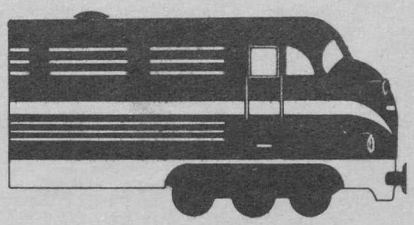
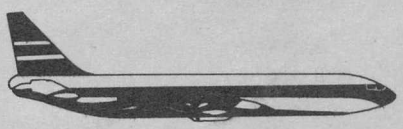
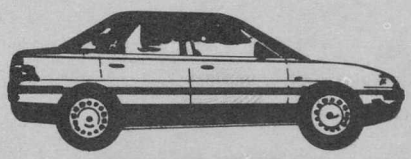
1993. 43.k. 7. sz.

KÖZLEKEDÉS TUDOMÁNYI SZEMLE

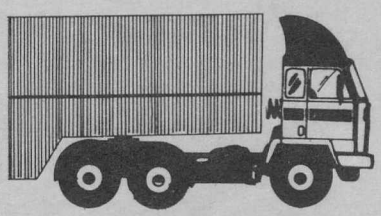


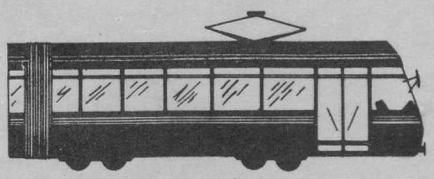


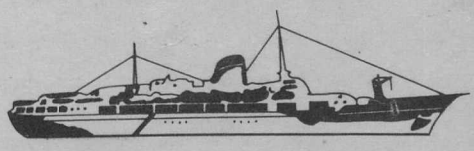


1993 -08- 26

Közlekedéstudományi Intézet Fő Könyvtára
BUDAPEST







7 1993
JÚLIUS
XLIII. ÉVFOLYAM

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

a Közlekedéstudományi Egyesület lapja

A lap megjelenését támogatják: HUNGAROCAMION, INTERGLOB, MAHART, MALÉV, MÁV, SZÖVAUT, UVATERV, VOLÁN vállalatok közül: AGRIA, ALBA, BORSOD, DUNATRANS KFT, HAJDU, KAPOS, KISALFÖLD, KÖRÖS, NÓGRÁD, TISZA, VOLÁNBUSZ, VOLÁNCAMION, VOLÁNTOURIST.

VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHE RUNDSCHAU
Zeitschrift des Vereins für Verkehrswissenschaft

REVUE DE LA SCIENCE DES COMMUNICATIONS
Organe de la Société Scientifique des Communications

SCIENTIFIC REVIEW OF COMMUNICATIONS
Monthly of the Scientific Association for Communication

Megjelenik havonta

Szerkesztőség:
BENCZÉDI mIHÁLYNÉ, DR. BAJUSZ REZSŐ, BETZ GYULA, CSÁRÁDI JÁNOS, DR. CZÉRE BÉLA, DR. CSEH LAJOS, FÁY ANDRÁS, DR. FEKETE GYÖRGY, FOLK GYÖRGY, HEGYI KÁLMÁN, HORVÁTH ÁRPÁD, KATONA ANDRÁS, DR. KERKÁPOLY ENDRE, DR. KOREN CSABA, DR. PÁKAY ANDRÁS, DR. SIMONYI ALFRÉD, DR. DE SORGÓ TIBOR, TARI LÁSZLÓ, DR. TIMÁR ANDRÁS, TÁNCZOS, LÁSZLÓNÉ, DR., TORMA IMRE, DR. TURÁNYI ISTVÁN, URBÁN LAJOS, DR. VÁSÁRHELYI BOLDIZSÁR.

főszerkesztő
DR. IVÁNY ÁRPÁD

szerkesztő
HÜTTL PÁL

A szerkesztőség címe: 1146 Budapest, Városligeti krt. 11. Telefon: 1420-565

Kiadja a Delta-B KFT
1053 Bp., Kossuth L. u. 17.
Felelős kiadó: Nemesné NÁDOR MARA

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely hírlapkézbesítő postahivatalnál, a Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál Budapest XIII., Lehel u. 10/a. – 1900 – közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215-96 162 pénzforgalmú jelzőszámra.

Egy szám ára: 45,– Ft, egy évre: 540,– Ft. Külföldön terjeszti a Kultúra Külkereskedelmi Vállalat, 1389 Budapest, Pf.: 149

Készült: Script Nyomda
Felelős vezető: Kaiser Antalné

Publishing House of International Organisation of Journalist INTERPRESS, Budapest, Tanács krt. 11. H-1075. Telefon: 22-1271 TX. IPKH. 22-5080

HUNGEXPO Advertising Agency, Budapest, P.O.B. 44. H-1441 Telephone: 225-008, Telex: 22-4525 bexpo

MH-Advertising, Budapest, H-1818 Telephone: 183-640, Telex: mahir 22-5341

ISSN 0023 4362

Tartalom

Dr. Szabó András: **Tetszőleges görbületű pályán haladó vasúti jármű keresztirányú dinamikai folyamatainak vizsgálata** 241

A szerző bemutat egy dinamikai járműmodellt, amely alkalmas a tetszőleges görbületű pályán haladó négytengelyes, két forgóvázas, hagyományos futóművű vasúti jármű keresztirányú mozgásainak szimulációjára

Dr. Lőrincz György: **Az MO jelű autóúton lévő Duna-hidak dinamikai vizsgálata** 251

A szerző a soroksári Duna-ág feletti vasbeton-híd és a hárosi Duna-híd dinamikai vizsgálatait mutatja be

Kovács Zoltán: **Az informatika növekvő szerepe a közúti közlekedésben** 260

A szerző a magyar közúti árufuvarozásnak a gazdasági életben betöltött szerepét vizsgálja és felvázolja a nemzetközi adatátviteli rendszerbe való bekapcsolódásának szükségességét

Dr. *Molnár Erzsébet:* **A Közlekedési Múzeum története** 265

A cikk ismerteti a Közlekedési Múzeum létesítésének és fejlesztésének történetét napjainkig

Nemzetközi szemle: Szerkeszti Dr. Gáspár László 274

1. A határok nélküli Európa közúti keretterve

Szerzőink

Dr. Szabó András okl. gépészmérnök, műszaki doktor, a Budapesti Műszaki Egyetem Vasúti Járművek Tanszékének adjunktusa; *Dr. Lőrincz György* okl. építőmérnök, okl. mérnöki matematikai szakmérnök, a Széchenyi István Főiskola Híd- és Tartószerkezetek Tanszéke docense; *Kovács Zoltán* okl. gépészmérnök, rendszerszervező, a Mikro-Volán Elektronika Kft. munkatársa; *dr.Molnár Erzsébet* múzeológus, etnográfus, a Közlekedési Múzeum csoportvezetője; id. *Dr. Gáspár László* c. egyetemi tanár, a műszaki tudomány doktora, a Közlekedéstudományi Intézet ny. tud. tanácsadója.

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

XLIII. évfolyam 7. szám 1993. július

Tetszőleges görbületű pályán haladó vasúti jármű keresztirányú dinamikai folyamatainak vizsgálata számítógépes szimulációval*

DR. SZABÓ ANDRÁS

A vasúti járművek és a pályák együttműködésének rendszerszemléletű elemző vizsgálata mind a járművek és a pályák tervezésében, mind pedig műszaki állapotuk diagnosztizálásában és fenntartásuk fejlesztésében kiemelten fontos szereppel bír. A cikk bemutatja a pálya-jármű rendszer keresztirányú dinamikai és kopási folyamatainak vizsgálatára kidolgozott dinamikai modellt, központba helyezve a tetszőleges görbületű pályán haladó jármű futásszimulációjakor felmerülő pályatengely ívhossz-koordináta meghatározás kérdéskörét, a pályaíveken és az átmeneti ívekben kialakuló kerékterhelés változás meghatározását, valamint az alkalmazott koordinátarendszerrel kapcsolatos sebesség- és gyorsulástranszformáció feltárását [1], [2], [5], [6].

1. A dinamikai modell leírása

A keresztirányú pályaegyenetlenségekkel bíró, tetszőleges görbületű íves pályán haladó négytengelyes, két forgóvázas, hagyományos futóművű vasúti jármű keresztirányú dinamikai folyamtainak vizsgálatához a korábban az egyenes, ill. az állandó görbületű pályán haladó hasonló jármű folyamatelemzésére kidolgozott, *1. ábra* szerinti járműdinamikai síkmodellt használjuk fel [4].

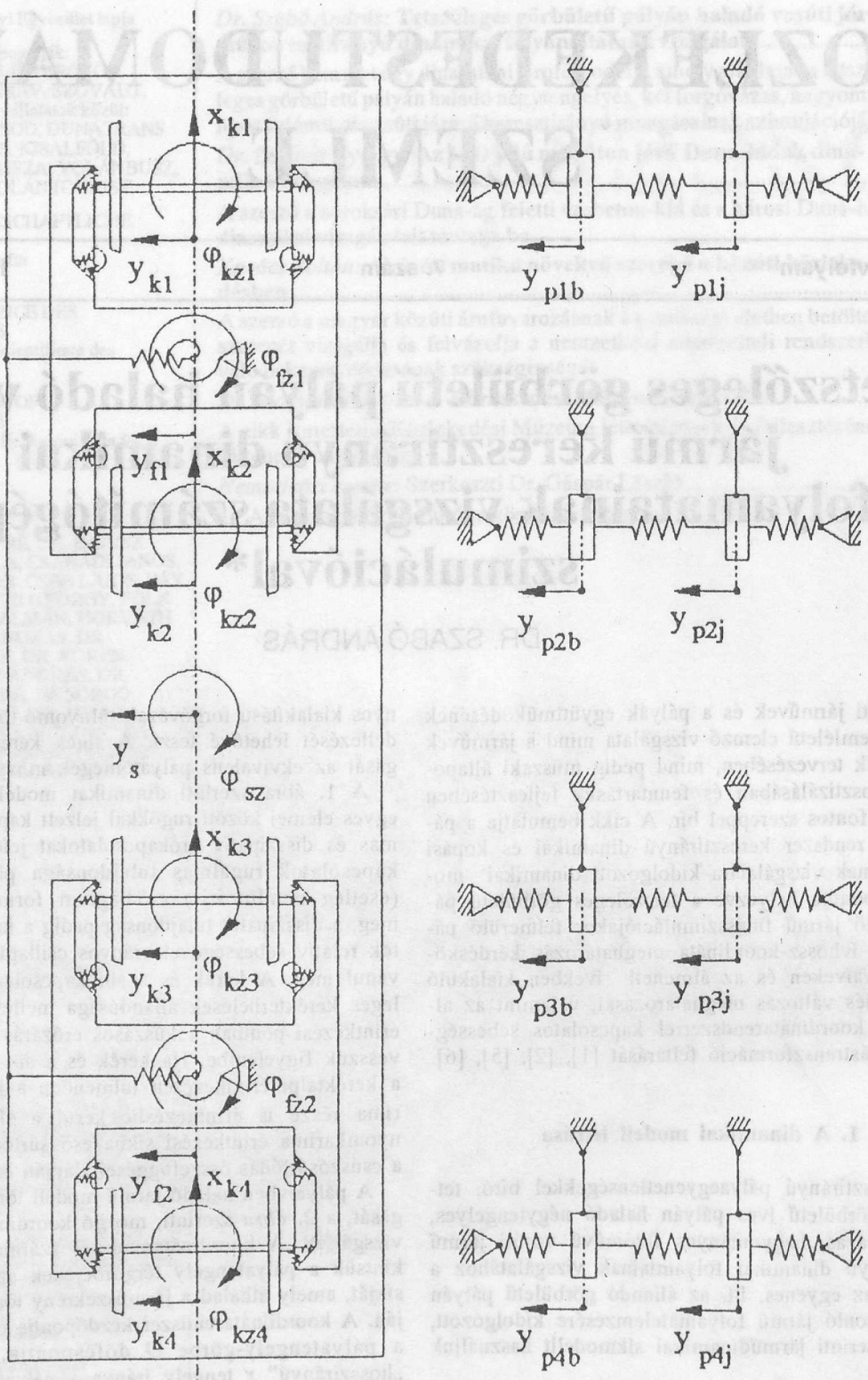
A dinamikai modellben minden olyan hatást igyekeztünk figyelembe venni, amely a jármű keresztirányú mozgását, a kerék és a sín érintkezési viszonyait, valamint a kerék kopási folyamatát lényegesen befolyásolhatja. A kerékpárokat merevnek tételezzük fel, de a kerékpárbekötés modellezésénél olyan általános kialakítást vettünk figyelembe, amely a paraméterek megfelelő megadásával a jelenleg alkalmazott hagyományos kialakítású forgóvázak túlnyomó többségének modellezését lehetővé teszi. A sinek keresztirányú mozgását az ekvivalens pályatömegek mozgása modellezi.

A 1. ábra szerinti dinamikai modellben a modell egyes elemei között rugókkal jelzett kapcsolatok rugalmas és disszipatív erőkapcsolatokat jelölnek. Az erőkapcsolatok rugalmas tulajdonsága pontjaival adott (esetleg nemlineáris) erődiagram formájában adható meg, a disszipatív tulajdonság pedig a kapcsolódó pontok relatív sebességével arányos csillapítóerőként nyilvánul meg. A kerék és a sín kapcsolatában a függőleges kerékterhelések állandósága mellett, a keréktalpi érintkezési pontban a kúszásos erőzárás összefüggéseit vesszük figyelembe. Ha kerék és a sín érintkezésében a keréktalpi érintkezésen túlmenően a kerék nyomkarima része is érintkezésbe kerül a sínnel, akkor a nyomkarima érintkezési síkba eső súrlódóerőket pedig a csúszósúrlódás összefüggései alapján határozzuk meg.

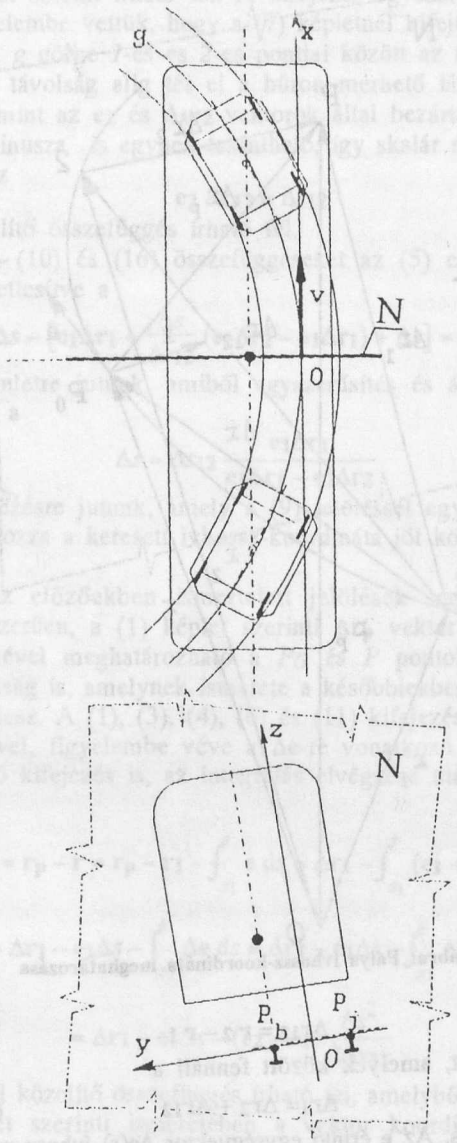
A pályaívben haladó jármű modell tömegeinek mozgását, a *2. ábra* szerinti, mozgó koordinátarendszerben vizsgáljuk. A koordinátarendszer származtatásához tekintsük a pályatengely térgörbéjének azon N normálsíkját, amely áthalad a járműszekrény tömegközéppontján. A koordiinátarendszer kezdőpontja e normálsík, és a pályatengely-görbe O döféspontja. A lokálisan „hosszirányú" x tengely iránya a pályatengely térgörbéjének O pontbeli érintőjének irányával azonos, pozitív iránya a jármű haladási irányába mutat.

Az előbb definiált N normálsíkot a bal, illetve a jobb oldali sínprofilok névleges pontjai által leírt térgörbék a P_b ill. a P_j pontokban döfik. (A sínprofil névleges pontján, a sínprofil szimmetriavonalának és a sínfej vonalának metszéspontját, a sínprofil megadásához definiált koordinátarendszer kezdőpontját értjük.) Az y tengely irányát a normálsíkban úgy vesszük fel, hogy az párhuzamos legyen a P_b és P_j pontokra fek-

*A tanulmány az I/3-391 (BME:5-307) sz. OTKA kutatómunka támogatásával készült.



1. sz. ábra: Dinamikai modell



2. sz. ábra: Koordináta-rendszer

tethető egyenessel, pozitív értelme mutasson a jármű haladási irányából előre tekintve bal kéz felé. A z tengelyt az előző x és y tengelyekre merőlegesen vesszük felfelé irányított pozitív értelemmel, így az x, y és z tengelyek jobbsodrású koordinátarendszert alkotnak.

A jármű névleges sebességeként a most definiált mozgó koordinátarendszer origójának pályaközépvonal érintő irányú sebességét tekintjük. A továbbiakban a járművet modellező merev testek tömegközéppontjainak hossz- és keresztirányú elmozdulásait, valamint azok függőleges tengely körüli szögelfordulásait a fenti, mozgó (relatív) koordináta-rendszerben adjuk meg.

A pálya vonalvezetését a pályatengely térgörbéjének az s ívhossz-koordináta függvényében megadott $G(s)$ görbület és $T(s)$ torzító függvényével, valamint az ívhosszkoordináta függvényében változó $m(s)$ túlemelés függvényével adjuk meg. A pálya geometriai megoldásához esetenként egy X, Y, Z koordinátákkal jellemzett abszolút (nyugvó) koordinátarendszerre is utalni fogunk. Számításainkban feltételezzük, hogy a T torzió igen kisméretű.

