az Országos Mérésügyi Hivatal korábban megfogalmazott véleménye szerint a méréseket csak megfelelő technológiai leírás alapján lehet végezni, a mérőberendezésekhez tartozó leírás kifejezetten a műszerek működésére vonatkozott, magára a mérés menetére, azaz a talpak együttes használatára nem. A PAT-mérőberendezésekre vonatkozó technológiai utasítás a 6/2000. KFF-szabályzat mellékletét képezte.

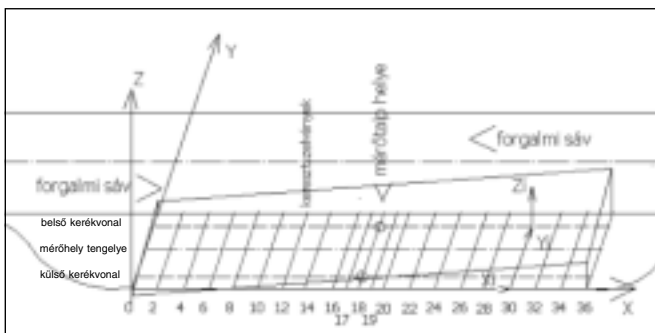
Emiatt az a döntés született, hogy az új szabályozás ne KFF-szabályzat mellékleteként jelenjen meg, hanem ütügyi műszaki előírás formájában. Az új ütügyi műszaki előírást (ÚME) az is indokolta, hogy időközben más típusú mérőberendezéseket is beszereztek. Az ÚME elkészítésére vonatkozó pályázatot a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium (GKM) hirdette meg „Műszaki szabályozási feladatok keretében a tengelyterhelés mozgó mérlegelésének technológiai leírásának kidolgozása” címmel. E pályázatot az ÁKMI Kht. nyerte meg, de a tényleges munkába külső szakértőket is bevont. A 2004. január 1 óta hatályos ÚME jelentősége abban áll, hogy tételesen meghatározza a mérőhelyek – s különösen azok egysíkúságának – követelményeit, így a megadott szempontrendszer szerinti felmérés alapján egyértelműen meg lehet állapítani, hogy egy konkrét mérőhelyen lehet-e mérni vagy nem.

5. A felmérés számítógépes feldolgozásának elmélete és a felmérés gyakorlati megvalósulása

A mérőhelyek geodéziai felmérése a már említett útmutató szerint területszintezéssel készült. A 36 m hosszú mérési felületen hosszirányban (X tengely) 2-2 méterenként, a mérési felület legérzékenyebb részén, a mérési terület közepe előtti és mögötti 2-2 méteres szakaszon 1-1 méterenként felvett kereszttszelvényekkel, keresztirányban (Y tengely) 5 jellemző helyen (a mérési terület szélein, a külső és belső keréknyom vonalában és a mérési terület tengelyében) felvett pontok magasságával (Z tengely) rögzítették a mérési felszínt. (2. ábra)

A mérési felület felszínére legjobban illeszkedő kiegyenlítő (mérési) sík egyenletét a regresszió-számítás módszerével a kiértékelő program számította ki:

$F(x,y) = A * x + B * y + C$ a kiegyenlítő sík egyenlete.



2. ábra: A matematikai modell vázlatrajza

Minimum feltétel:

$$\Delta = \sum_{i=1}^n (F(x_i, y_i) - z_i)^2 \rightarrow \text{minimum feltételből számítható a kiegyenlítő sík egyenlete.}$$

Kisebb átalakítás után:

$$\Delta = \sum_{i=1}^n (z_i^2 + A^2 * x_i^2 + B^2 * y_i^2 + C^2 + 2 * A * B * x_i * y_i + 2 * A * C * x_i + 2 * B * C * y_i - 2 * A * x_i * z_i - 2 * B * y_i * z_i - 2 * C * z_i)$$