Az előbbiekben leírtaknak megfelelően a dinamikai modell mozgásállapotát a 2. ábra szerinti koordinátarendszerben a következő 30 szabad koordinátával írjuk le:

y_s – a járműszekrény tömegközpontjának keresztirányú kitérése;

φ_s – a járműszekrény függőleges tengely körüli szögelfordulása;

y_{f1} – a menetirány szerinti előlfutó forgóváz keresztirányú kitérése;

y_{f2} – a menetirány szerinti hátulfutó forgóváz keresztirányú kitérése;

φ_{fz1} – a menetirány szerint előlfutó forgóváz függőleges tengely körüli szögelfordulása;

φ_{fz2} – a menetirány szerint hátulfutó forgóváz függőleges tengely körüli szögelfordulása;

y_{ki} – a menetirány szerinti i-edik kerékpár keresztirányú kitérése (i=1,2,3,4);

x_{ki} – a menetirány szerinti i-edik kerékpár hosszirányú elmozdulása a forgóvázkerethez képest (i=1,2,3,4,);

φ_{kzi} – a menetirány szerinti i-edik kerékpár függőleges tengely körüli szögelfordulása (i=1,2,3,4);

φ_{kyi} – a menetirány szerinti i-edik kerékpár saját forgástengely körüli szögelfordulása (i=1,2,3,4)

y_{pib} – a menetirány szerinti i-edik kerékpár bal oldali kerekéhez tartozó ekvivalens pályatömeg elmozdulása a nyugalmi helyzethez képest, a pályasugár irányában (i=1,2,3,4);

y_{pij} – a menetirány szerinti i-edik kerékpár jobb oldali kerekéhez tartozó ekvivalens pályatömeg elmozdulása a nyugalmi helyzetéhez képest, a pályasugár irányában (i=1,2,3,4);

2. Keréktalpi érintkezési ponthoz tartozó pályatengely ívhossz-koordináta meghatározása

A 3. ábra szerint jelölje a g görbe a vizsgált pályaszakasz pályatengelyét, az ábra szerinti P pont pedig legyen a g görbére nem illeszkedő külső pont. A feladat megkeresni a g görbe azon P_G pontját, amely ponthoz tartozó normálsík áthalad a P ponton.

A g görbe menetét az ívhosssz-koordináta függvényében az $\mathbf{r}=\mathbf{r}(s)$ vektor-kalár függvénnyel írjuk le, a görbe érintőjének irányát pedig az $\mathbf{e}=\mathbf{e}(s)$ tangenciális egységvektor rögzíti. A pontjaival adott g görbe ismert pontjait az ábrán az r_1 és r_2 helyvektorokkal megadott 1-es és 2-es pontok jelölik. A külső P pontot az $\mathbf{r}_p$ helyvektor azonosítja.

A g görbe futópontját és a külső P pontot özekötő

$$\Delta r_p = r_p - \mathbf{r} \qquad (1)$$

különbségvektor bevezetésével a g görbe keresett P_G pontja a nomálsík és az érintő merőlegességét megkövetelő, az e és Δr skalárszorzatának eltűnését indikáló

$$\mathbf{e}\,\Delta r_p = 0 \qquad (2)$$

egyenlettel felírva, jelölhető ki (ortogonalítás). A továbbiakban tehát keresendő az s ívhosszkoordináta azon értéke, amelyre az ortogonalitás (2) feltételi egyenlete teljesül.

A 3. ábrának megfelelően a *g* görbe futópontjához tartozó r vektort

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}_1 + \Delta\mathbf{r} \tag{3}$$

alakban felírva, és figyelembe véve, hogy a $\Delta\mathbf{r}$ vektor a

$$\Delta\mathbf{r} = \int_{s1}^{s} \mathbf{e}\,(s)\,ds \tag{4}$$

összefüggés szerint előállítható az érintőirányú egységvektor ívhossz szerinti integrálásával, a (2) feltétel és az (1), (3) valamint (4) képletek felhasználásával az

$$\mathbf{e}\Delta\mathbf{r}_P = \mathbf{e}(\mathbf{r}_P - \mathbf{r}) = \mathbf{e}\,(\mathbf{r}_P - \mathbf{r}_1 - \int_{s_1}^{s} \mathbf{e}(s)ds) =$$

$$= \mathbf{e}(\mathbf{r}_P - \mathbf{r}_1) - \mathbf{e}\int_{s_1}^{s} \mathbf{e}(s)ds = 0 \tag{5}$$

alakra hozható, (7).

További vizsgálatainkhoz írjuk fel az e (s) vektort

$$\mathbf{e}\,(s) = \mathbf{e}_1 + \Delta\mathbf{e}\,(s) \tag{6}$$

alakban, és tételezzük fel, hogy a *g* görbe megadott pontjai olyan sűrűn helyezkednek el, hogy két-két adott pont között az érintőirány megváltozása igen kismértékű, azaz a (6) képletben szereplő $\Delta\mathbf{e}$ vektor abszolút értéke igen kicsi. Mivel a $\Delta\mathbf{e}$ vektor a *g* görbe $\mathbf{n}(s)$ normálvektorának és $G(s)$ görbületének ismeretében a

$$\Delta\mathbf{e} = \int_{s_1}^{s} G(s)\,\mathbf{n}(s)\,ds \tag{7}$$

integrál segítségével állítható elő, az előző feltevésünk tulajdonképpen azt jelenti, hogy a *g* görbét olyan sűrűn adjuk meg pontjaival, hogy két-két szomszédos pont között az

$$\int_{s_1}^{s} G(s)\,ds \tag{8}$$

integrál értéke igen kicsi legyen. Az előző kritérium gyakorlati szempontból azért kedvező, mert ott, ahol a görbület értéke kicsi (egyenes pályaszakaszok), megengedi a pályagörbület pontjainak ritkább megadását is.

A (6) helyettesítés, a

$$\Delta s = s - s_1 \tag{9}$$

jelölés, valamint a (7) integrálhoz kapcsolódó megjegyzések figyelembe vételével, a (5) egyenletben szereplő integrál kifejtésével az

$$\mathbf{e}\int_{s_1}^{s} \mathbf{e}(s)ds = (\mathbf{e}_1 + \Delta\mathbf{e})\int_{s_1}^{s} (\mathbf{e}_1 + \Delta\mathbf{e})ds =$$

$$= (\mathbf{e}_1 + \Delta\mathbf{e})\,(\mathbf{e}_1\Delta s + \int_{s_1}^{s} \Delta\mathbf{e}\,ds) =$$

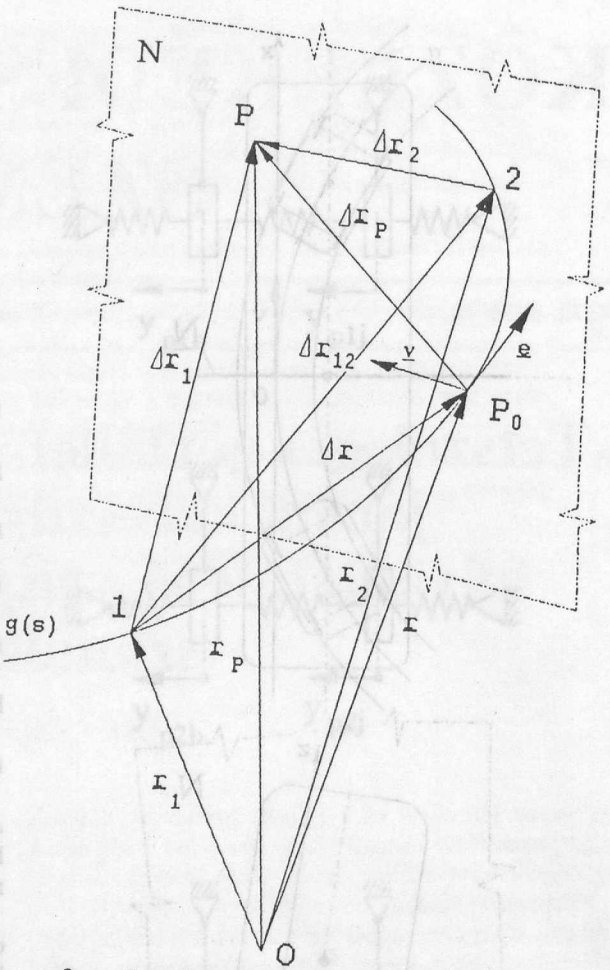
$$= \Delta s + \Delta\mathbf{e}\,\mathbf{e}_1\,\Delta s + \mathbf{e}_1\int_{s_1}^{s} \Delta\mathbf{e}\,ds + \Delta\mathbf{e}\int_{s_1}^{s} \Delta\mathbf{e}\,ds \cong \Delta s \tag{10}$$

igen jól közelíthető összefüggésre jutunk. A kifejezésben elhanyagolt három tag közül az első kettő a skalár szorzatokban szereplő vektorok közel merőleges helyzete, a harmadikat pedig a szorzat másodrendben kicsiny volta miatt tekinthettük közelítőleg zérónak.

A (5) egyenlet első tagjának kifejtéséhez vezessük be a

$$\Delta\mathbf{r}_1 = \mathbf{r}_P - \mathbf{r}_1, \tag{11}$$

$$\Delta r = r - r_1 \tag{12}$$



3. sz. ábra: Pálya ívhossz-koordináta meghatározása

$$\Delta\mathbf{r}_{12} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1 \tag{13}$$

jelöléseket, amelyek között fennáll a

$$\Delta\mathbf{r}_1 = \Delta\mathbf{r}_2 + \Delta\mathbf{r}_{12} \tag{14}$$

összefüggés. Az e érintő egységvektor $\Delta\mathbf{e}(s)$ ívhosz menti változását közelítsük egyenessel, azaz használjuk a

$$\Delta\mathbf{e} \cong \Delta s\,\frac{\mathbf{e}_2 - \mathbf{e}_1}{s_2 - s_1} = \frac{\Delta}{\Delta_{12}}(\mathbf{e}_2 - \mathbf{e}_1) \tag{15}$$

közelítő össszefüggést, ahol Δs_{12} a 3. ábra szerint $\mathbf{r}_1$ és $\mathbf{r}_2$ vektorokkal kijelölt *1*-es és *2*-es pontok közötti távolság a *g* pályatengely íve mentén.

Az említett (11)-(13) jelölésekkel, a (6), (14) és (15) összefüggések felhasználásával a (5) egyenlet első tagja az

$$\mathbf{e}\,(\mathbf{r}_P - \mathbf{r}_1) = \mathbf{e}\Delta\mathbf{r}_1 = (\mathbf{e}_1 + \Delta\mathbf{e})\Delta\mathbf{r}_1 = \mathbf{e}_1\Delta\mathbf{r}_1 + \Delta\mathbf{e}\,\Delta\mathbf{r}_1 =$$

$$= \mathbf{e}_1\,\Delta\mathbf{r}_1 + \frac{\Delta s}{\Delta s_{12}}(\mathbf{e}_2 - \mathbf{e}_1)\,\Delta\mathbf{r}_1 =$$

$$= \mathbf{e}_1\,\Delta\mathbf{r}_1 + \frac{\Delta s}{\Delta s_{12}}\,(\mathbf{e}_2\,\Delta\mathbf{r}_1 -$$

$$- \mathbf{e}_1\,\Delta\mathbf{r}_1) = \mathbf{e}_1\,\Delta\mathbf{r}_1 +$$

$$+ \frac{\Delta s}{\Delta s_{12}}[\mathbf{e}_2\,(\Delta\mathbf{r}_2 + \Delta\mathbf{r}_{12}) - \mathbf{e}_1\,\Delta\mathbf{r}_1] \cong$$

$$\cong \mathbf{e}_1\,\Delta\mathbf{r}_1 + \frac{\Delta s}{\Delta s_{12}}\,(\mathbf{e}_2\,\Delta\mathbf{r}_2 + \Delta s_{12} - \mathbf{e}_1\,\Delta\mathbf{r}_1) =$$

$$= \mathbf{e}_1\,\Delta\mathbf{r}_1 + \frac{\Delta s}{\Delta s_{12}}(\mathbf{e}_2\,\Delta\mathbf{r}_2 - \mathbf{e}_1\,\Delta\mathbf{r}_1) + \Delta s \tag{16}$$

képlet szerint írható fel. A kifejezés egyszerűsítésénél figyelembe vettük, hogy a (7) képletnél kifejtettek miatt a *g* görbe *1*-es és *2*-es pontjai között az íven mérhető távolság alig tér el a húron mérhető távolságtól, valamint az $\mathbf{e}_2$ és $\Delta\mathbf{r}_{12}$ vektorok által bezárt kis szög koszinusza is egynek tekinthető, így skalár szorzatukra az

$$\mathbf{e}_2 \Delta\mathbf{r}_{12} \cong \Delta s_{12} \qquad (17)$$

közelítő összefüggés írható fel.

A (10) és (16) összefüggéseket az (5) egyenletbe helyettesítve a

$$\Delta s - \left[\mathbf{e}_1\Delta\mathbf{r}_1 + \frac{\Delta s}{\Delta s_{12}}(\mathbf{e}_2\Delta\mathbf{r}_2 - \mathbf{e}_1\Delta\mathbf{r}_1) + \Delta s\right] = 0 \qquad (18)$$

egyenletre jutunk, amiből egyszerűsítés és átrendezés után a

$$\Delta s = \Delta s_{12}\frac{\mathbf{e}_1\Delta\mathbf{r}_1}{\mathbf{e}_1\Delta\mathbf{r}_1 - \mathbf{e}_2\Delta\mathbf{r}_2} \qquad (19)$$

kifejezésre jutunk, amely a (9) jelöléssel együtt meghatározza a keresett ívhossz-koordináta jól közelítő értékét.

Az előzőekben ismertetett jelölések segítségével egyszerűen, a (1) képlet szerinti $\Delta\mathbf{r}_P$ vektor abszolút értékével meghatározható a P_G és P pontok közötti távolság is, amelynek ismerete a későbbiekben szükséges lesz. A (1), (3), (4), (6) és (11) kifejezések segítségével, figyelembe véve a $\Delta\mathbf{e}$-re vonatkozó (15) közelítő kifejezés is, az integrálás elvégzése után $\Delta\mathbf{r}_P$-re a

$$\Delta\mathbf{r}_P = \mathbf{r}_P - \mathbf{r} = \mathbf{r}_P - \mathbf{r}_1 - \int_{s_1}^{s} \mathbf{e}\,ds = \Delta\mathbf{r}_1 - \int_{s_1}^{s} (\mathbf{e}_1 + \Delta\mathbf{e})ds =$$

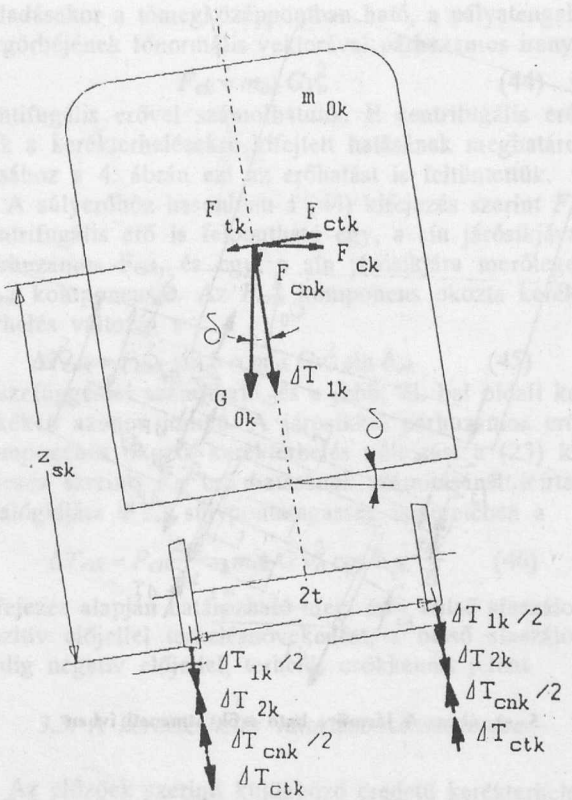
$$= \Delta\mathbf{r}_1 - \mathbf{e}_1\Delta s - \int_{s_1}^{s} \Delta\mathbf{e}\,ds \cong \Delta\mathbf{r}_1 - \mathbf{e}_1\Delta s - \int_{s_1}^{s} \Delta s\,ds =$$

$$= \Delta\mathbf{r}_1 - \mathbf{e}_1\Delta s - (\mathbf{e}_2 - \mathbf{e}_1)\frac{\Delta s^2}{2\Delta s_{12}} \qquad (20)$$

jól közelítő összefüggés írható fel, amelyből Δs (19) képlet szerinti ismeretében a vektor koordinátái, és azokból a vektor keresett értéke közvetlenül meghatározható.

3. Kerékterhelések közelítésére támaszkodó meghatározása pályaívben

A tetszőleges görbületű pályán haladó vasúti jármű keresztirányú dinamikai folyamatainak vizsgálatára kidolgozott számítógépes szimulációs eljárásunkban a keresztirányú jáműmozgás meghatározásához az 1. ábra szerinti keresztirányú síkmodellt alkalmazzuk, és a jármű hossz- és függőleges irányú mozgásviszonyait, valamint hossz- és keresztirányú tengely körüli szöglengéseit nem vesszük figyelembe. Az íves pályaszakaszokon haladó jármű esetében ébredő centrifugális erő, valamint a pályaívekben alkalmazott túlemelések következtében azonban a statikus kerékterheléshez képest a tényleges kerékterhelés lényegesen megváltozhat, így indokolt az említett hatások legalább kvazistatikus szemléletű közelítéssel való figyelemmel kísérése. Szimulációs eljárásunkban a jármű függőleges síkban és a keresztirányú tengely körül végbemenő dinamikai folyamatai elemzésének mellőzésével, a centrifugális erő és a túlemelés okozta kerékterhelés változásokat a következőkben ismertetett módokon közelítésekkel élve vesszük figyelembe.



4. sz. ábra: A járműre ható erők pályaívben

3.1. A túlemelés következtében létrejövő kerékterhelés változások

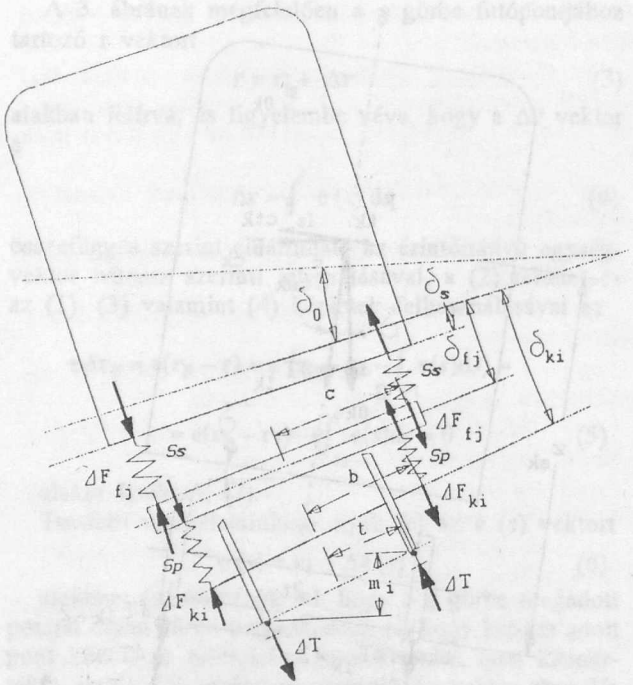
Az íves pályaszakaszokon alkalmazott túlemeléseknek a kerékterhelések alakulására kifejtett hatásához tekintsük a 4. ábrát, ahol egy túlemeléssel bíró pályaszakaszon elhelyezkedő járművet szemléltettünk. A túlemelés következtében a külső sínszál magasabban helyezkedik el mint a belső sínszál, így a jármű a hossziránytengely körül elfordul, sőt az elfordulás mértéke a jármű egyes elemeinél, az elemek közötti rugalmas kapcsolat következtében, eltérő is lehet. A jármű egyes elemei alatt itt a jármű modellezése során egy egységként (merev testként) modellezett részeit értjük, így a járműszekrényt, a forgóvázkereteket és a kerékpárokat.