A minimum feltétel akkor teljesül (a pontonként számított és mért magasságok eltéréseinek négyzetes összege akkor a legkisebb), ha a kiegyenlítő sík egyenletében szereplő három paraméter (A,B,C) szerinti parciális deriváltak egyenlők nullával:

$$\partial \Delta(A,B,C) / \partial A = 0,$$

$$\text{azaz: } A * \sum x * x + B * \sum x * y + C * \sum x - \sum x * z = 0.$$

$$\partial \Delta(A,B,C) / \partial B = 0,$$

$$\text{azaz: } A * \sum x * y + B * \sum y * y + C * \sum y - \sum y * z = 0.$$

$$\partial \Delta(A,B,C) / \partial C = 0,$$

$$\text{azaz: } A * \sum x + B * \sum y + C * n - \sum z = 0.$$

A három ismeretlenes lineáris egyenletrendszer megoldása:

Induló mátrix:

$$M[1,1] = \sum x * x; \quad M[1,2] = \sum x * y;$$

$$M[1,3] = \sum x; \quad M[1,4] = \sum x * z;$$

$$M[2,1] = \sum x * y; \quad M[2,2] = \sum y * y;$$

$$M[2,3] = \sum y; \quad M[2,4] = \sum y * z;$$

$$M[3,1] = \sum x; \quad M[3,2] = \sum y;$$

$$M[3,3] = n; \quad M[3,4] = \sum z$$

$$\underline{M} * \underline{V} = \underline{W}, \quad \text{ahol } \underline{V} : \{ A, B, C \}.$$

$$\underline{M}^{-1} * \underline{M} * \underline{V} = \underline{M}^{-1} * \underline{W}, \quad \text{ahol } \underline{W} : \{ M[1,4], M[2,4], M[3,4] \}.$$

$$\underline{V} = \underline{M}^{-1} * \underline{W}, \quad \text{ahol } \underline{M}^{-1} : \text{Inverz mátrix.}$$

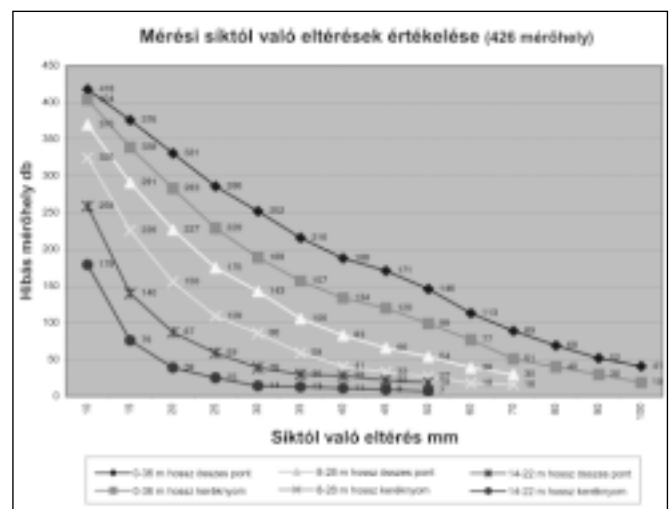
Az induló mátrix 3 lépéses dinamikus transzformációjával eljutunk (ha nem lineárisan összefüggőek a megadott pontok) az inverz mátrixhoz.

A transzformáció általános (q+1) lépése:

$$\underline{M}_{q+1} = \underline{M}_q - \gamma_q * (\underline{m}_q - \underline{e}_k) * (\underline{m}_k + \underline{e}^l), \quad \text{ahol: } \gamma_q = 1 / m_{kl}.$$

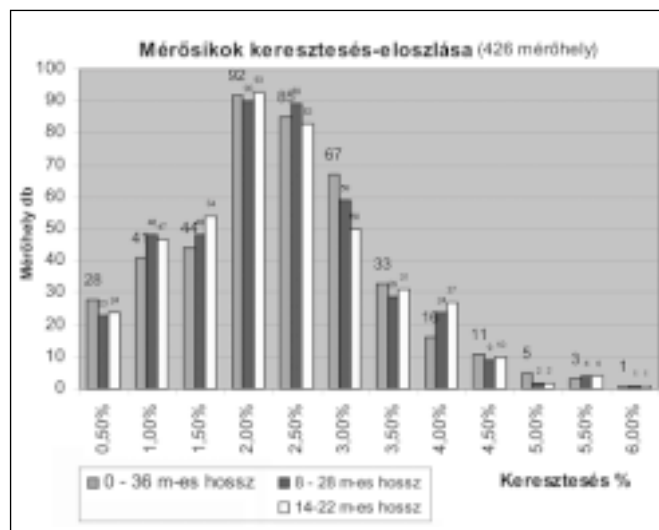
A regressziós sík egyenletének paraméterei:

$$A = \underline{M}^{-1}[1,4]; \quad B = \underline{M}^{-1}[2,4]; \quad C = \underline{M}^{-1}[3,4].$$



3. ábra: A mérési síktól való eltérések értékelése

A regressziós sík egyenlete alapján minden pontban meghatározható a mérési felület magassági eltérése, és értékelhető a mérési felület. Az ÁKMI Kht. megbízásából a megyei közútkézelő szervezetek 426 mérőhely-terület szintezését végezték el, amelyek számítógépes kiértékelése alapján több szempont hatását is ellenőrizni lehetett (3. ábra). A mérőhelyek megítélése sokat javul, ha nem a teljes 36 m hosszú mérési felszínt, csak a mérőtálp közelében felvett 10-10 m-es, vagy 4-4 m-es szakaszt kell vizsgálnunk (4. és 5. ábra)



4. ábra: A mérősíkok keresztesítés eloszlása



5. ábra: A mérősíkok hosszszesítés eloszlása

A keresztesítésre felvett 5%-os és a hosszszesítésre felvett 1%-os határértékek az előbbi eloszlás ábrák alapján teljesíthető feltételek. A mérési sík kereszt- és hosszszesítés eloszlása szinte független attól, hogy a mérési síkot a teljes 36 m hosszú mérési felszínen, vagy csak a mérőtálp közelében felvett 10-10 m-es, vagy 4-4 m-es szakasz pontjaiból számítjuk. A tényleges geodéziai felméréseken alapuló határábrák és a TÜV-Hannover KTI Kft. által elvégzett vizsgálat eredményei is segítettek, hogy az OMH egyetértésével elkészült az ÚME 3. pontjában a mérőhely felszínére vonatkozó előírás.

A mérőhelynek a mérés szempontjából legfontosabb része, az ún. aktív mérőfelület egy irányból használható mérőhely esetén a mérőtálp előtti 4 méteres szelvénytől a mérőtálp utáni 10 méteres szelvényig, két irányból használható mérőhely esetén a mérőtálp előtti

10 méteres szelvénytől a mérőtálp utáni 10 méteres szelvényig terjedő szakasz. Az aktív mérőfelületet legjobban megközelítő síkot, a mérősíkot, a jármű mozgását meghatározó külső és belső keréknyom pontjaiból regressziós analízissel számítja ki a program. Az ÚME szerinti kijelölt (kifejezetten tengelyterhelés-mérésre létesült) mérőhely nem lehet forgalmi sávban, burkolatának a hossza nem lehet kisebb 32,0 m-nél, továbbá a kiszámított mérősík hosszszesítése sem lehet nagyobb 1%-nál, keresztesítése pedig 5%-nál. A keréknyom felületének a pontjai (magassági értelemben) a kiszámított mérési síktól a mérőtálp előtti és mögötti 4-4 méteren belül maximum 15 mm-rel, a mérőtálp utáni 4-10 méteres szakaszon belül pedig maximum 30 mm-rel térhetnek el. A két irányból használható mérőhelyeknél a mérőtálp előtti 4-10 méteres szakaszra is vonatkozik a 30 mm-es feltétel.