Jelöljük a modell *k*-adik elemének tömegét m_{ok}-val, a vízszinteshez képesti, 4. ábra szerinti szögelfordulását pedig δ_{ok}-val. A szögelfordulás következtében az m_{ok} tömegnek megfelelő súlyerő pálya járósíkra merőleges erőösszetevője lecsökken, ami a statikus (vízszintes síkú, egyenes pályán mérhető) kerékterheléshez képest összesen

$$\Delta T_{1k} = -m_{ok}\,g\,(1 - \cos\delta_{ok}) \qquad (21)$$

kerékterhelés változást jelent. A súlyerő pályajárósíkkal párhuzamos

$$F_{tk} = m_{ok}\,g\sin\delta_{ok} \qquad (22)$$



5. sz. ábra: A járműre ható erők átmeneti ívben

komponensét egyrészt mint keresztirányú erőt a későbbiekben figyelembe kell venni, másrészt ezen erő a mindenkori súlypontmagasságnak megfelelően a hossztengely körüli billentő nyomatékot is kifejt. A modell *k*-adik elemének a sín járósíkja feletti magasságát z_{sk}-val jelölve a keresztirányú erő

$$F_{tk}\, z_{sk} \tag{23}$$

billentő nyomatéka a keréktalpakon ébredő

$$\Delta T_{2k} = F_{tk}\frac{z_{sk}}{2t} \tag{24}$$

kerékterhelés változással egyensúlyozható ki, és a belső sínszálon a kerékterhelés növekedésével, a külső sínszálon a kerékterhelés csökkenésével jár. A (21) kifejezésben a negatív előjellel a kerékterhelés csökkenését fejezzük ki. Az előző képletekben szereplő δ_{ok} szögek meghatározására a következőkben elmondottak nyújtanak támpontot.

A vasúti pályák átmeneti íveiben alkalmazott túlemelésváltozás egyik további következménye, hogy a jármű egyes kerékpárjainál fellépő lokális túlemelések eltérő mértékűek, aminek következménye a forgóvázak és a kocsiszekrény átlós terhelése, és a kerékterhelések átlós csökkenése ill. növekedése.

Az átlós kerékterhelés-változások meghatározásához az *5. ábrán* a változó túlemelésű pályán elhelyezkedő járművet szemléltettük a primer és szekunder hordrugók feltüntetésével, valamint a járműszekrény, a forgóvázkeret és a kerékpárok hossztengely körüli relatív elfordulásának érzékeltetésével.

Jelölje s_p ill. s_s a primer- ill. a szekunder rugózás függőleges rugómerevségét, *b* ill. *c* pedig a primer-jel a szekunder hordrugók határvonala a keresztirányú távolságának felét. Jelölje továbbá az ábra szerint a kerékpártengelyek hossztengely körüli szögelfordulását valamely referenciasíkhoz képest δ_{ki} (i=1,2,3,4), a forgóvázkeretek hasonló szögelfordulását δ_{fj} (j=1,2), a járműszekrény szögelfordulását pedig δ_s. A kerékpártengelyek jelzett szögelfordulását az egyes kerekek alatti túlemelés határozza meg, a forgóvázkeretek, valamint a járműszekrény szögelfordulását pedig azon feltételből származtatjuk, hogy a pályára merőleges erők kvázistatikus egyensúlya miatt a kerékterhelések – és a hordrugókon ébredő erők megváltozásából adódó nyomatékoknak egyensúlyban kell lenniük.

A pályatorzulás következtében az *i*-edik kerékpártengelyhez tartozó primer hordrugók terhelésváltozását ΔF_{ki}-vel, a kerékterhelés megváltozását ΔT_{ti}-vel, a *j*-edik forgóvázkeret és a járműszekrény kapcsolatában ébredő „függőleges" terhelésváltozást ΔF_{fj}-vel jelölve a kvázistatikus nyomatékegyensúly a

$$2t\,\Delta T_{ti} = 2b\,\Delta F_{ki}\ (i = 1,2,3,4) \tag{25}$$

$$2b\,(\Delta F_{k1} + \Delta F_{k2}) = 2c\,\Delta F_{f1}, \tag{26}$$

$$2b\,(\Delta F_{k3} + \Delta F_{k4}) = 2c\,\Delta F_{f2}, \tag{27}$$

és

$$2c\,\Delta Ff_1 + 2c\,\Delta F_{f2} = 0 \tag{28}$$

egyenletekkel írható le. A (25) egyenlet a négy kerékpártengely, a (26), (27) egyenletek a két forgóvázkeret, a (28) egyenlet pedig járműszekrény nyomatékegyensúlyát fejezi ki.

A hordrugókon ébredő terhelésváltozások a rugómerevségeken keresztül visszavezethetők a hossztengely körüli relatív szögelfordulás-különbségekre. Így a primer hordrugók terhelésváltozása a

$$\Delta F_{ki} = s_p\, b\,(\delta_{ki} - \delta_{fj}),\ (j=1;\ i=1,2)\quad (j=2;\ i=3,4) \tag{29}$$

kifejezéssel, a szekunder hordrugók terhelésváltozása pedig a

$$\Delta F_{fj} = s_s\, c\,(\delta_{fj} - \delta_s),\ (j=1,2) \tag{30}$$

képlettel fejezhető ki.

A (30) kifejezést a (28) egyenletbe behelyettesítve, egyszerűsítés után a

$$\delta_s = \frac{1}{2}(\delta_{f1} + \delta_{f2}) \tag{31}$$

összefüggésre jutunk, amit a (29) kifejezéssel együtt figyelembe véve a (26) és (27) egyenletekből átrendezés és egyszerűsítés után a

$$\delta_s = \frac{1}{4}(\delta_{k1} + \delta_{k2} + \delta_{k3} + \delta_{k4}) = \frac{1}{4}\sum_{i=1}^{4}\delta_{ki} \tag{32}$$

összefüggés adódik, amely azt fejezi ki, hogy a járműszekrény szögelfordulása a kerékpártengelyek szögelfordulásának átlagértékével egyezik meg.

A (29) kifejezést a (26) egyenletbe ismételten behelyettesítve, átrendezés és egyszerűsítés után az első forgóvázkeret szögelfordulására a

$$\delta_{f1} = \frac{s_p\, b^2\,(\delta_{k1} + \delta_{k2}) + s_s\, c^2\,\delta_s}{2s_p\, b^2 + s_s\, c^2} \tag{33}$$

összefüggés nyerhető, a (29) kifejezésének a (27) egyenletbe való behelyettesítésével pedig hasonlóképpen a második forgóváz szögelfordulására a

$$\delta_{f2} = \frac{s_p\, b^2(\delta_{k3} + \delta_{k4}) + s_s\, c^2\,\delta_s}{2s_p\, b^2 + s_s\, c^2} \tag{34}$$

eredményt kapjuk.

A forgóvázak szögelfordulásának ismeretében a (29) és (30) képletek szerint kiszámíthatók a kerékpár-ten-

gelyek ΔF_{ki} terhelésváltozásai, azokból pedig a (25) egyenlet átrendezésével adódó

$$\Delta T_{ti} = \Delta F_{ki} \frac{b}{t} \tag{35}$$

kifejezéssel a kerékterhelések változása is.

A referenciasík alkalmas megválasztásával a (33), (34) képletek tovább egyszerűsíthetők. Az 5. ábrán δ_0-lal jelöltük a referenciasík vízszintessel bezárt szögét. Válasszuk meg a referenciasíkot úgy, hogy az egyes kerékpár-tengelyekhez tartozó m_i túlemelések

$$\overline{m} = \frac{1}{4}\sum_{i=1}^{4} m_i \tag{36}$$

átlagértékének megfelelő

$$\delta_0 = \arcsin \frac{\overline{m}}{2t} \tag{37}$$

szöget zárja be a vízszintessel. Ez esetben a kerékpár-tengelyeknek a referenciasíkkal bezárt δ_{ki} szöge kicsinek tekinthető, és az egyes kerékpárokhoz tartozó m_i túlemeléseknek az m átlagértéktől való

$$\Delta m_i = m_i - \overline{m} \tag{38}$$

eltérése ismeretében a kis szögekre megengedhető közelítésekkel élve a

$$\delta_{ki} \cong \frac{\Delta m_i}{2t \cos \delta_0} \tag{39}$$

közelítő összefüggéssel számítható ki. A kapott (39) összefüggést a (32) kifejezésbe helyettesítve, (36) és (38) képleteket is figyelembe véve, a járműszekrény δ_s szögelfordulására a

$$\delta_s = \frac{1}{4}\sum_{i=1}^{4} \delta_{ki} \cong \frac{1}{4}\sum_{i=1}^{4} \frac{\Delta m_i}{2t \cos\delta_{01}} =$$

$$= \frac{1}{2t \cos \delta_{01}} \left(\frac{1}{4}\sum_{i=1}^{4} m_i - \overline{m}\right) = 0 \tag{40}$$

eredményre jutunk, ami azt jelenti, hogy az előzőek szerint megválasztott referenciasík igen jó közelítéssel azonos a járműszekrény síkjával. A (40) kifejezés figyelembe vételével a (33(, (34) összefüggések egyszerűsödnek, így (38) és (39) jelöléseket is figyelembe véve a forgóvázak referenciasíkhoz, vagyis a járműszekrényhez képesti szögelfordulása a

$$\delta_{f1} = \frac{s_p b^2 (\Delta m_1 + \Delta m_2)}{2t \cos \delta_o (2 s_p b^2 + s_s c^2)} \tag{41}$$

$$\delta_{f2} = \frac{s_p b^2 (\Delta m_3 + \Delta m_4)}{2t \cos \delta_o (2 s_p b^2 + s_s c^2)} \tag{42}$$

kifejezések szerint számítható, és a (29), (35) kifejezések egyesítéséből a kerékterhelések megváltozására pedig a

$$\Delta T_{ti} = \frac{s_p \delta^2 \Delta m_i}{2t^2 \cos \delta_o} - s_p \frac{b^2}{t} \delta_{fj}, \quad \begin{matrix} (j=1;\ i=1,2) \\ (j=2;\ i=3,\ 4) \end{matrix} \tag{43}$$

összefüggés nyerhető.

3.2. A centrifugális erő okozta kerékterhelés változások

A járműmodell k-adik, m_{ok} tömegű elemének a G görbületű pályaívben v_o tangenciális sebességgel való haladásakor a tömegközéppontban ható, a pályatengely térgörbéjének főnormális vektorával párhuzamos irányú

$$F_{ck} = m_{ok} G v_o^2 \tag{44}$$

centifugális erővel számolhatunk. E centrifugális erőnek a kerékterhelésekre kifejtett hatásának meghatározásához a 4. ábrán ezt az erőhatást is feltüntettük.

A súlyerőhöz hasonlóan a (44) kifejezés szerint F_{ck} centrifugális erő is felbontható egy, a sín járósíkjával párhuzamos F_{ctk}, és egy, a sín járósíkjára merőleges F_{cnk} komponensre. Az F_{cnk} komponens okozta kerékterhelés változás a

$$\Delta T_{cnk} = F_{cnk} \sin \delta = m_{ok} G v_o^2 \sin \delta_{ok} \tag{45}$$

összefüggéssel számítható, és a jobb, ill. bal oldali kerekeken azonos irányú. A járósíkkal párhuzamos erőkomponenes okozta kerékterhelés változást a (23) kifejezés szerinti F_{tk} erő hatásának számításánál leírtak analógiájára a z_{sk} súlypontmagasság ismeretében a

$$\Delta T_{ctk} = F_{ctk} \frac{z_{sk}}{2t} = m_{ok} G v_o^2 \cos \delta_{ok} \frac{z_{sk}}{2t} \tag{46}$$

kifejezés alapján határozható meg, és a külső sínszálon pozitív előjellel terhelésnövekedést, a belső sínszálon pedig negatív előjellel, terhelés csökkenést jelent.

3.3. A kerékterhelés változások összegezése

Az előzőek szerinti különböző eredetű kerékterhelés változásokat az egyes kerékpárokra ill. kerekekre értelemszerűen összegezve megkapjuk az egyes kerekekre eső eredő terhelésváltozásokat. Az összegezésnél figyelembe kell venni, hogy az előzőekben jelzett terhelésváltozásokból az egyes kerekek általános esetben különböző mértékben részesülnek.

A kerékterhelés változások összegzéséhez jelöljük λ_{ki}-vel az i-edik kerékpár-tengelynek a modell k-adik eleme tömegközéppontjában ébredő kereszt- ill. függőleges irányú erőhatásból való részesedési arányát. Legyen továbbá a korábbiaknak megfelelően a G pályagörbület a bal pályaívekben pozitív, a jobb pályaívekben pedig negatív előjelű.

A járműmodell elemeinek számát N-nel jelölve, az előző jelölésekkel a jármű i-edik kerékpárján ébredő kerékterhelés változás a (21), (24), (43), (45) és (46) képletek szerinti terhelésváltozásokból a

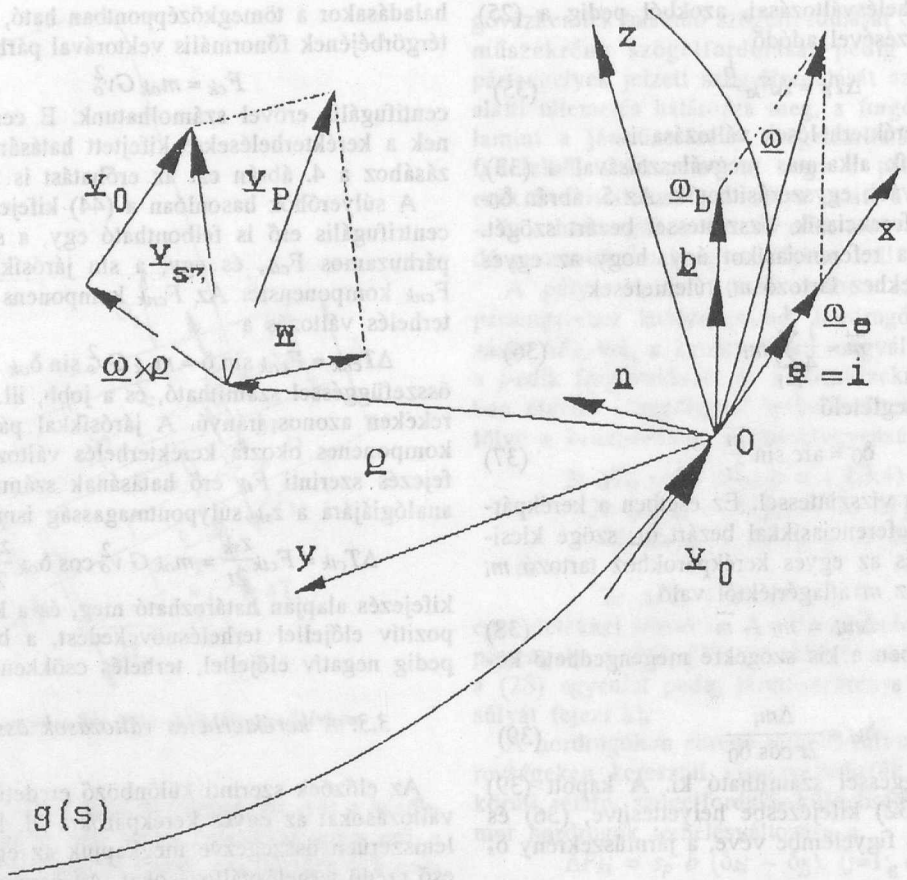
$$\Delta T_i = \pm \operatorname{sign} G\, \Delta T_{ti} + \tag{47}$$

$$+ \sum_{k=1}^{N} \lambda_{ki} \left(\Delta T_{1k} + \Delta T_{cnk} \pm \operatorname{sign} G (\Delta T_{2k} - \Delta T_{ctk})\right)$$

kifejezés szerinti összegezéssel állítható elő. A képletben a kettős előjeleknél a felső az adott kerékpár bal oldali, az alsó pedig a jobb oldali kerekekre vonatkozik.

4. A sebességek és a gyorsulások meghatározása az abszolút és a relatív koordinátarendszerben

Az 1. fejezetben ismertetett, 1. ábra szerinti dinamikai modell mozgását, a kiválasztott szabad koordinátákkal, a 2. ábra szerinti mozgó koordinátarendszerben írjuk le. A változó görbületű pályán végigvezetett



6. sz. ábra: Abszolút és relatív sebességek

koordinátarendszer az érintőirányú sebesség állandó nagysága ellenére, változó sebességű mozgást végez, így nem tekinthető inercia-rendszernek. A mozgásegyenletek felírásához meg kell tehát határozni a gyorsulások abszolút koordináta-rendszerbeli (inercia-rendszerbeli) értékeit is. Ehhez fel kell tárni az abszolút- és a relatív koordináta-rendszerben értelmezett sebességek és gyorsulások kapcsolatait.

A relatív koordináta-rendszer mozgásállapotának meghatározásához a *6. ábrán* ismételten felrajzoltuk a pályatengely görbéjét, és az ehhez, az 1. fejezetben leírtak szerint kapcsolódó relatív (mozgó) koordináta-rendszert.

A vizsgált időpontban a relatív koordináta-rendszer origójához tartozzon a g pályagörbe s_o ívkoordinátájú pontja, így a relatív koordináta-rendszer origójának $\mathbf{v}_o$ sebességvektora a korábbi jelölések megtartásával

$$\mathbf{v}_o = v_o\, \mathbf{e}(s_o) \tag{48}$$

kifejezéssel, $\mathbf{a}_o$ gyorsulásvektora pedig az

$$\mathbf{a}_o = \frac{d\mathbf{v}_o}{dt} = \frac{dv_o}{dt}\,\mathbf{e}(s_o) + v_o \frac{d\mathbf{e}}{ds}\frac{ds}{dt} \tag{49}$$

összefüggés szerint határozható meg. A v_o = áll. feltétel figyelembe vételével

$$a_o = v_o^2\, G(s_o)\, \mathbf{n}(s_o), \tag{50}$$

A relatív koordináta-rendszer ω eredő szögsebesség vektora a pályagörbe kísérő triéderének irányaiba mutató komponenseivel jellemezhető a legegyszerűbben. Mivel a pályagörbe $\mathbf{n}$ normálvektora körül szögelfordulás nincsen, a relatív koordináta-rendszer eredő ω szögsebessége a $\mathbf{b}$ binormális egységvektor irányába mutató ω_b, és az $\mathbf{e}$ érintőirányú egységvektor irányába mutató ω_e szögsebesség összetevőkkel az

$$\omega = \omega_e + \omega_b = \omega_e\, \mathbf{e} + \omega_b\, \mathbf{b} \tag{51}$$

alakban írható fel.