ATÜV Hannover-KTI Kft. 2002-ben készített témajelentése szerint a tényleges terhelésnél – hármas mechanikus felfüggesztésű tengelycsoport mérése során – lényegesen nagyobb értékek mérhetők, ha a mérőtálpak helyei a környezetükből 10-20 mm-rel kiemelkednek. E témajelentés alapján az ÚME szigorúan szabályozza a mérőtálpak helyzetét, valamint a nem süllyesztett mérőhelyeken a szintkiegyenlítő talpak elhelyezését. A mérőtálp helye a környezetéből (a keréknyom vonalában, az előtte és mögötte felmért pontokhoz viszonyítva) nem emelkedhet ki, azaz a mérőtálpak felett nem lehet negatív hossz-szelvény törés. (Ezt a szempontot süllyesztett mérőhelyen úgy kell érteni, hogy a süllyesztékben olyan magasságú mérőtálp van, amely egy síkban van a mérőhely süllyeszték előtti és utáni részével.)

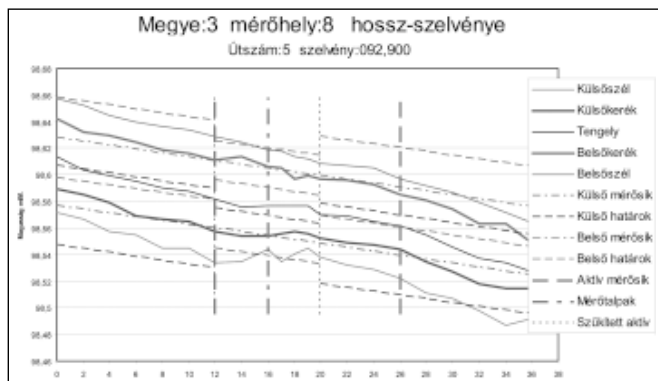
Az ÚME szerinti eseti mérőhelyre a kijelölnél kevesebb kritérium vonatkozik, ennek megfelelően a mérőtálp előtti és mögötti 4-4 m-en belül a mérősíktól való magasságeltérés maximum 15 mm lehet; a mérőtálpak helyei a környezetükből nem emelkedhetnek ki, a kiszámított mérősík hosszszesítése nem lehet nagyobb 1%-nál, keresztesítése pedig 5%-nál, a mérőhely hossza pedig nem lehet kevesebb 32 m-nél. Nem süllyesztett mérőhelyek esetén – amennyiben a mérőtálp helye a környezetéből kiemelkedő helyen van – a program automatikusan megkeresi, hogy az előtte és mögötte lévő szakaszon van-e olyan kereszt-szelvény, ahol egy mérőtálp helye sincs hossz-szelvényi magas ponton. Ha létezik ilyen kereszt-szelvény, a program a mérőtálpak új helyének figyelembevételével újra kiszámítja a mérősík paramétereit és ellenőrzi a mérőhely összes feltételét. Mivel a 2002. évi felmérésnél 36 m hosszú mérősík-felvételek készültek, ezért a mérőtálpakat legfeljebb 2-2 m-rel lehet előre, illetve hátra elmozdítani ahhoz, hogy a mérőtálpak előtt és után minden esetben maradjon 16 m-es burkolt felület. A programban javasolt áthelyezések alapján a mérőtálpak helyét a felméréskor kijelölt 18 m-es szelvényből a mérőhely adat-sorában megadott szelvénybe kellett áthelyezni.

6. A kiértékelés eredménye

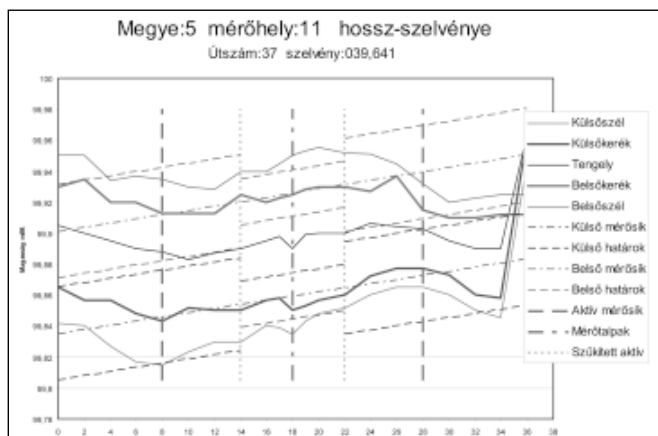
A felmérés a következő kategóriákba sorolta be a mérőhelyeket:

- a) ÚME szerinti kijelölt mérőhelyek
E nyilvántartott mérőhelyeken továbbra is minden különösebb megkötés nélkül lehet mérni.
- b) ÚME szerinti eseti mérőhelyek
E – felmérésben szereplő – mérőhelyek eredetileg tengelyterhelés-ellenőrzésre létesültek, tehát ebben az értelemben „kijelöltek”, viszont nem teljesítik a „kijelölt” kategória kritériumait, csak az „eseti”-ét, így méréseket csak az „eseti” mérőhelyekre vonatkozó szigorítások alapján lehet (pl. rendőri jelenlét) végezni.
- c) Nem használható mérőhelyek
E mérőhelyeken már nem lehet mérni, de az e kategóriába tartozó mérőhelyek nagyobbik része a későbbiekben javítható. Csak azokat a mérőhelyeket nem érdemes javítani, amelyek 32 m-nél rövidebbek, forgalmi sávban vannak, illetve egyéb sávban vannak ugyan, de a mérősíkjuk hosszúsága nem megfelelő. A mérőhelyek felújítási programjába célszerű ebből a csoportból kijelölni a legforgalmasabb mérőhelyeket. A 2002-ben felmért 426 mérőhely a felújítások és új mérőhelyek építését követően 445-re növekedett, amelyből 11 mérőhelyet törölni kellett, 205 minősül kijelöltnek, 40 használható eseti mérőhelyként, 189 mérőhely pedig nem használható tengelyterhelés-mérésre.

A kiértékelés során minden egyes mérőhelyről teljes körű dokumentáció készült, amelyből a hossz-szelvény színes ábrája a legszemléletesebb. Az egy irányból használható mérőhely hossz-szelvénye a 6. ábrán, a két irányból használható mérőhely hossz-szelvénye pedig a 7. ábrán található.



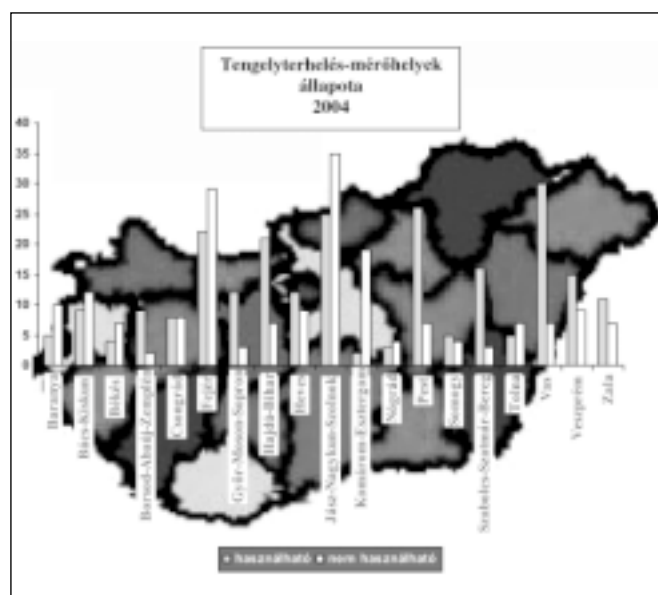
6. ábra: Egy irányból használható mérőhely hossz-szelvénye



7. ábra: Két irányból használható mérőhely hossz-szelvénye

7. A felmérés gyakorlati haszna, az eredmények megküldése

A kiértékelés végső megszövegezésével meg kellett várni az Útügyi Műszaki Előírásban foglaltakat. A kiértékelés eredményét 2004 elején kapták meg a megyei közlekedési felügyelet. Az OMH már említett állásfoglalásához képest jóval enyhébb kritériumok miatt a mérőhelyek több mint felénél (429-mérőhelyből 249 mérőhelyen) továbbra is folytatni lehetett a méréseket, ugyanakkor néhány megyében a minimálisra csökkent a használható mérőhelyek száma (8. ábra), ezért feltétlenül szükséges a „javítható” mérőhelyek ütemezett rendbetétele, illetve új mérőhelyek építése. A létrejött egységes adatbázisból az is kiderült, hogy