A 6. ábra szerinti $\mathbf{b}$ binormális egységvektor irányába mutató ω_b szögsebesség összetevő a relatív koordinátarendszernek a pályagörbe simulósíkjában történő elfordulási sebességét jellemzi, és az

$$\omega_b = \omega_b\, \mathbf{b} = \frac{d\varphi_b}{dt}\,\mathbf{b} = \frac{G\, ds}{dt}\,\mathbf{b} = v_o\, G(s_o)\, \mathbf{b} \tag{52}$$

kifejezés szerint határozható meg.

A relatív koordináta-rendszernek az $\mathbf{e}$ érintőirányú egységvektor körüli ω_e szögelfordulási sebessége egrészről a pályagörbe toziójának változásából, másrészről pedig az m túlemelés mértékének, az s ívhosszkoordináta függvényében való változásából adódik. A vasúti pályatengely görbéjének torziója igen kis mértékű, így a torzió változási sebessége, a szokásos járműsebességeket is figyelembe véve, igen jó közelítéssel elhanyagolható, és az érintőirányú egységvektor körüli szögsebességre az

$$\omega_e = \omega_e\, \mathbf{e} \cong -\frac{d\delta_y}{dt}\,\mathbf{e} = -v_o \frac{d\delta_y}{ds}\,\mathbf{e} = -v_o \frac{1}{2t\cos\delta_y}\frac{dm}{ds}\,\mathbf{e} \tag{53}$$

igen jól közelítő kifejezés írható. A képletben δ_y az y tengelynek a vízszintes síkkal bezárt szöge, ami a pá-

lya túlemelésével a

$$\delta_y = \arcsin\frac{m}{2t} \tag{54}$$

képlet szerint fejezhető ki. Deriválás után az ívhossz szerinti deriváltra a

$$\frac{d\delta_y}{ds} = \frac{1}{2t\cos\delta_y}\frac{dm}{ds} \tag{55}$$

összefüggés adódik.

A relatív koordináta-rendszer szöggyorsulás vektora az (51) kifejezés szerinti szögsebességvektor idő szerinti deriválásával az (51)–(53) egyenleteket figyelembe véve az

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d}{dt}(\omega_e \mathbf{e} + \omega_b \mathbf{b}) =$$

$$= \frac{d\omega_e}{dt}\mathbf{e} + \omega_e\frac{d\mathbf{e}}{dt} + \frac{d\omega_b}{dt}\mathbf{b} + \omega_b\frac{d\mathbf{b}}{dt} =$$

$$\cong -v_o^2\frac{d^2\delta_y}{ds^2}\mathbf{e} + \omega_e v_o G\,\mathbf{n} + v_o^2\frac{dG}{ds}\mathbf{b} \tag{56}$$

összefüggés szerint határozható meg. A levezetésnél figyelembe vettük, hogy a korábbiaknak megfelelően, a pályagörbe torziójának elhanyagolható mértéke miatt a **b** binormális egységvektor változása is jó közelítéssel elhanyagolható.

A relatív koordináta-rendszer sebességeinek és gyorsulásainak ismeretében meghatározható a tér valamely *P* pontjának abszolút és relatív koordináta-rendszerben észlelhető mogásainak kapcsolata.

Egy mozgó test tömegközéppontját jelölje a 6. ábra szerinti *P* pont. A *P* ponthoz tartozzon a relatív koordináta-rendszerben a ρ helyvektor, és jelölje a test relatív koordináta-rendszerben észlelt sebességét a **w** sebességvektor, relatív gyorsulását az $\mathbf{a}_w$ vektor, relatív szögsebességét és szöggyorsulását pedig az ω_w és ε_w vektor.

A mechanika összefüggései szerint a test abszolút koordináta-rendszerbeli $\mathbf{v}_p$ sebessége a

$$\mathbf{v}_p = \mathbf{w} + \mathbf{w}_{sz} = \omega + v_o\,\mathbf{e} + \omega x\rho \tag{57}$$

kifejezés szerint, az ρ_p abszolút gyorsulása a Coriolis gyorsulás ismert összefüggéseit is figyelembe véve az

$$a_p = a_v + a_c + a_{sz} = a_w + 2\omega x w + \omega x(\omega x\rho) + \varepsilon x\rho + a_o \tag{58}$$

összefüggés szerint, ω_p és ε_p abszolút koordinátarendszerhez viszonyított szögsebessége és szöggyorsulása pedig az

$$\omega_p = \omega_w + \omega \tag{59}$$

$$\varepsilon_p = \varepsilon_\omega + \varepsilon \tag{60}$$

kifejezések szerint határozható meg. Az (57) kifejezésben a $\mathbf{v}_{sz}$ sebességvektor a szállítósebességet, az (58) kifejezésben az $\mathbf{a}_{sz}$ pedig a szállítógyorsulást, azaz relatív koordináta-rendszerhez rögzített, a *P* ponttal fedésben lévő pont sebességét ill. gyorsulását jelenti, az (58) kifejezésben szereplő $\mathbf{a}_c$ pedig a Coriolis-féle gyorsulás-összetevő. A képletekben szereplő ω és ε vektorok a relatív koordináta-rendszer, (51) ill. (56) képletek szerint meghatározott szögsebesség- és szöggyorsulás vektorai.

Az abszolút sebesség és gyorsulás meghatározására kapott előző összefüggések további elemzéséhez írjuk fel a kísérő triéder egységvektorait a relatív koordináta-rendszer **i**, **j**, **k** koordináta egységvektoraival. A relatív koordináta-rendszer definiciója alapján az *x* tengely iránya a pályagörbe érintőjének irányával azonos, így az **e** egységvektorra az

$$\mathbf{e} = \mathbf{i} \tag{61}$$

egyenlőség érvényes. A 6. ábra alapján φ_o-lal jelölve az *y* tengely és az **n** normálvektor által bezárt szöget, a normálvektor az

$$\mathbf{n} = \cos\varphi_o\,\mathbf{j} + \sin\varphi_o\mathbf{k} \tag{62}$$

kifejezés szerint, a **b** binormális egységvektor pedig a

$$\mathbf{b} = -\sin\varphi_o\,\mathbf{j}\cos\varphi_o\,\mathbf{k} \tag{63}$$

kifejezés szerint írható fel a relatív koordináta-rendszer kordináta egységvektoraival.

Az (61)–(63) összefüggések felhasználásával a relatív koordináta-rendszer (51) kifejezés szerinti ω szögsebessége a továbbiakban az

$$\omega = \omega_e\mathbf{i} - \omega_b\sin\varphi_o\,\mathbf{j} + \omega_b\cos\varphi_o\,\mathbf{k} = \omega_x\,\mathbf{i} + \omega_y\,\mathbf{j} + \omega_z\,\mathbf{k} \tag{64}$$

kifejtés szerint is figyelembe vehető. Hasonlóképpen a koordinátarendszer (56) képlet szerinti ε szöggyorsulásra az

$$\varepsilon = -v_o^2\frac{d^2\delta_y}{ds^2}\mathbf{i} + (\omega_e v_o G\cos\varphi_o - v_o^2\frac{dG}{ds}\sin\varphi_o)\,\mathbf{j} +$$

$$+ (\omega_e v_o G\sin\varphi_o + v_o^2\frac{dG}{ds}\cos\varphi_o)\,\mathbf{k} = \varepsilon_x\mathbf{i} + \varepsilon_y\mathbf{j} + \varepsilon_z\mathbf{k} \tag{65}$$

felírás érvényes.

A relatív koordinátarendszer szögsebességének és szöggyorsulásának (64) és (65) képletek szerinti felírása lehetővé teszi az (57) egyenlet szerinti abszolút sebesség, és az (58) egyenlet szerinti abszolút gyorsulás egyes összetevőinek részletesebb kifejtését.

Az abszolút sebesség (57) egyenlet szerinti kifejezésében szereplő wxρ vektori szorzat a determinánsos kifejtési tételnek megfelelően az

$$\omega x\rho = (\omega_y\rho_z - \omega_x\rho_y)\mathbf{i} + (\omega_x\rho_x - \rho_z)j + (\omega_x\rho_y - \omega_y\rho_x)\mathbf{k} \tag{66}$$

összefüggésnek szerint írható fel a koordináta összetevőkkel.

A vizsgált *P* pont (57) képlet szerinti $\mathbf{v}_p$ abszolút sebességének a relatív koordináta-rendszer tengelyei irányába mutató összetevői, a (61) és (66) kifejezések behelyettesítése után a

$$v_{Px} = \omega_x + v_o + (\omega_y\rho_z - \omega_z\rho_y), \tag{67}$$

$$v_{Py} = \omega_y + (\omega_z\rho_x - \omega_x\rho_z) \quad \text{és} \tag{68}$$

$$v_{pz} = \omega_z + (\omega_x\rho_y - \omega_y\rho_x) \tag{69}$$

összefüggések szerint számíthatók ki.

Az abszolút gyorsulás (58) szerinti kifejezésében szereplő kettős vektorsorozat kifejtésével, és az

$$A = \omega\rho = \omega_x\rho_x + \omega_y\rho_y + \omega_z\rho_z, \tag{70}$$

$$\omega^2 = \omega\,\omega = \omega_e^2 + \omega_b^2 = \omega_x^2 + \omega_y^2 + \omega_z^2 \tag{71}$$

jelölések bevezetésével az

$$\omega x(\omega x\rho) = (\omega\rho)\,\omega - (\omega x\omega)\,\rho =$$

$$= (A\omega_x - \omega^2\rho_x)\mathbf{i} + (A\omega_y - \omega^2\rho_y)\mathbf{j} + (A\omega_z - \omega^2\rho_z)\mathbf{k}(\tag{72}$$

eredményre jutunk, így az ωξω és εxρ vektori szorzatokat a (66) vektori szorzathoz hasonlóan kifejteve, a (50) és (62) összefüggéseket is figyelembe véve, az (58) képlet szerinti abszolút gyorsulásnak a relatív ko-

eredményre jutunk, így az $\omega x w$ és $\varepsilon x \rho$ vektori szorzatokat a (66) vektori szorzathoz hasonlóan kifejteve, a (50) és (62) összefüggéseket is figyelembe véve, az (58) képlet szerinti abszolút gyorsulásnak a relatív koordináta-rendszer tengelyei irányába mutató komponensei az

$$a_{Px} = a_{wx} + 2(\omega_y\omega_z - \omega_z\omega_y) + (A\omega_x - \omega^2\rho_x) + \\ + (\varepsilon_y\rho_z - \varepsilon\zeta\rho_y), \quad (73)$$

$$(a_{py} = a\omega_x + 2(\omega_z\rho_x\omega_x\rho_z) + (A\omega_y - \omega^2\rho_y) + \\ + (\varepsilon_z\rho_x - \varepsilon_x\rho_z)N + v^2{}_oG\cos\rho_o, \quad (74)$$

$$ap_z = a\omega_z + 2(\omega_x\rho_y - \omega_y\rho_z) + A\omega\zeta - \omega^2\rho_z) + \\ + (\varepsilon_x\rho_y - \varepsilon_y\rho_y) + v_o^2\, G\sin\varphi_o \quad (75)$$

kifejezések szerint írhatók fel.

Az abszolút koordináta-rendszerbeli szögsebességek és szöggyorsulások az (59) és (60) képletek szerinti egyszerű vektorösszegzéssel állíthatók elő, így a (64) és (65) jelölések figyelembe vételével, a P pontban elhelyezkedő test abszolút szögsebesség vektora az

$$\omega_{\mathbf{p}} = (\omega_{wx} + \omega_x)\,\mathbf{i} + (\omega_{wy} + \omega_y)j + (\omega_{wz} + \omega_z)\mathbf{k} \quad (76)$$

kifejezés szerint, abszolút szöggyorsulás vektora pedig az

$$\varepsilon_{\mathbf{p}} = (\varepsilon_{wx} + \varepsilon_x)\,\mathbf{i} + (\varepsilon_{wy} + \varepsilon_y)\,j + (\varepsilon_{wz} + \varepsilon_z)\mathbf{k} \quad (77)$$

képlet szerint határozható meg.

A (73)–(75) és (76) összefüggések szerinti gyorsulások inercia-rendszerbeli gyorsulásokat ill. szöggyorsulásokat jelentenek, így *Newton II* törvényének megfelelően az eredő erők ill. nyomatékok és a tömeg ill. tehetetlenségi nyomaték hányadosaként meghatározhatók. Természetesen, mivel alkalmazott modellünk a keresztirányú mozgások meghatározását célozza, és a hosszirányú mozgásokkal csak részben (a kerékpárok esetében), a függőleges mozgásokkal pedig egyáltalán nem számol, így főleg az abszolút gyorsulások (74) képlet szerinti keresztirányú komponensével, és a (77) képlet szerinti abszolút szöggyorsulás „függőleges" (z tengely irányú) komponenseivel kell számolni. A kerékpárok hosszirányú mozgásaihoz figyelembe kell venni az abszolút gyorsulások (73) kifejezés szerinti „hosszirányú" (x tengely irányú) összetevőit is.

4.1. A gyorsulásváltozások meghatározása

Utazáskényelmi, valamint pálya- és járműigénybevételi szempontból lényeges a jármű mozgása során a gyorsulások időbeli változásának ismerete, [1], [3]. Az **a** gyorsulásvektor idő szerinti deriváltjaként definiált

$$\mathbf{h} = \frac{\mathrm{d}\mathbf{a}}{\mathrm{d}t} \quad (78)$$

vektor meghatározható a (73)–(75) képletek szerinti gyorsulásvektor összetevők idő szerinti deriválásával is, és elegendően kicsi időlépéssel végzett szimuláció esetén meghatározható numerikus úton is, az **a** gyorsulásvektor pontjaival adott időfüggvényeiből.

Mivel a járműmozgást leíró differenciálegyenlet-rendszert numerikus úton, adott időintervallum felett oldjuk meg, az a gyorsulásvektor időfüggvényének az igen kicsi időkülönbségű megoldási időlépések sorozatához tartozó függvényértékei kiszámításra kerülnek a megoldás során. E függvényérték-sorozatra támaszkodva célszerű a (78) képlet szerinti **h** vektort is numerikus úton kiszámítani. Így **a** (t_i)-vel jelölve az **a**(t) gyorsulásvektor időfüggvényének az i-edik megoldási lépéshez tartozó $t=t_i$ időpontra kapott értékét, és **a**(t_{i+1}) -el jelölve az $i + 1$ -edik megoldási lépéshez tartozó $t = t_{i+1}$ időpontban kapott értéket, a **h** vektornak a $t_i \le t \le t_{i+1}$ időintervallumra vonatkozó közelítő értéke a

$$\mathbf{h} \cong \frac{\mathbf{a}(t_{i+1}) - \mathbf{a}(t_i)}{t_{i+1} - t_i} \quad (79)$$

összefüggés szerint a differenciálegyenlet-rendszer megoldásával párhuzamosan mindenkor meghatározható.

5. Összefoglaló megjegyzések

Jelen cikkben bemutattunk egy dinamikai járműmodellt, amely alkalmas a tetszőleges görbületű pályán haladó négytengelyes, két forgóvázas, hagyományos futóművű vasúti jármű pályagerjesztés hatására kialakuló keresztirányú mozgásainak szimulációjára. Bemutattuk a mozgások leírására célszerűen megválasztott koordináta-rendszert, és meghatároztuk a koordináta-rendszerrel kapcsolatos transzformációs összefüggéseket. Elemeztük a pályaívekben és átmeneti ívekben kialakuló kerékterhelés változások legfontosabb összetevőit, és megadtuk a kvázistatikus függőleges erőegyensúlyon alapuló meghatározási módjaikat is. A kidolgozott modell és eljárási lehetőséget teremt arra is, hogy a keresztirányú mozgások elemzéséhez meghatározzuk a pályageometriai és utazáskényelmi szempontból jelentős gyorsulásváltozások (**h**) időbeli alakulását is.

A kidolgozott dinamikai modell és számítási eljárás felhasználásával tetszőleges görbületű vasúti pályára vonatkozóan elvégezhetők a vasúti jármű keresztirányú mozgásával kapcsolatos járműdinamikai vizsgálatok ill. elemzések, így a futásbiztonsági, futásstabilitási vizsgálatok, valamint a kerékprofilok kopásával kapcsolatos elemzések is. A pálya vonatkozásában lehetőséget teremt különböző geometriai vonalvezetésű pályák, főként átmeneti ívek jármű-pályadinamikai kihatásainak összehasonlító elemzésére és értékelésére.

IRODALOMJEGYZÉK

1. *Megyeri, J.*: Pálya-jármű rendszer pályás mérnöki szemmel. Pálya-jármű rendszer Tudományos konferencia IV. Velem, 1991. (p: 10-18)
2. *Zobory, I.*: Pálya-jármű rendszer járműmérnöki szemmel. Pálya-jármű rendszer Tudományos konferencia IV. Velem, 1991. (p: 19-42)
3. *Megyeri, J.*: Vasúti mozgásgeometria. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
4. Íves pályán haladó vasúti jármű kerékfutófelületi- és nyomkarimakopásának számítással történő előrejelzése. Kutatási jelentés I-IV. 497006/90. BME Járműgépészeti Intézet, Budapest, 1990-91.
5. *Szabó, A.*: Vasúti járművek kerékfutófelületi kopásterhelésének vizsgálata. VI. Országos Futástechnikai Konferencia, KTE, Pécs, 1991. (p: 300-307)
6. *Szabó, A. – Sostarics, Gy. – Zobory, I.*: Kéttengelyes forgóváz előírt kerékkopáshoz tartozó futásteljesítményének maximalizálása szimulációs módszerrel. II. Nemzetközi Forgóváz konferencia kiadványa, GTE Budapest, 1992. (p: 161-168)
7. *Korn, G. A. – Korn, T. M.*: Matematikai Kézikönyv műszakiaknak. Műszaki Könyvkiadó, Budapset, 1975.