8. ábra: A mérőhelyek használhatósága megyénként

néhány megyében égetően szükség van új mérőhelyek megépítésére, illetve a meglévők átépítésére. 2003-ban sor került megyénként két mérőhely átépítésére, 2004-ben viszont központi forrásból nem volt lehetőség mérőhely-felújításra. A megyei közlekedési felügyelet legutóbbi adatszolgáltatása alapján kiderült, hogy számos olyan mérőhely van, amely az ismertett műszaki paramétereknek megfelel, azonban egyéb okok miatt (pl. az érintett útszakaszon súlykorlátozás van vagy a közút kezelője nem járult hozzá a mérőhely további igénybevételéhez) mégsem lehet mérni rajtuk. Ezt figyelembe véve a mérőhelyek száma kb. 200-ra redukálódott (a szám az adatok folyamatos karbantartása miatt állandóan változik). Reményeink szerint 2005-ben megyénként átlagosan 1-1 mérőhely fog átépülni, illetve kiépülni.

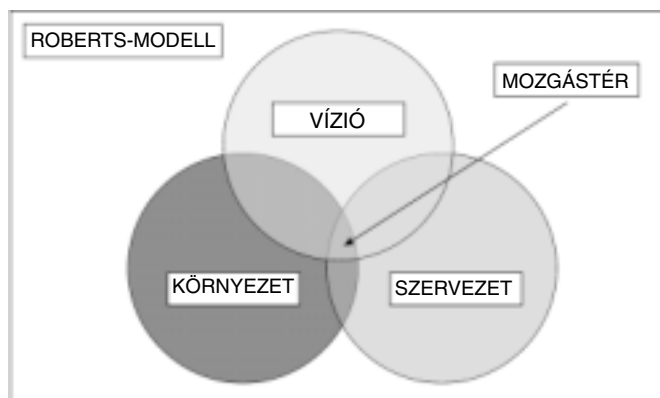
A cél az, hogy a tengelyterhelés-mérések korszerűek és jogszerűek legyenek, mivel ha nem lehet olyan méréseket produkálni, amelyekkel kapcsolatos határozatok a bíróságok előtt is megvédhetők, akkor fennáll a mérések ellehetetlenülésének a veszélye. Ebben az esetben a méréseket az egész országban abba kellene hagyni, aminek egyenes következménye a közutak állapotának nagymértékű romlása lenne.

A Roberts-féle irányítási és vezetési modell

The Roberts Management and Leadership Model
Tom Larson

TR (Transportation Research) News 2004. 6. p.
15-17, á:4, t:-, h:-.

A cikk bemutat egy egyszerű irányítási és vezetési modellt, mely racionálisan megadja a helyes menedzseléshez szükséges elemeket. Az első elem a vízió, minden vezetőknek határozott és világos víziója kell, hogy legyen a cég jövőjéről. A vízió legyen elég tiszta és pontos ahhoz, hogy képes legyen motiválni a követőket. A második elem a megvalósítás környezete, mely lehetővé teszi a cég előrehaladását. A megvalósítás környezete általában a tágabb értelemben vett tulajdonosi kört és a kapcsolatrendszerét jelenti. A közúti szakirányítás esetén ebbe az úthasználókat is beleértik. A harmadik elem a szervezet kapacitása, amely megmutatja, hogy képes-e a szervezet teljesíteni a vízió megvalósításának feladatait és a tulajdonosi elvárásokat. A vezetői feladatok itt találkoznak az irányítási feladatokkal. A vezető elsősorban a vízióval és a környezettel foglalkozik, míg a menedzser feladata a végrehajtás, a kapacitás biztosítása. Egy személy lehet egyszerre vezető és menedzser, de ez esetben is tudnia kell megkülönböztetni a szerepeket. A három elemet három egymásba metsző körrel ábrázolva a három kör közös területe kirajzolja azt a mozgástér, ahol a jó dolgok történnek, az előrehaladáshoz ugyanis mindhárom elem szükséges. Ez a mozgástér általában szűk, és kevés lehetőséget ad a manőverezésre.



Ha például a vízió túlzott, a szervezet kapacitása nem elegendő a megvalósításhoz. A mozgástér nagysága nem mérhető, de megfelelő tapasztalattal jól becsülhető és érzékelhető. A jól irányított és erős kézzel vezetett szervezetben általában elegendő a mozgástér ahhoz, hogy a vízió megvalósítása érdekében alakuljon a szervezeti kapacitás a környezeti változások hatásainak figyelembe vételével. A szerző az ismertetett alapelveket sikeresen alkalmazta az USA Pennsylvania állam Közlekedési Minisztériumának vezetése során.

G. A.

Az USA Közlekedési Kutatási Tanácsa (Transportation Research Board, TRB)

84. éves konferenciája

Washington DC, 2005. január 9-12.

A TRB konferencia 3 napja alatt feszített programmal számos párhuzamos szekcióülést tartottak. Több mint 600 szekcióülésen több mint 2000 előadás hangzott el. A program naponta reggel 8 órától este 9 óra 30 percig tartott. A 2 órás szekcióüléseken általában 4-5 előadást lehetett meghallgatni. Az előadások mellett poszter szekciókra és szakmai kiállításra is sor került. A hatékony szervezés lehetőséget adott arra, hogy a mintegy 8 ezer résztvevő az érdeklődésének legjobban megfelelő téma megbeszélésén vegyen részt. Az alábbiakban a teljesség igénye nélkül néhány, az előadásokon elhangzott hasznosítható gondolatot közlünk.

A sikeres közúti üzem alapja a megfelelő munkaerő és pénzforrás biztosítása. A közút üzemeltetése során a rendszer megbízhatóságára kell törekedni, a problémák okát és méretét ismerni kell. Az úthálózat teljesítményének kommunikálása fontos, Washington állam Közlekedési Minisztériuma egyszerű és érthető grafikonokkal fordul az úthasználókhoz. Az úthasználót nem az átlagértékek érdeklik, hanem a várható utazási idő és az attól való eltérés.

Az intelligens közlekedési rendszerek terén az újjászervezés, megújítás jegyében 9 új kezdeményezés indult:

- integrált jármű-alapú biztonsági rendszerek,
- együttműködő csomóponti ütközés-elkerülő rendszer,
- automatikus segélyhívás új generációs megoldása,
- integrált közlekedési folyosóirányítási rendszerek,
- mobilitási szolgáltatás minden állampolgár számára,
- útmeteorológiai megfigyelés és előrebecslés,
- közlekedési tevékenység vészhelyzetekben,
- általános elektronikus teheráru követés,
- a jármű és az infrastruktúra integrálása.

A célforgalmi adatfelvételek fontos eleme a minőség ellenőrzése. A rétegzett mintavétel alapelve mellett lényeges a többfázisú tervezés, az előzetes tesztelés, a differenciált ösztönzők alkalmazása, a ritka populációk alternatív mintavétele. A jármű-alapú felvétel előnyösebb a személy-alapú felvételnél. A GPS technológia alkalmas célforgalmi felvételre, de alkalmazása esetén kisebb minta hosszabb idejű megfigyelése célszerű. A Zürichi Műszaki Egyetemen az on-line geokódolásra bízható kísérletet végeztek.

Az Iowa Egyetemen kidolgoztak egy új egységes repedés típus indexet, mely képfeldolgozási eszközökkel viszonylag egyszerűen előállítható, és képes a hossz- és keresztirányú, valamint a mozaikos repedések megkülönböztetésére.