Az M0 jelű autóúton lévő Duna-hidak dinamikai vizsgálata

DR. LŐRINCZ GYÖRGY

A hidak dinamikus vizsgálata Magyarországon is polgárjogot nyerhet. Alkalmazhatósága – mint minden vizsgálati módszeré – attól függ, hogy mennyi hasznos információ nyerhető belőle. Információ a híd rendszerére, állapotára, a romlás fokára. Ahhoz, hogy a módszer széles körben elterjedjen, és eredményeire az igény bővüljön, szükséges, hogy minden eddigi eredményt a felhasználók elé tárjunk. A módszert alkalmazni kívánóknak kell meggyőzniük a felhasználókat a dinamikai hídvizsgálatok hosszú távú hasznosságáról.

1. A dinamikai vizsgálatokról

A dinamikai jellemzők visszatükrözik egy szerkezet állapotát, hiszen azok elsősorban a tömegtől és a hajlékonyságtól függnek. Ezen utóbbi pedig tartalmazza a keresztmetszeti inerciákat (amelyeket pl. a repedés csökkent), az anyagminőségeket (a rugalmassági modulus a beton esetében csökken: öregedés), a befogási viszonyokat és támaszközöket.

A dinamikai állapot önmagában olyan információkat hordoz, amelyek jelenleg még minősíthetetlenek. Ha van egy előző – lehetőleg a forgalombahelyezés előtti – állapotfelvételünk, akkor az azonos dinamikai jellemzők *megváltozása* számunkra a qualitatív – és a kutatások haladásával egyre inkább quantitatív is – információhordozó.

A Széchenyi István Főiskola Híd- és Tartószerkezetek Tanszéke tíz év óta foglalkozik hídszerkezetek (és kevés számban más szerkezetek) dinamikai vizsgálatával.

A két új Duna-híd vizsgálataig megfelelő megbízás hiányában nem volt lehetőségünk arra, hogy egy hídszerkezetet a teljesség igényével dinamikailag megvizsgálhassunk. Ugyanis az un. Ø-mérést (forgalombahelyezés előttit) ezen hidaknál tudtuk először elvégezni. A Ø-mérésből identifikált – ehhez dinamikai számítás is kellett – rendszer dinamikai jellemzőinek a későbbiekből megállapítottakkal való összehasonlítása, és az ebből megállapított esetleges különbségek adnak esélyt a változások quantitatív felderítésére. A két új híd dinamikai vizsgálatának egyes lépcsői a következők voltak:

a) Az elméleti rendszeranalízis során kialakított modellen elvégeztük a dinamikai számítást, amely a sajátlengés-számokat és sajátlengés-alakokat eredményezte.

b) A rendszer kísérleti vizsgálata következett. A külső gerjesztésre kapott rezgésgyorsulás – válaszfüggvények FFT analízisével hozzájutottunk ugyancsak a sajátlengés-számokhoz (és sajátalakokhoz).

c) A számított és mért eredmények összehasonlítása, a számított modell esetleges módosítása, az identifikálás.

d) Osztrák kollégáink foglalkoznak az érzékenységvizsgálattal, amelynek eredményéről még nem tudunk beszámolni.

2. A vizsgálatok rövid ismertetése

2.1. A Soroksári Duna-ág feletti vasbeton mederhíd dinamikai vizsgálata (1. ábra)

2.11. A dinamikai számítás

A dinamikai számítást az ERŐTERV (Dr. Móga István) [1] és a TU GRAZ (Institut für Sthalbeton- und Massivbau, Univ. Doz. *Dr. techn. K. KERNBICHLER*) [2] végezte. A TPS 10 és az ADINA elnevezésű software-ek input adatait a híd általános tervéből számítottuk ki. Ugyanis a tehetetlenségi (vagy tömeg-) és a merevségi mátrix elemeit a fenti tervből vett méretek alapján határoztuk meg.

Az elméleti analízis során a következő modellekkel számoltunk:

a) gerendaszerkezet
- két főtartós merev alátámasztással (f_i^1);

b) tartórács szerkezet
- részleges vízszintes megtámasztással (f_i^4);

ill.
- teljes vízszintes megtámasztással (f_i^5);

c) térbeli keret
- merev alátámasztással (f_i^7);

ill.
- oszlopokkal alátámasztva (f_i^8).

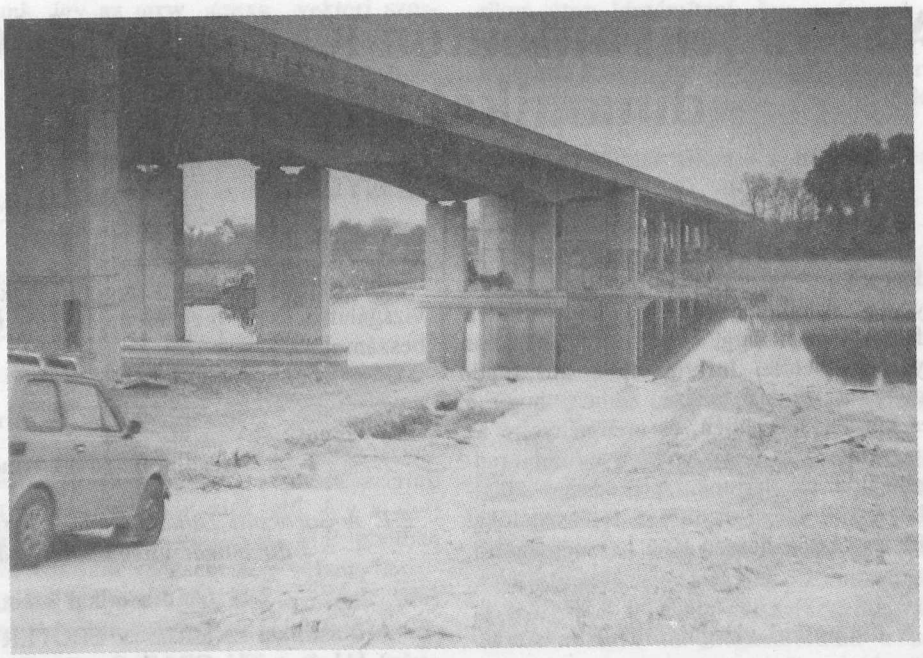
(Másik három modellen – f_i^2, f_i^3, f_i^6) – is végeztünk számítást; de eltérő – és nem valós – input adatokkal.)

A rugalmassági modulust $31.10^6 \frac{kN}{m^2}$ és $40.10^6 \frac{kN}{m^2}$ között változtattuk.

A különböző modelleken végzett dinamikai számítás eredményeit az *1. táblázatban* közöljük. A táblázat utolsó oszlopának kezdő értéke 1,30 Hz. Ehhez nem hajlító hosszirányú lengés tartozik. Ezt az értéket az oszlopokkal alátámasztott modellen kaptuk. A sajátértékeket más rugalmassági moodulusokkal is kiszámítottuk, de a megadottak illeszkedtek leginkább a méretekhez (l. később).

2.12. A dinamikai mérés és értékelése

A HOTTINGER-BALDWIN rezgésgyorsulás-érzékelőket a mederhídon négy különböző pozícióban helyeztük el. Mindegyik elrendezésben a 19,1 to tömegű gépkocsi három-három alkalommal haladt végig a hídon átlagosan 40 km/h sebességgel, így a gerjesztés-lecsengés átlagosan 2-3 percig tartott. Így minden egyes menet során a szimultán rögzített három-hat vá-



1. sz. ábra: A Soroksári Duna-ág feletti vasbeton híd

1. táblázat

A Soroksári Duna-ág feletti vasbeton híd számított sajátlengés-számai [2] és [3] alapján Hz-ben

Sor-szám	f^{1}_{isz}	f^{4}_{isz}	f^{5}_{isz}	f^{7}_{isz}	f^{8}_{isz}
	E	38	40	40	40
	–	–	–	–	1,30
1	1,643	1,97	1,97	1,56	1,66
2	3,412	3,08	3,08	2,64	2,69
3	3,815	4,31	4,31	2,98	3,05
4	5,339	4,80	4,87	3,38	3,51
5	5,460	4,81	5,14	3,91	4,48
6	6,778	5,07	5,34	4,29	4,76
7	7,018	5,35	5,99	4,75	4,89
8	7,912	6,03	6,13	5,42	5,54
9	8,197	6,22	6,70	5,54	6,45
10	8,254	6,88	7,09	6,56	–
11	10,717	Nem határoztuk meg!			
12	11,971				

2. táblázat

A Soroksári Duna-ág feletti vasbeton híd mért sajátlengés-számai [3] alapján

Sor-szám (i)	$f_{im} \pm \sigma_i$ (Hz)	Relatív szórás (%)	A fm-et tartalmazó spektrumok száma	
			abszolút (db)	reltív (%)
1	1,095±0,011	1	27	58,7
2	1,658±0,017	1	39	84,8
3	2,502±0,030	1,2	26	56,5
4	3,412±0,067	2	25	54,3
5	3,751±0,020	0,5	31	67,4
6	5,436±0,778	14,3	19	41,3
7	5,569±0206	3,7	27	58,7
8	6,804±0,074	1,1	21	45,6
8	7,975±0,454	5,7	20	43,5
10	9,502±0.114	1,2	30	65,2

laszje! négy 40 sec időtartamú szakaszra volt bontható, amelynek a fele volt zavarásmentes, tehát a híd autonóm módon lengett. (A hidat a forgalomnak még nem adták át, a mérés során csak a gerjesztő autó mozgott a hídon.) Ezen 40 sec hosszú jelek FFT analízisét a HANNING súlyfüggvény segítségével végeztük. (Az időfüggvény tehát 40 sec hosszú volt, az ebből készített 400 vonalas spektrum tartománya 0-10 Hz, a leolvasás hibája pedig 0,025 Hz volt.) A *2. táblázatban* a 46 spektrum alapján megállapított sajátlengésszámokat közöljük.

b) Az osztrák Bundesversuchs- und Forschungsanstalt ARSENAL (BVFA-ARSENAL) mérései [2] alapján a módszert kidolgozta és errre a hídra adaptálta, az értékelést végzi Univ. Doz. *Dr. techn. R. FLESCH.*

A mederhíd sajátlengés-számait elektrodinamikus gerjesztéssel is meghatározták. A hídon három pozícióban helyezték el azt a berendezést, amellyel a gerjesztés azonos módon megismételhető volt, ugyanis ezt számítógép vezérelte. Így tetszés szerinti számban helyzhettek el érzékelőket, ugyanis nem kellett minden jelet szimultán rögzíteniük a gerjesztések azonossága miatt. Egy keresztmetszetben egyszerre négy érzékelő volt, így szimultán módon a gerjesztő függvényt és négy válaszjelet vettek mérőmagnetofonra.

2.13. A mérés és a számítás eredményének összevetése, az identifikálás

Az 1. táblázat sajátlengés-számait a mérési eredmé-

3. táblázat

Az f^{A}_{sz} számított sajátlengés-számok globális igazítása az f_{im} mért értékhez a vasbeton híd medernyílásai esetén

Sor-szám	f_{im} (Hz)	Δ_1	A=∝ f_{isz} (Hz)	Δ_2	A=1 m2 f_{isz} (Hz)	Δ_3	F_{isz} (Hz)
1 H	1,658	0,015	1,643	-0,022	1,636	0,046	1,612
2 H	3,751	-0,064	3,815	-0,063	3,814	-0,007	3,758
3 H	5,569	0,109	5,460	0,022	5,547	0,104	5,465
4 H	6,804	-0,214	7,018	-0,065	6,869	0,036	6,768
5 H	9,502	-1,215	10,717	-0,937	10,439	-0,783	10,285
1 T	3,412	0	3,412	-0,067	3,479	-0,016	3,428
2 T	5,436	0,097	5,339	0,034	5,402	0,114	5,332
3 T	–	–	6,778	–	6,849	–	6,748
4 T	7,975	-0,252	8,197	-0082	8,057	1,037	7,938
5 T	–	–	11,971	–	11,684	–	11,512
1 K	–	–	8,254	–	8,598	–	8,471
	$\Delta_1=f_{im}-f^{A=\infty}_{isz}$			$\Delta_2=f_{im}-f^{A=1m^2}_{isz}$		$\Delta_3=f_{im}-f_{isz}$	

nyekkel összehasonlítva (2. táblázat) identifikálhatjuk a sajátlengés-számokat, ugyanis a mért értékek ugyan frekvenciacsúcsok, azonban arra, hogy ezek közül melyek a sajátlengés-számok, valamilyen támpont szükséges.

A számított sajátalakok alapján eldönthető, hogy melyek a hosszirányú hajlító, a csavaró és esetleg a hosszirányú normális sajátlengésszámok.

Hosszirányú hajlító lengés: 1, 3, 5, 7, 11

Csavaró hajlító lengés: 2, 4, 6, 9, 12.

Keresztirányú hajlító lengés: 10

Az előzőeket a f_i^1 értékek [2] alapján döntöttem el, ugyanis ezek állnak legközelebb a mért értékekhez. Az összehasonlítást a *3. táblázat* tartalmazza, amelyek számított sajátlengés-számai a kereszttartók merevítő hatását is tartalmazzák.

A támaszok függőleges összenyomódását is figyelembe vettük a sajátlengés-számok meghatározásakor úgy, hogy ezt a merevséget változtatva figyeltük a sajátlengés-számok változását.

Az oszlopok függőleges (összenyomódási) merevségén a következő viszonyszámot értjük:

$$\nu = \frac{E_B}{L} \cdot A,$$

ahol;

$E_B = 38.10^6 \frac{kN}{m^2}$ – a beton feltételezett rugalmassági modulusa;

L = 12,75 m – az alátámasztó oszlop magassága;

A = az összenyomott felület (m^2).

$$\nu = 2{,}980.392{,}16 \cdot A \ (\frac{kN}{m^3})$$

A különböző értékkel kapott frekvenciákat rakjuk fel az A = ∞ feltételezésével számított frekvenciákhoz viszonyítva a *2. ábrán.*

$$\frac{f^{A}_{isz}}{f^{A=\infty}_{isz}} \cdot 100 < 100$$

Az előző kijelentés akkor igaz, ha az első öt hosszirányú hajlító sajátlengés-számot nézzük. Az A = $1m^2$ összenyomódó felülettel számított sajátlengés-számok és a mértek abszolút eltérése erősen csökken. A számított értékek további illesztését is a 3. táblázat tartalmazza.

Az igazításnál néhány esetben ugyan nőtt az abszolút különbség ($|\Delta_3| > |\Delta_1|$), de a többségnél csökkent. A globális igazítást a következő összefüggés alapján végeztük:

$$f^2_{isz} = B^2 \frac{M}{m}; \quad f^2_{im} = 1B^2 \frac{M}{m} C_i$$

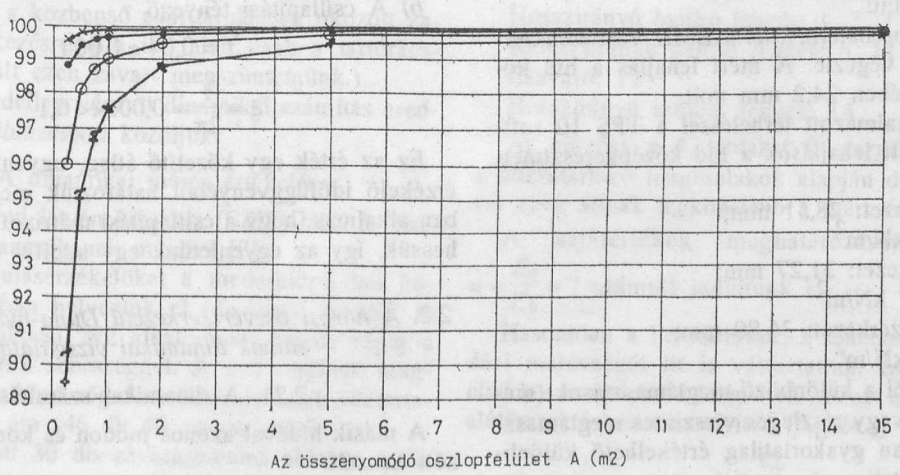
ahol;

$M = EJ$ (kN/m^2);

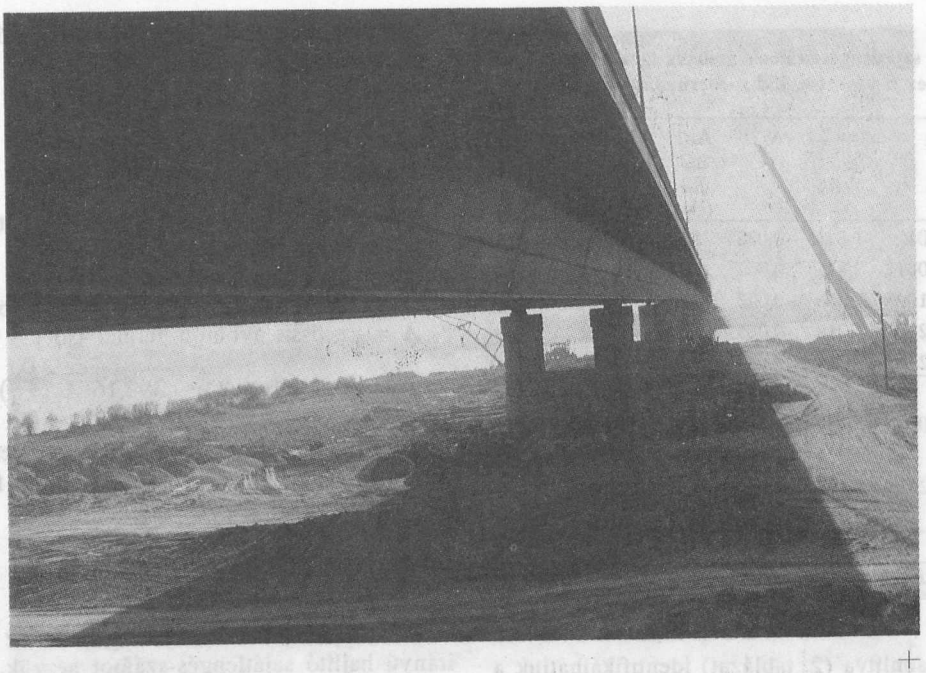
$m = \wp \cdot A$ (kg/m);

B = együttható $(\frac{1}{m_2})$

$$f^2_{isz} = f^2_{im} \quad C_i = (\frac{f_{im}}{f_{isz}})^2$$



2. sz. ábra: A hajlító sajátlengés-számok változása az oszlopok összenyomódása figyelembevételének [2] alapján. A vasbeton híd esetében a végtelen merev alátámasztáshoz (A=∞) viszonyítottunk.