Florida államban a különböző gyártók járműosztályozási rendszereit harmonizálták, ez által csökkentették a hibákat – ezt a közelmúltban hazánkban is elvégezték. A hiányzó forgalomszámlálási adatok becslésére a cluster analízis módszerét használják. Az Ohioi Állami Egyetem kutatói kialakítottak egy új módszert, mellyel a rövid idejű forgalomszámlálásból számított átlagos napi forgalombecslések pontossága javítható. A módszer a forgalmi folyamatok korrelációs vizsgálatával teszi lehetővé a megfelelő hozzárendelést az állandó számlálóállomásokhoz.

G. A.

**Az USA Közlekedési Kutatási Tanácsa
(Transportation Research Board, TRB)
Adatelemzési Munkacsoportjának
(Data Analysis Working Group)
Burkolatviselkedés adatelemzési fóruma
(Pavement Performance Data Analysis Forum)**

Washington DC, 2005. január 8.

Az egész napos Burkolatviselkedés adatelemzési fórumot (Pavement Performance Data Analysis Forum) a TRB Adatelemzési Munkacsoportja (Data Analysis Working Group) szervezte, melyben az Irányító Bizott-

ság (Steering Committee) egyik tagja dr. Gulyás András (ÁKMI Kht.). 50 fő feletti részvétellel 8 folyamatban lévő kutatási téma került megvitatásra, ezek közül kiemelten érdekes volt:

- A. Ruotoistenmaki, T. Seppala, F. Thomas: A burkolat állapot mérések előnyének becslése. Döntésméleti alapon közelítik, hogy az újabb megfigyelések eredményei mennyiben javítják a döntések hatékonyságát, mennyiben mérséklük a veszteségeket. A mérések jelentősége a beavatkozási határérték közelében megnövekszik.
- A. T. Papagiannikis, N. C. Jackson: Az új pályaszerkezet tervezési útmutató érzékenysége a bemenő forgalmi adatok minőségére. Csak az adott helyszínre vonatkozó tengelyterhelési adatokból lehetséges elfogadható pontossággal a pályaszerkezet várható élettartamának becslése.
- J. A. Prozzi: Tengelyterhelési statisztikák és kapcsolatuk a burkolat viselkedésével. Valószínűségi alapon határoztak meg összefüggést az adatok között. A túlsúlyos tengelyek káros hatása az USA-ban is nagy gondot okoz.
- H. Ceylan: A felületi egyenetlenség előrebecslése neurális hálókval. A modern számítástechnikai eszközök jól használhatók a nagy adatbázisok, mint a hosszú távú burkolatviselkedési adat-sor (Long Term Pavement Performance, LTPP) elemzésére.

G. A.

Felhívjuk az érdeklődők figyelmét a



46. Hídmérnöki Konferenciára

melynek

időpontja: **2005. szeptember 21-23.**

helyszíne: **Hotel Azúr******

Siófok, Vitorlás u. 11.

Jelentkezéseket az alábbi címre várjuk:

Somogy Megyei Állami Közútkezelő KHT.

7400 Kaposvár, Szántó u.19.

Postacím: 7400 Kaposvár, Pf.65.

Telefon: 82/508-000, 82/508-017

Fax: 82/510-230

E-mail: somkozut@somkozut.hu

Kovács Roland hídmérnök

A KTE Közlekedésépítési Tagozat Közúti Szakosztály, a Vas megyei Állami Közútkezelő Közhasznú Társaság és a KTE Vas megyei területi szervezete
2005. szeptember 7. és 9. között,
Bükfürdőn rendezi meg a

33. Ütügyi Napokat.

A konferencia fő témája:

Tegyünk többet útjainkért, hídjainkért, a forgalombiztonságért

Tervezett szekciók:

- Útfinanszírozás
- Hálózattervezés, úttervezés összefüggései
- Építési feladatok
- Forgalombiztonság

A konferencia mellett **szakmai kiállítást** és szakmai-kulturális programot szervezünk.

A konferenciával kapcsolatosan tájékoztatás kérhető az egyesület központi irodájában:
tel./fax: (1) 3532 005, és az egyesület honlapján.

Kérjük, hogy a konferencia időpontját szíveskedjék előjegyezni!