3. sz. ábra: A hárosi Duna-híd

$$C = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} C_i; \quad f_{isz} = f_{isz}\sqrt{C}$$

A 3. táblázat esetében:

$$\sum_{i=1}^{8} C_i = 7{,}7662; \quad C = 0{,}9708\sqrt{c} = 0{,}9853$$

Ezen végső igazítás során a hiba abszolút nagyságának alsó és felső értéke a következők szerint változott:

$$\min|\Delta_2| = 0{,}22 \qquad \min|\Delta_3| = 0{,}007$$

$$\min|\Delta_2| = 0{,}937 \qquad \min|\Delta_3| = 0{,}783$$

A legalkalmasabb modellnek a két főtartós merev alátámasztású gerendaszerkezet bizonyult a dinamikai mérések alapján. A statikai mérések is ezt bizonyítják a következők szerint:

A híd statikus próbaterhelését a BME Vasbetonszerkezetek Tanszéke végezte. A mért lehajlás a híd közép-keresztmetszetében 24,2 mm volt.

Az általunk alkalmazott terheléssel a TPS 10 software által számított lehajlások a híd középkeresztmetszetében:

– gerendaszerkezet: 28,51 mm;
$E = 40 \cdot 10^6$ kN/m^2
– tartórácsszerkezet: 31,27 mm;
$E = 36{,}5 \cdot 10^6$ kN/m^2
– térbeli keretszerkezet: 36,80 mm;
$E = 31 \cdot 10^6$ kN/m^2

A szerkezeteknél a különböző megtámasztások (merev, oszlop, teljes vagy részleges vízszintes megtámasztás) a lehajlásokban gyakorlatilag értékelhető különbséget nem jelentettek.

2.14. A híd megmért egyéb dinamikai alapadatai

Az útadók időfüggvényeiből a dinamikus tényezőt, a rezgésgyorsulás-érzékelők időfüggvényeiből a csillapítás átlagos értékét tudták meghatározni.

a) A dinamikus tényező

A középső medernyíláson mérhető érték:

$$\mu_m = 1{,}24 \pm 0{,}13$$

A számított tényező

$$\mu_{sz} = 1{,}05 + \frac{5}{75+5} = 1{,}11 < \mu_m$$

Megjegyezzük, hogy a gerjesztés pallón ugratással történt!

A kis medernyíláson mérhető érték:

$\mu_m = 1{,}15 \pm 0{,}10$

A számított tényezők

$$\mu_{sz} = 1{,}05 + \frac{5}{36{,}7+5} = 1{,}17 \sim \mu_m$$

b) A csillapítási tényező

$$\Upsilon = 0{,}04 \pm 0{,}004$$

$$\xi \approx \frac{\Upsilon}{2\pi} = 0{,}006 << 0{,}1$$

Ez az érték egy közelítő átlag, ugyanis csak három érzékelő időfüggvényéből határoztuk meg. Arra azonban alkalmas, hogy a csillapítási mátrixot zérusnak ítélhessük, így az egyenletünk egy additív tagja elmarad.

2.2. A hárosi öszvérszerkezetű Duna-híd medernyílásainak dinamikai vizsgálata

2.21. A dinamikai számítás

A másik hídéval azonos módon és körülmények között készült.

A következő modelleken végeztünk számítást:

a) gerendaszrekezet (f_i^0)

(a változó inercianyomatékra nem voltunk tekintet-

4. táblázat

A hárosi Duna-híd ösvérszerkezetű medernyílásainak számított sajátlengés-számai [2] és [3] alapján Hz-ben

Sor-szám	f_i^0	f_i^{10}	f_i^{11}
	n 5 E_b 40	7 30	5 40
1	0,78	0,928	0,696
2	2,17	1,270	0,877
3	2,43	1,841	1,24
4	2,32	3,060	2,16
5	3,46	3,670	2,35
6	3,98	3,886	2,46
7	4,046	4,125	2,54
8	4,051	4,446	2,59
9	4,83	5,382	3,08
10	5,10	5,442	3,13
11		7,990	
12	Nem határoztuk meg!	8,362	Nem határoztuk meg!
13		9,523	
14		10,727	
15		11,415	

tel, a csomópontok – keresztmetszetek – távolsága 7,25 m volt, a keresztmetszet adatait a statikai számításból vettük át);

b) gerendaszerkezet (f_i^{10})

(az egymástól 3,5 m távolságra lévő keresztmetszetek változó inerciáját a gép határozta meg a bevitt adatokból);

c) tartórácsszerkezet (f_i^{11}).

(Az öszvérszerkezeteknek a feszített vasbeton szerkezeteknél – l. a Soroksári Duna-ág feletti híd – alkalmazott elvek szerinti térbeli keret és tartórács-modelljén dinamikai számításokat nem tudtunk kezdetben végezni. A szerkezet fizikai részeinek megfelelő elemekre bontása azt eredményezte, hogy az egyes részek geometriai jellemzői között több nagyságrendbeli eltérés mutatkozott. A merevségi mátrix lehetett ezáltal rosszul kondicionált, így néhány zérusnak értelmezett adat miatt a futás megszakadt. Vagy a nagyméretű modellek futtatása a közbenső adat-tárolásban okozott zavart. A rendelkezésre álló idő alatt csak a tartórács-modellen sikerült ezen zavart megszüntetnünk.)

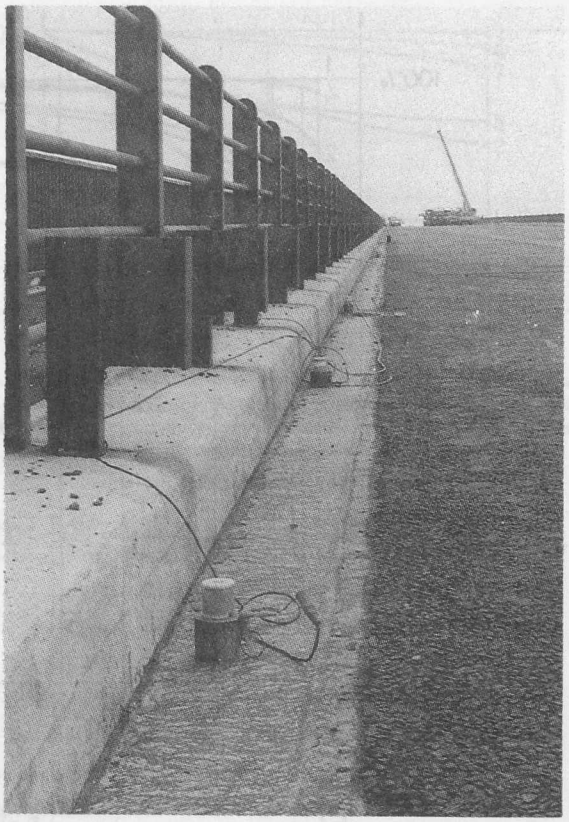
A három modellen végzett dinamikai számítás eredményeit a *4. táblázatban* közöljük.

2.22. A dinamikai mérés értékelése

a) A Széchenyi István Főiskola (SZIF) Híd- és Tartószerkezetek Tanszékének mérései [3]

A HB gyorsulásérzékelőket a mederhídon két különböző pozícióban helyeztük el (4. ábra). A 16,1 to tömegű tehergépkocsi 2x2 alkalommal haladt végig a hídon kb. 50 km/h sebességgel. A 4–4 érzékelő magnón szimultán módon rögzített válaszjeleinek időtartama mintegy fél óra (46 db 40 sec-os ablak.

A jelek között 30 db zavarásmentes ablakot találtunk, így a sajátlengés-számokat 30 spektrumból állapítottuk meg (HANNING ablak), amelyek tehát 40 sec hosszú időfüggvényből készültek, 400 vonalasak, 0–10 Hz tartományban, így az értékelés hibája 0,025 Hz.



4. sz. ábra: A BK gyorsulásérzékelők

Az FFT analizátor típusa: ONO SOKKI CF 355.

Az *5. táblázatban* a 30 spektrum alapján megállapított sajátlengés-számokat közöljük.

b) Az osztrák Bundesversuchs und Forschungsanstalt ARSENAL (BVFA-ARSENAL) mérései [2]

Az előző hídéval azonos módon és eszközökkel hajtották végre.

2.23. A mérés és a számítás eredményeinek összevetése, az identifikálás

Vessük össze a 4. és 5. táblázat értékeit. – A számított sajátalakok alapján eldönthető a lengések jellege.

Hosszirányú hajlító lengés: 1, 2, 3, 8, 9, 10, 13, 15

Keresztirányú hajlító lengés: 6, 11

Csavaró: 12

Hosszirányú normál lengés: 14

Az előzőek a 4. táblázat f_i^{10} rezgésszám-értékei és a hozzátartozó lengésalakok alapján döntöttem el, mivel ezek állnak legközelebb a mért értékekhez.

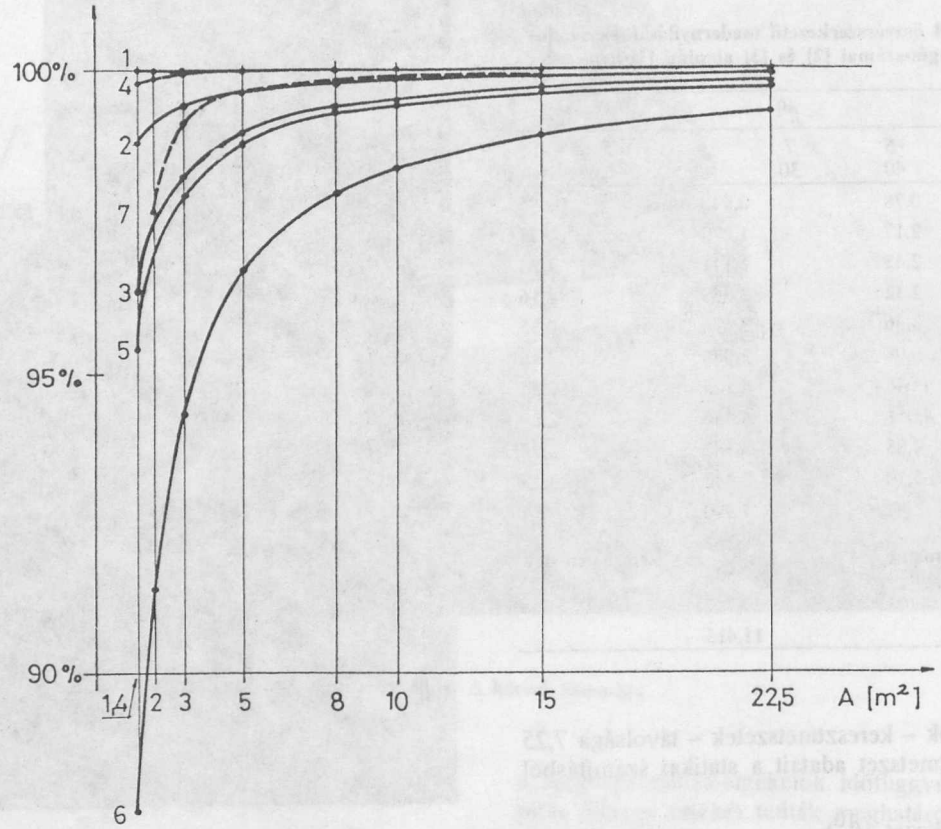
A sajátértékek meghatározásánál mindig az $n = \frac{E_v}{E_b} = 7$ számról indultunk ki.

Hasonlóan a betonhídhoz, a támaszok összenyomódási merevségét itt is változtattuk, és felrajzoltuk az első hét hosszirányú lengés változását a végtelen merev alátámasztáshoz viszonyítva (*5. ábra*).

$$\nu = \frac{E_b}{L} \cdot A,$$

ahol:

$E_b = 30 \cdot 10^6 \frac{kN}{m^2}$ – a beton feltételezett rugalmassági



5. sz. ábra: Az öszvérhíd első két hajlító sajátlengés-számának változása a támaszkodó felület (A) nagyságának változásával [2] alapján. Viszonyítás a végtelen merev alátámasztás (A=∞) eredményeihez)

modulusa;

L = 16,65 m – az alátámasztó oszlop magassága;

A = az összenyomódó felület (m^2);

$$\nu = 1801801{,}82 \cdot A\left(\frac{kN}{m^2}\right).$$

Az első hét hosszirányú hajlítólengés esetén elmondható, hogy

$$\frac{f_{isz}^{A}}{f_{isz}^{A=\infty}} < 1$$

5. táblázat

A hárosi Duna-híd öszvérszerkezetű medernyílásainak mért sajátlengés-számai [3] alapján

Sorszám (i)	$f_{im}\pm\sigma_i$ (Hz)	Relatív szórás (%)	Az f_{im}-et tartalmazó spektrumok száma	
			abszolút (db)	relatív (%)
1	0,934±0,020	2,1	23	76,7
2	1,224±0,049	4	14	46,7
3	1,608±0,019	1,2	30	100
4	3,036±0,06	2	25	83,3
5	3,643±0,026	0,7	28	93,3
6	5,344±0,407	7,6	12	40
7	6,521±0,319	4,9	18	60
8	7,663±0,202	2,6	17	56,7
9	8,517±0,420	4,9	18	60
10	9,714±0,382	3,9	4	03,3

Még két körülmény változásának hatását figyeltük meg az első hét hosszirányú hajlító sajátlengés-szám változására. (A viszonyítás mindkét – az 5. ábrával együtt mindhárom – esetben a nem csökkentett merevségű, végtelen merev alátámasztású tartón létrejövő sajátlengés-számokhoz történt):

- a negatív nyomatékok tartományában a híd meg fog repedni. 0–8 db között tételeztük fel azon 3,5 m hosszú elemek számát ezen tartományban, ahol a hajlítási merevség felére csökken (*6. ábra*).
- vegyük fel négy darabra (14 m) a csökkentett merevségű elemek számát, és a két rugalmassági modulus arányát (n) ezen elemeknél változtassuk 7–14-ig. (*7. ábra*).

Az ábrák után a *6. táblázatban* soroljuk fel az igazítandó sajátlengés-számokat a következő sorrendben:

- mért sajátlengés-számok (f_{im});
- a végtelen merev alátámasztású, változatlan merevségű modell sajátlengés-számai ($f_{isz}^{A=\ ;\ n=7}$);
- rugalmas alátámasztású (A = 2 m^2), a támaszok környezetében négy elem (14 m hossz) merevsége a felére csökken ($f_{isz}^{A=2;\ n=14}$).

A globális igazításon most is a 2.13. pontban leírtakat értjük:

$$\sum_{i=1}^{8} C_i = 7{,}040 \quad C = 1{,}008 \quad \sqrt{C} = 1{,}0029$$

6. táblázat

Az f_{isz}^{10} számított sajátlengés-számok globális igazítása az f_{im} mért értékekhez az öszvérhíd medernyílásai esetében

Sorszám és jelleg	f_{im} (Hz)	Δ_1	n=7 A=∝ f_{isz} (Hz)	Δ_2	n=14 A=2 m2 f_{isz} (Hz)	Δ_3	f_{isz} (Hz)
1 H	0,934	0,006	0,928	-0,014	0,948	-0,017	0,951
2 H	1,224	-0,046	1,270	-0,046	1,270	-0,050	1,274
3 H	1,608	-0,133	1,841	-0,171	1,779	-0,176	1,784
4 H	3,643	-0,027	3,670	-0,102	3,745	-0,113	3,755
5 H	–	–	4,446	–	4,357	–	4,370
6 H	5,344	-0,038	5,382	0,425	4,919	0,411	4,933
7 H	8,517	0,155	8,362	0,174	8,343	0,150	8,367
8 H	9,714	0,191	9,523	0,676	9,038	0,650	9,064
1 K	3,036	-0,024	3,060	-0,033	3,069	-0,042	3,078
2 K	–	–	4,125	–	–	–	–
3 K	–	–	5,442	–	5,606	–	5,622
1 T	–	–	3,886	–	–	–	–
2 T	7,663	-0327	7,990	0,271	7,391	0,251	7,412
1 N	–	–	10,728	–	8,802	–	8,827
2 N	–	–	11,415	–	–	–	–

$$1\Delta_1 = f_{im} - f_{isz}^{A=\infty,\ n=7} \qquad \Delta_2 = f_{im} - f_{isz}^{A=2m^2,\ n=14} \qquad \Delta_3 = f_{im} - f_{isz}$$

Az f_{isz} értékeket a 6. táblázatban találjuk. De ezek – amelyeknél valamelyes rugalmas alátámasztást és a támaszok környékén berepedést is figyelembe vettünk – a mért értékektől az igazítással távolabbra kerültek. Legjobban az igazítás nélküli $f_{isz}^{A=\infty,n=7}$ értékek illeszkednek a mért sajátlengés-számokhoz. Azaz: a *támaszkodás gyakorlatilag merev, és a tartón berepedés nincs!*

Ha meghatározzuk a *C* értéket, ezek egynél kisebbre adódnak. Így a $+\Delta_1$ értékek nőnek, a $|-\Delta_1|$ értékek fele nő. Tehát az igazítással az értékek egyenletesebben, de nagyobb eltéréssel igazodnak a mért sajátlengés-számokhoz.

2.24. A híd megmért egyéb dinamikai adatai

a) A dinamikus tényező

$$\mu_m = 1{,}117 \text{ æ } 0{,}071$$

$$\mu_{sz} = 1{,}05 + \frac{5}{108{,}5+5} = 1{,}094 < \mu_m$$

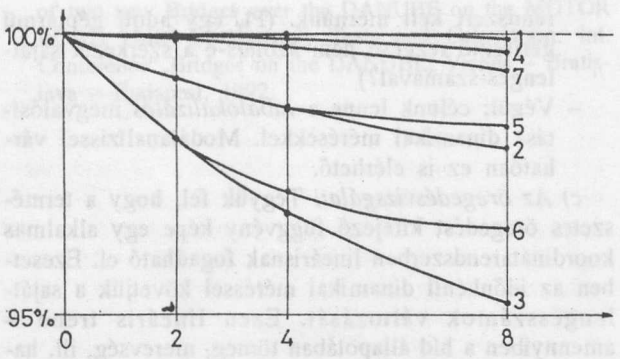
b) A csillapítási tényező

$$\Upsilon = 0{,}047 \text{ æ } 0{,}012$$

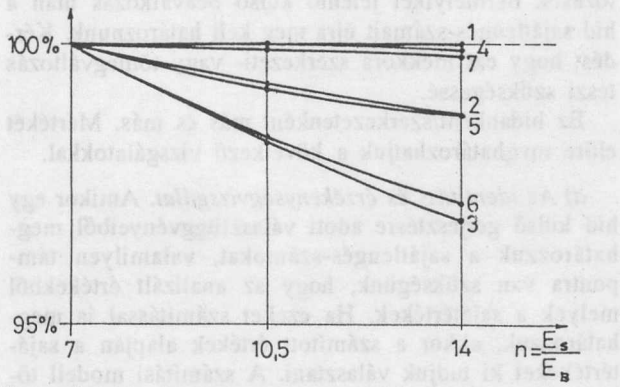
$$\xi \approx \frac{\Upsilon}{2\Pi} = 0{,}007 << 0{,}1$$

3. A dinamikai szerkezetvizsgálatok hosszú távú hasznossága

a) A sajátlengés-számok sorozata egyedül csak arra a szerkezetre jellemző, amelyen ezeket mértük. Ez a sorozat a szerkezet összes tulajdonságát tartalmazza; minden információt magában foglal, amelyre szükségünk lehet. A kérdés csak az, hogy van-e módszerünk,



6. sz. ábra: A támaszok környékén n db (n=0,1, ...,8) pályalemez elem (nx3,5 m) merevsége a felére csökken. – Az első két hajlító sajátlengés-szám változásának bemutatása a változatlan merevségű alaptesthez viszonyítva



7. sz. ábra: A támaszok környékén 4 db (14 m hossz) pályalemez-elem merevsége különböző mértékben változik. – Az első két hajlító sajátlengés-szám hogyan változik az alaptesthez viszonyítva

gyakorlatunk és nem utolsósorban vannak-e megfelelő hardware-jeink és software-jeink, hogy a kívánt információhoz hozzájussunk?

Ha a sorozat önmagában olyan sajátérték-halmaz, amely egy szerkezetet maradéktalanul leír, akkor az egyes értékek változása is karakterisztikus. Rendelkeznünk kell azonban a 100 %-nak elfogadott állapotot (ez legnagyobb biztonsággal a forgalombahelyezés előtt van) leíró sajátlengés-számok első cca. 15-20 értékével.

A dinamikai vizsgálatoknak van jövőjük, ugyanis egyre közelebb kerülünk gyakorlatban mérés- és feldolgozástechnikailag ahhoz a fejlettséghez, amellyel a sajátlengés-számokból és ezek változásából a szerkezetet megismerjük. *Értékeink kiinduló bázisával azonban rendelkeznünk kell, ez pedig a forgalombahelyezés előtti sajátlengés-számsorozat, amelyet az ún. ø-mérés vagy szűz-mérés eredményez.*

b) A sajátlengés-számokban és a sajátalakokban, ill. ezek változásában lévő információkat különböző módon tehetjük közhasznúvá.

- Az elmúlt évek gyakori dinamikai mérésének célja volt az ún. *öregedésvizsgálat.*
- Az Mø j. autóút két hídján *identitásvizsgálattal* foglalkoztunk, és *érzékenységvizsgálat* is készül.
- Dinamikai mérésekkel megállapíthatjuk, hogy valamely forgalmi terhelésnek milyen és relatíve mekkora mértékű a hídszerkezetre gyakorolt hatása. Ezen *hatásvizsgálat* során a szerkezet–jármű

rendszert kell mérnünk. (Pl. egy adott gépjármű gerjesztő rezgése nem azonos-e a szerkezet sajátlengés-számával?)

– Végül: célunk lenne a *hibalokalizálás* megvalósítása dinamikai mérésekkel. Modálanalízissel várhatóan ez is elérhető.

c) Az öregedésvizsgálat. Tegyük fel, hogy a természetes öregedést kifejező függvény képe egy alkalmas koordinátarendszerben lineárisnak fogadható el. Ezesetben az időnkénti dinamikai méréssel követjük a sajátlengésszámok változását. Ezen lineáris trend – amennyiben a híd állapotában tömeg, merevség, ill. hatékonyságváltozást nem idéztünk elő külső beavatkozással – csökkenő a természetes öregedés következtében. A csökkenés valamely mértékét a híd biztonságos üzeme végeként is definiálhatjuk. Egy, az említett változások bármelyikét jelentő külső beavatkozás után a híd sajátlengés-számait újra meg kell határoznunk. Kérdés, hogy ezt mekkora szerkezeti- vagy tömegváltozás teszi szükségessé.

Ez hidanként/szerkezetenként más és más. Mértékét előre meghatározhatjuk a következő vizsgálatokkal.

d) Az identitás- és érzékenységvizsgálat. Amikor egy híd külső gerjesztésre adott válaszfüggvényeiből meghatározzuk a sajátlengés-számokat, valamilyen támpontra van szükségünk, hogy az analizált értékekből melyek a sajátértékek. Ha ezeket számítással is meghatározzuk, akkor a számított értékek alapján a sajátértékeket ki tudjuk választani. A számítási modell tökéletesítésével a mért és számított értékek tetszőleges pontossággal egyeztethetők; ez az identifikálás folyamata. Egy előre definiált pontosság elérése után – ne legyen a hibánk nagyobb a felbontásból eredőnél; azaz: 20/400 = 0,05 Hz, 20 Hz-es határfrekvencia és 400 vonalas spektrum esetén – a modellbe olyan változásokat/hibákat építünk be, amelyek matematikailag megfogalmazhatók. (Ez a lokális vagy globális tömeg-, merevség- ill. hajlékonyságváltozást előidéző változások.) Ezen változások mértéke és helye különböző növekedéseket/csökkenéseket idéz elő a sajátlengés-számokban. Megfigyelhetjük az egyes sajátlengés-számok különböző változással (repedés, törés nagysága és helye, stb.) szembeni érzékenységét.

Az előző művelettel elvileg pontosan megegyezik, de annál gyorsabb, és könnyebben realizálhatók a modell változásai az utolsónak felsorolt vizsgálatban.

e) A hatásvizsgálat. Többször szükségünk lenne annak kiderítésére, hogy egy adott jármű vagy járműcsoport bizonyos szerkezetre milyen dinamikai hatással van? A dinamikai méréssel ez is kideríthető, de ezesetben is szükséges az identifikált sajátlengés-szám ismerete.

f) Célunk, hogy hibalokalizálást *tudjuk végezni. Azaz bármely, a d*inamikai mérésen kívül végzett egyéb vizsgálat nélkül szerkezeti hibára rámutatni. Legyen az akár szemmel nem látható – rejetett – hiba is. A d) alatt felsorolt is ilyen, de ez túlságosan diszkrét. Jó lenne a hiba következtében módosult sajátalakokat – és természetesen a sajátlengés-számokat is – egy ismert helyű és mértékű változtatással az identifikált modellen kiszámított alakkal azonosítani. A méréssel meghatározott sajátalakhoz igazítanánk a számítottat is, és a változás/hiba azonos lenne azon szükséges változtatásokkal, amelyeket az azonosság érdekében kellett végrehajtanunk.

Természetesen nem az előzőekben leírtakkal azonosan egyenlő a hibalokalizálás folyamata. Hiszen pl. merevségcsökkenést többfajta szerkezeti változás is eredményezhet. A dinamikai mérésben rejlő lehetőségek azonban – ugyan hosszú kutató munka és tapasztalatszerzés után – lehetővé teszik a hibalokalizálást.

4. Összefoglalás

Gyakorlati bizonyítékunk arra még nagyon csekély, hogy a hibalokalizálást a kívánt érzékenységgel tudjuk-e végezni? Nincsenek még tapasztalataink arra sem, hogy a különböző hibák és rendellenességek hatása hányadik sajátalakban és sajátlengés-számban jelentkezik? (A tömeg- és a merevségi mátrixban relatív kis változást okozó szerkezeti anomális kimutathatósága a magasabb sorszámú jellemzőkben várható. Ezek méréséhez pedig egy megfelelő energiatartalmú gerjesztés szükséges.)

Egyik alapkérdés tehát a gerjesztés. Az „M0" autóúton lévő két híd jelenlegi vizsgálata bebizonyította, hogy osztrák kollégáink elektrohidraulikus gerjesztéssel végzett méréseinek eredményeképpen kapott sajátlengés-számok megegyeznek a teherautóval végzett gerjesztésből kapottakkal. Az első tíz érték. De többre van szükségünk! A változtatható, különböző függvény szerinti gerjesztésre képes, teljesen azonos módon ismételhető determinisztikus gerjesztéssel megkereshetők a kívánt magas sorszámú értékek is!

A két Duna-hídon végzett forgalombahelyezés előtti mérések feldolgozás utáni eredményei lehetővé teszik a későbbi dinamiki mérésekkel való összehasonlítást, hiszen identifikált sajátlengés-számok vannak a birtokunkban.

A továbbjutást egy, a hibalokalizálást lehetővé tevő szint eléréséhez laboratóriumi mérések szükségesek, azaz:

a) egy egyszerű szerkezeten méréssel és modelanalízissel általunk előidézett hibákat kell kimutatnunk;

b) valamilyen összefüggést kell találnunk e szerkezet és a kimutatható hiba (változás) között;

c) meg kell vizsgálnunk a csillapítás változását.

Az említett mérések által kimutatott eredmények szolgálnak alapul a helyszíni mérések folytatásához.

IRODALOM

[1] Hantó Ferenc – Dr. Móga István: Dynamische Analyse einer Donaubrücke. II. Reutlinger Arbeitstagung: Finite Elemente in der Praxis. 1991.

[2] Dr. Flesch, R. – Dr. Kernbichler, K.: Bericht über dynamische Untersuchungen von zwei Ungarischen Donaubrücken. BVFA-ARSENAL Wien és TU Graz, kézirat, 1992.

[3] Dr. Lőrincz György – Agárdy Gyula: Az M0 j. autóút két Duna-hídjának dinamikai vizsgálata. Jelentés, Vol. 1. – Vol. 4; 1991/92. kézirat, Széchenyi István Főiskola, Győr.

[4] Dr. Lőrincz György – Dr. Tóth Zoltán: The Inspection of two new Bridges over the DANUBE on the MOTOR ROAD „M0" by dynamic Tests and Calculation. Int. Conference „Bridges on the DANUBE, Vienna – Bratislava – Budapest, 1992.

Az informatika növekvő szerepe a közúti közlekedésben

KOVÁCS ZOLTÁN

Bevezetés

Az *Európai Gazdasági Közösség* (EGK) szerint a közlekedési szolgáltatás iránti kereslet a jövőben jobban fog nőni, mint maga a gazdaság teljesítménye. A szállítási teljesítmények, a szállított áruk volumenének növekedése, és ezzel párhuzamosan a munkamegosztás fokozódása rendkívül rugalmas, megbízható szállításszervezést tesz szükségessé. Ennek egyik feltétele az elektronikai bázison szervezett információs kapcsolatokban való közvetlen részvétel az eladó és a vevő közötti tevékenységbe beágyazottan.

Az utóbbi évtizedben a közúti közlekedésben is egyre nélkülözhetetlenebbé vált az informatikai ismeretek felhasználása a közlekedési áramlatok irányításában. A közúti árufuvarozás jelentőségének, felfutásának növekvő dinamikája ráirányítja a figyelmet a továbblépés szükségességére az informatika területén is.

1. A nemzetközi közúti árufuvarozás szerepe a gazdasági életben

Világbanki becslés szerint a világ össztermelésének mintegy negyed része exportra, az előállító ország határain túlra kerül. Ennek figyelembe vételével nem lebecsülendő a közlekedés részesedése a nemzetközi munkamegosztásból.

Gazdaságunkban a külgazdasági kapcsolatok alapvetően meghatározó jelentőségűek. Az ebből eredő feladatokat a közlekedéspolitika időben felismerte, a tett intézkedések eredményét az elmúlt évek gazdasági eredményei is igazolták. Ennek ellenére további, elsősorban szervezési és gazdálkodási jellegű feladatokat kell a közlekedésnek megoldani ahhoz, hogy a külgazdasági kapcsolatokhoz lehetőleg időben, késlekedés nélkül igazodjék.

A magyar külkereskedelem nemzetközi áruszállításában az elmúlt években is a vasút szerepe volt a legjelentősebb. Az utóbbi két évben a vasútnak, mint a nemzetközi szállítások legfőbb hordozójának valamint a tengerhajózásnak a részesedése tovább csökkent. Ezzel szemben a közút teljesítményei, ha szerény mértékben is, de növekedtek. Ezt mutatja be az *1. sz. táblázat*, amely egyidejűleg összehasonlítást ad az 1990–92. évek között a behozatali és a kiviteli forgalom alakulásáról.

A Közép- és Kelet-Európában végbemenő társadalmi és gazdasági rendszerváltozás hazánkban is meghatározza a gazdasági szereplők magatartását. A közúti árufuvarozásra kiemelt hatást gyakorolnak többek között a privatizácó és a gazdasági szerkezetváltozás.

1. sz táblázat

A közlekedési alágazatok részaránya a külkereskedelmi áruforgalomban 1990-92. évek között*

(Adatok: 1000 t)

	Behozatali forgalomban			Kiviteli forgalomban		
	1990.	1991.	1992.	1990.	1991.	1992.
	évek			évek		
Vasút	16 712	15 897	11 695	11 509	9830	10 822
Közút**	1 655	2 496	3 264	3 355	3949	4 386
Vízi folyami	587	599	502	912	638	690
tengeri	661	5	4	214	158	54

*KSH adatforrás alapján
**Magyar és külföldi árufuvarozók együtt

A Kormány tulajdonosi és privatizációs stratégiájával összhangban valósul meg a közszolgáltatói (tömegközlekedési) feladatokat ellátó Volán vállalatok szervezetfejlesztési programja. Az érintett szervezeteknél az első ütemben a tömegközlekedéshez nem kapcsolódó tevékenységek társaságba vitelére, esetleg megszüntetésére került sor.

A szervezetkorszerűsítés első fázisában mintegy 2,5 Md ft – később majd privatizálható – vagyont vittek ki mintegy 350 önálló társaságba. A létrehozott gazdasági társaságok (döntően kft-k) alaptevékenysége árufuvarozás és szállítmányozás. Szolgáltatásaikat fuvarszegény környezetben, lassan piacosodó körülmények között, alacsony használhatósági fokú eszközökkel végezték.

A *magyarországi fuvarpiac* kialakulása, illetve szerkezetének átalakulása csak részben vezethető vissza az 1989-90-ben elkezdődött politikai, társadalmi, gazdasági rendszerváltozásra, sokkal jellemzőbb az a több évtizedes fejlődési folyamat, amely a jelenlegi struktúrát eredményezte.

A járműállomány mennyisége és a fuvarpiac szerkezetének következtében a 80-as évekig összességében a fuvaroztatók (fuvarozási kereslet) voltak kiszolgáltatott helyzetben a fuvarozókkal (fuvarozási kínálat) szemben.

A gazdasági változást első lépésben a közúti fuvarpiac részleges felszabadítása jelentette, mely lehetővé tette, hogy a főtevékenységként nem közúti fuvarozást végző vállalatok díj ellenében árutovábbítást vállalhattak. A valódi verseny kialakulásának kezdetét 1982-ben teremtették meg, a magánfuvarozási tevékenység engedélyezésével.

Napjainkban a nemzetközi közúti fuvarozás résztvevői:

2. sz. táblázat

A nemzetközi közúti árufuvarozás alakulása*

(Adatok: 1000 t)

Év	Behozatali forgalom		
	Külföldi	Magyar	Összesen
	rendszámú tehergépjárművel		
1985.	365	666	1031
1990.	519	1136	1655
1992.	1719	1545	3264
	Kiviteli forgalom		
1985.	1016	945	1961
1990.	1360	1995	3355
1992.	2161	2225	4386

*KSH adatforrás alapján

– a különböző gazdálkodási formában működő közlekedési szervezetek (pl. a HUNGAROCAMION, a VOLÁN vállalatok, teljesítményének megközelítőleg 95 %-át adják),
– a nem közlekedési szervezetek közlekedési egységei,
– az iparengedéllyel rendelkező magánszemélyek.

Hazánk és a KGST közötti kapcsolatok lazulása, majd a KGST megszűnése után az EGK hazánk legfontosabb gazdasági partnerévé vált. A magyar külgazdasági politika földrajzi orientációjában 1990-ben teljes fordulat következett be, aminek következtében a nyugat-európai gazdasági térség aránya a magyar külkereskedelemben gyors növekedésnek indult. Meg kell említenünk, hogy az EGK országokba irányuló fuvarteljesítmények megközelítőleg 50 %-nak Németország, és másik jelentős részének Olaszország a rendeltetési helye.

Tekintsük át röviden a nemzetközi árufuvarozás 1992. évi alakulását, összehasonlítva az 1985. és az 1990. évi adatokkal. A 2. számú táblázat adatai – magyar és külföldi fuvarozók bontásban – jól érzékeltetik e terület főbb sajátosságait.

Figyelemre méltó a külföldi tulajdonú tehergépjárművek teljesítményeinek előretörése. 1992. évben a behozatali forgalomban már meghaladták, a kiviteli forgalomban pedig megközelítették a magyar rendszámú gépjárművek teljesítményeit. A számok alakulása jelzésértékű: a nemzetközi forgalomban a külföldön honosított tehergépjárművek – kedvezőbb fuvardíjfeltételekkel, gondosabb fuvarszervezés mellett – fokozatosan kiszorítják a magyar közúti árufuvarozókat.

A nemzetközi közúti árufuvarozás gazdasági életben betöltött szerepének vázlatos bemutatása mellett feltétlenül meg kell jegyeznünk, hogy az EGK-t alkotó országok olyan egységes belső piac létrehozását tűzték ki célul, amely lehetővé teszi a személyek, áruk, szolgáltatások és a tőke szabad áramlását az EGK-n belüli országok között. Az EGK nem csak a tagországok, hanem az EFTA országok és egyéb kivülálló országok együttműködésére is számít. Hazánk tagsága jelentősen növelhetné világpiaci pozícióját, de a tagsági viszony eléréséig jelentős technikai, technológiai és infrastrukturális fejlesztéseket kellene véghezvinni, többek között az EGK egységes közlekedéspolitikai elveinek megfelelni.

2. A nemzetközi közúti árufuvarozás információigénye

Az *elektronikus adatcsere* (EDI – Electronic Data Interchange) *információtranszfer* a termelésben, a kereskedelemben, a szállításban és az igazgatás területén a tranzakciók ügyvitelének lebonyolítása céljából, a lehető legkevesebb emberi beavatkozással számítógépről számítógépre dolgozik. Az információcsere alapja egy olyan adatkészlet, amely a nemzetközi munkamegosztásban egy-egy funkció végrehajtásához szükséges (szállítási szerződés, vámnyilatkozat, stb.).

A nagy számú jelenleg alkalmazott dokumentumon (az ENSZ felmérése szerint egy import-export tranzakciót 40-50 különböző dokumentum kísér, több mint 360 másolattal) mintegy 200 féle információ jelenik meg, ami gyakran íráshibához vezet.

Nincs szükség a dokumentumok postázására, vagy egyéb módon történő továbbítására, így a késési problémák és annak következményei megszűnnek.

Az árucsere és szállítás a termelés fejlődésével jelentősen változik. A gyártási folyamatokban az anyag (alapanyag, nyersanyag, félkésztermék, alkatrész) minimalizált készletezésre, a felesleges raktározások elkerülésére törekednek. Mind szélesebb körben terjed el a JIT („Just In Time", „éppen időben") rendszer, amely rendkívül pontosan ütemezett szállítási folyamatra épül. Az a termelő és a felhasználó közötti szállítás a mozgótárolás szerepét tölti be. A készletek tartalékolása egy-két órára, esetleg egy-két napra csökken, de az éppen szükséges készletszint az EDI-n keresztül lebonyolított megrendeléssel és szállítással-szervezéssel biztosítható.

Hibamentes információt biztosít a megfelelő helyen, a megfelelő időben. A rendeléseknél gyorsabb válaszokat tesz lehetővé, így lerövidítve a szállítási ciklust.

Javul a pénzáramlás folyamata, amivel a fizetési kötelezettségek (számlák) feldolgozása gyorsabbá, biztonságosabbá válik.

A világméretű alkalmazási törekvések mellett az Európai Gazdasági Közösség is jelentős ütemben (1988-89-ben 5,3 millió ECU ráfordítással) dolgozik az elektronikus adatcsere (EDI) európai bevezetésén. Ez a program a TEDIS néven ismert, amelynek koordinálásával összehangolt szakterületi fejlesztőmunka folyik.

Hazánkban a Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium támogatásával megalakult a magyar EDI projekt, a HUNPRO, amely a magyarországi bevezetés lehetőségeit vizsgálja. Egy munkacsoportja elvégezte a belföldi és a nemzetközi árufuvarozásban kötelezően és ajánlottan használt fuvarokmányokon található adatelemek összehasonlítását, az ENSZ által kibocsátott UNITED (United Nations Trade Data Elements Directory) Kereskedelmi Adatelem Szótár alapján. Megállapításaikat számos publikációban összegezték, ezért ezek részletes ismertetésétől eltekintek [1].

3. Fejlesztési törekvések a közúti közlekedésben

A legjelentősebb fejlesztő, szervező munka az IRU (International Road Transport Union, Nemzetközi Köz-

úti Szállítási Unió) keretében folyik. A szervezetet 1948-ban alapították, és ma 45 ország és 17 nemzetközi szervezet tartozik hozzá. Az IRU szervezési, koordinációs tevékenysége elsősorban a határátmenetek zavartalanságának, az áthaladás gyorsításának elősegítésére irányul. Az egységesített tartalmú, illetve adatszerkezetű TIR-CARNET dokumentumot a szállítás vámokmányaként a határátmeneteknél általánosan elfogadják.

A közúti szállítók szervezete elsősorban az eljárás és az iratminta egységesítésére törekedett. Az elektronikus adatátvitel kialakítása nem volt közvetlen cél, mivel a járművezető a szállítmánnyal együtt halad és a papírdokumentumot is magával viszi, így az okmány nem késhet. A számítógépes rendszerekbe való bekapcsolódás a kombinált fuvarozásban (közút – vasút – közút, közút – hajó – közút) vált szükségszerűvé.

Az ERTIS (European Road Transport Information Service – Európai Közúti Fuvarozási Információs Szolgálat) szakmai és a holland kormány anyagi támogatása révén a Magyar Közúti Fuvarozók Egyesülete létrehozta saját videotex–számítógépes információs rendszerét, a TRANSINFO-t. Európa számos országában működnek hasonló információs rendszerek.

Ezek a rendszerek 8-10 éve hatékonyan működnek az ERTIS koordinálásával.

Az IRU is létrehozta számítógépes információs rendszerét az ERTIS segítségével.

A TRANSINFO számítógépes videotex rendszer két fő részből áll:

1. Az általános információkat nyújtó rész, amelynek szolgáltatásai:
   - aktuális információk, (időjárás, útadatok, sztrájkok stb);
   - nemzetközi információk, (adók, illetékek, vámkezelés, engedélykötelezettség stb);
   - hasznos belföldi és külföldi címek;
   - az egyesület szolgáltatásai (rendezvények, kiadványok stb.).

II. A nemzetközi fuvarbörze, mely a szabad kapacitások, le nem kötött fuvarok, egyéb hirdetések tárolására szolgál.

4. Az informatikai rendszer modellezése

Az ellátás – elosztás ideje napjainkban a termék életciklusán belül egyre jelentősebb mértékűvé válik. A termelésre fordított idő gépesítéssel automatizálással csökkenthető, míg az ellátásra fordított idő a tároló pufferek számának csökkentésével, esetleg megszüntetésével, és pufferekben töltött időknek a csökkentésével érhető el. A napi termelési és szállítási programoknál a felhasználók egy szinkronizált ütemnek megfelelően kapják a szükséges mennyiségű alkatrészt, anyagot.

A fejlett ipari országokban olyan kihelyezett raktárak működnek, amelyek egy termelő ellátására, vagy termékeinek elosztására létesültek. Több ilyen raktár összevonásával a több termelő és több fogyasztó összekapcsolását végző úgynevezett logisztikai ellátó-elosztó központok kialakítása célszerű. A JIT elv felhasználásával a központok kialakítása célszerű. A JIT elv felhasználásával a központok raktározási feladata minimálisra szorítható le, így a központoknak főleg koordináló, rendező szerepük lesz, de ez csak egy korszerű kommunikációs hálózat segítségével lehet hatékony.

A jövőben a magyar fuvarozók versenyképessége is nagy mértékben attól függ, hogyan tudják követni a piac változásait. Ezen a problémán csak egy olyan rendszer tud segíteni, amely azonos időben kapcsolatot létesít a fuvarozók, a fuvaroztatók, a járművek, és a nemzetközi közúti fuvarozás folyamatában fontos szerepet játszó egyéb hivatalok között (vámhivatal stb.), és amely egy kialakításra kerülő logisztikai ellátó-elosztó központ szerves részévé válhat.

Az említett feltételt kielégíti az Európában már működő EUTELRACS [2] satellit adatátviteli rendszer, amelyet az ALCATEL Qualcom (Franciaország) dolgozott ki, és a OmniTRACS satellit adatátviteli rendszer, amely azz Egyesült Államokban működik.

Az EUTELRACS rendszert 1990-ben mutatták be (1. ábra). A rendszer próbaüzemelésében hét európai ország fuvarozó vállalatai vettek részt. A rendszer kiterjed egész Európára, Észak-Afrikára, és a Közel-Kelet egy részére. Így a hazánkban történő bevezetés lehetősége adott. A modellezett rendszer kapcsolatot biztosít a fuvarozást végző vállalat diszpécsere és a fuvarozást végző járművek, és más vállalatok között is.

A rendszer segítségével elvégezhető a megrendelés felvétele és visszaigazolása, a szállítmány és az üres járművek nyomon kísérése. A rendszer segítséget nyújt az útvonal megtervezésekor és módosításakor is, figyelembe veszi a forgalmi torlódásokat, útelzárásokat, eltereléseket, a rendszerrel egyéb kétirányú üzenetek is küldhetők.

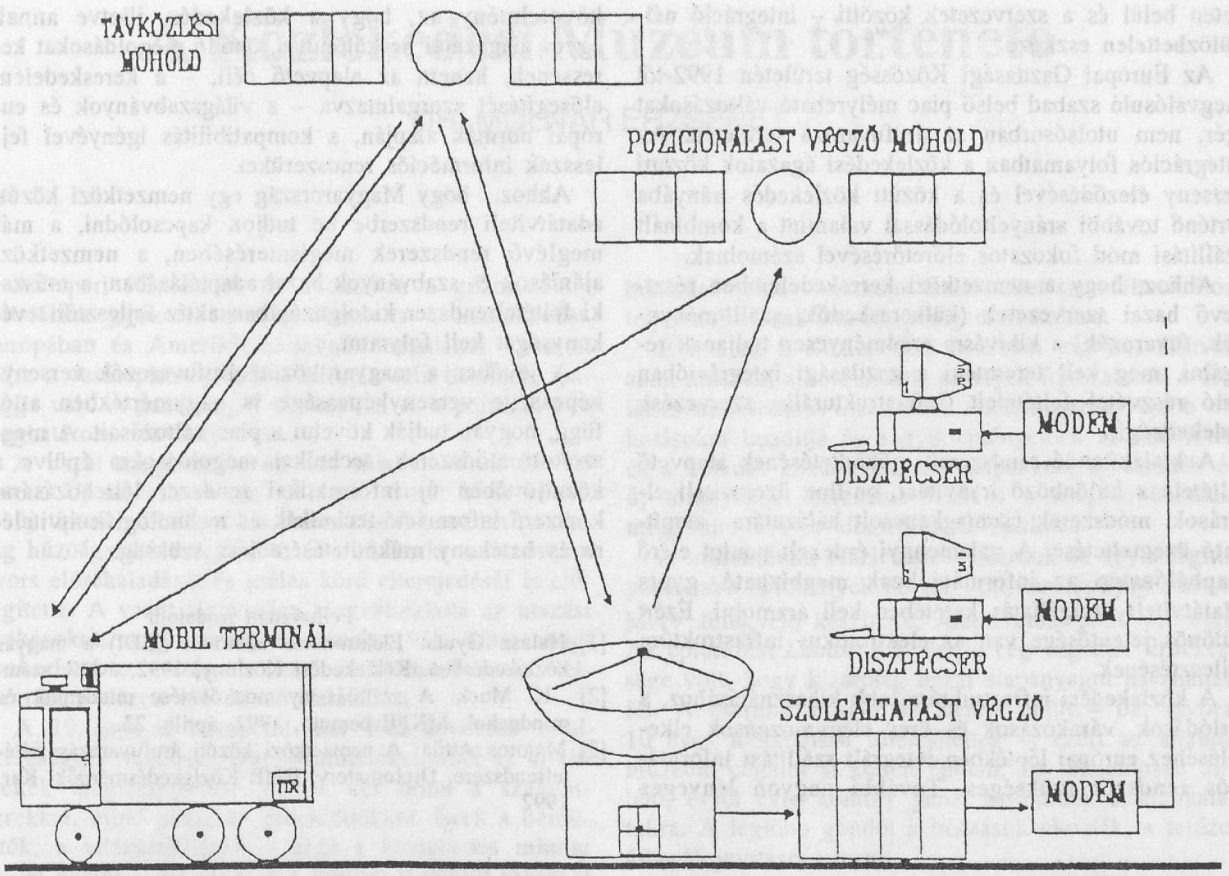
A rendszer tartalmaz egy a járművön elhelyezendő mobil terminált. A terminál kezelése egyszerű, egy egységben található a billentyűzet és az LCD kijelző. A terminál biztosítja a pozicionáló jelek kibocsátását is.

A terminálról jövő hívásokat a jármű tetején lévő külső antennán keresztül a távközlési műholdra sugározzák. A hívást a műhold a földi állomásra továbbítja, de közben automatikusan elvégzi a jármű pozíciójának néhány száz méteres pontossággal történő meghatározását is. A műhold a mérést egy másik műhold segítségével végzi el.

A földi állomás közvetlen kapcsolatban áll a szolgáltatást nyújtó cég információs központjával. A kapcsolat a telefonvonalon modem segítségével lép kapcsolatba a diszpécser terminállal. Telefonvonal helyett speciális adatátviteli hálózat kiépítése is lehetséges, de ennek a beruházási és fenntartási költségei jelentősek. A kapcsolat kétirányú, tehát a diszpécser felől és a jármű irányában is fennáll.

A fuvarozó, a fuvarozató és egyéb cégek közötti kapcsolatot a szolgáltatást nyújtó cég információs központja biztosítja.

A rendszert működtető programcsomagot több fajta számítógépre kell kidolgozni, hogy üzemeltethető legyen a személyi számítógépektől kezdve egészen a nagy számítógéprendszerekig. A szoftver biztosítja a



1. sz ábar: Az EUTELTRACS rendszer elvi működése

döntéselőkészítéshez szükséges megfelelőképpen strukturált adatokat vízuálisan áttekinthető formában.

A rendszer főbb adatbázisai:

- az ügyfelek törzsadatai;
- adás és a vétel kezelését végző adatbázisok;
- a gépkocsik indulása óta felvett pozíciót és jelenlegi helyét tartalmazó adatbázis;

A földrajzi jelpontokat tartalmazó adatbázis, amely a felhasználók rugalmasan tovább bővülhetnek.A rendszer olyan kapcsolódási pontokkal kell rendelkeznie, amely biztosítja a vállalatoknál már működő, vagy ezután kialakítandó információs rendszerekkel való kapcsolatot.

A fuvarozók diszpécserei a rendszer segítségével növelni tudják az irányított gépkocsik számát, és csökkenteni tudják a gazdaságtalan üzemeltetés okait.

A rendszer a gépkocsivezetőt és egyéb az útvonalat érintő információkról. A rendszer a gépkocsivezető és a rakomány biztonságát szolgáló valós idejű kapcsolatot biztosít.

E rendszer segítségével a fuvaroztatók is a legpontosabb információkat kaphatják a szállítmányuk helyzetéről és várható megérkezésének idejéről. Abban az esetben, ha módosítást kérnek, a módosításuk megerősítését néhány óra helyett, már néhány perc múlva megkapják.

A rendszer kedvezően alkalmazható az optimális készletezéshez, a JIT elvű áruelosztáshoz.

Rendszer főbb előnyei:

- a műholdas rendszerrel valós idejű kapcsolat létesíthető a fuvarozásban résztvevők között;
- a számítógépek közötti adatátvitel nagy sebességű, és gyakorlatilag hibamentes;
- a gyors és pontos információk miatt költségmegtakarító, környezetkímélő (az optimális útvonal kiválasztása illetve menetközbeni korrigálása miatt stb);
- az alkalmazó cégek megbízhatóságát növeli, az ügyfelek gyors, közvetlen kiszolgálása következtében;
- a készletek és a raktározási területek nagysága csökkenthető, így az azonos nagyságrendű termeléshez kisebb lekötött tőke szükséges.

A rendszer hátrányai:

- új rendszer kiépítése esetén a műholdas technika miatt magas beruházási költséget igényel;
- a külföldi tapasztalatok alapján a felhasználók műholdas távközlési rendszerekbe való beruházása tíz-tizennyolc hónap alatt megtérül, de a mai magyar gazdasági viszonyokat figyelembe véve hazánkban ez hosszabbb időt vehet igénybe.

5. Összefoglalás

A nemzetközi fejlődési tendenciák és a belső kényszerítő körülmények egyértelművé tették, hogy a nemzetgazdaság különböző területein – így a közlekedésben is – lezajló folyamatok elsődleges integráló szerepe mellett az informatika a másodfokú – a szerve-

zeten belül és a szervezetek közötti – integráció nélkülözhetlen eszköze.

Az Európai Gazdasági Közösség területén 1992-től megvalósuló szabad belső piac mélyreható változásokat ígér, nem utolsósorban az árufuvarozá területén. Az integrációs folyamatban a közlekedési ágazatok közötti verseny éleződésével és a közúti közlekedés irányába történő további arányeltolódással valamint a kombinált szállítási mód fokozatos előretörésével számolnak.

Ahhoz, hogy a nemzetközi kereskedelemben résztvevő hazai szervezetek (külkereskedők, szállítmányozók, fuvarozók) a kihívásra eredményesen tudjanak reagálni, meg kell teremteni a gazdasági integrációban való részvétel feltételeit (infrastrukturális, szervezési, érdekeltségi).

A kialakítandó rendszerek működtetésének alapvető feltétele a különböző irányítási, on-line üzemviteli eljárások, módszerek csomagkapcsolt hálózatára alapítható üzemeltetése. A valamennyi érdekelt pontot elérő alaphálózaton az információknak megbízható, gyors adatátviteli szolgáltatás keretében kell áramolni. Ezért különös jelentősége van az elektronikus infrastruktúra fejlesztésének.

A közlekedési infrastruktúra jobb kihasználásához, a torlódások, várakozások és üres elegymozgások elkerüléséhez európai léptékben integrált szállítási információs rendszer szükséges. További nagyon lényeges követelmény az, hogy a közlekedés, illetve annak egyes alágazatai ne különutas, önálló megoldásokat keressenek, hanem az alapvető célt, – a kereskedelem elősegítését szorgalmazva – a világszabványok és európai normák alapján, a kompatibilitás igényével fejlesszék információs rendszerüket.

Ahhoz, hogy Magyarország egy nemzetközi közúti adatátviteli rendszerbe be tudjon kapcsolódni, a már meglévő rendszerek megismerésében, a nemzetközi ajánlások és szabványok hazai adaptálásában, a műszaki feltételrendszer kidolgozásában aktív fejlesztői tevékenységet kell folytatni.

A jövőben a magyar közúti árufuvarozók versenyképessége versenyképessége is nagymértékben attól függ, hogyan tudják követni a piac változásait. A megszokott módszerek, technikai megoldásokra épülve a közeljövőben új informatikai rendszer létrehozására, korszerű információ-technikák és technológiák átvitelére és hatékony működtetésére lesz szükség.

Felhasznált irodalom

[1] Halász Gyula: Elektronikus adatcsere (EDI) a magyar közlekedésben. Közlekedési Közlöny, 1992. évi 9. szám.
[2] K. Mock: A szállítás nyomonkövetése mindenkor és mindenhol. MKFE bemutó, 1992. április 22.
[3] Majoros Attila: A nemzetközi közúti árufuvarozás feltételrendszere. Diplomaterv, BME Közlekedésmérnöki Kar. 1992

A Közlekedési Múzeum története

DR. MOLNÁR ERZSÉBET

Az ipari forradalom és nyomában a gőzmozdony feltalálása gyökeresen megváltoztatta a közlekedést. Európában és Amerikában megállíthatatlanul nyomult előre a vasútépítés, páratlan felfutás után hatalmas iparággá vált. A gazdaság, a társadalom és a politikai élet meghatározó tényezője lett.

A vasút megjelenése az élet minden területére kihatott. Új foglalkozások, iparágak sorát hívta életre, és új típusú vállalkozókat teremtett. A modern gazdaság húzóágazatává fejlődött, és a műszaki tudományok gyors előrehaladását és széles körű elterjedését is elősegítette. A vasút alapvetően megváltoztatta az utazási szokásokat, nagy tömegek számára vált mindennapi gyakorlattá az utazás, és ezzel az életmódban, az életformában idézett elő döntő átalakulást.

A 19. század közepétől már több-kevesebb rendszerességgel rendeztek ipari bemutatókat, ahol az új termékek megismertetése volt a cél mind a szakemberekkel, mind pedig az érdeklődőkkel. Ezek a bemutatók, a világkiállítások – ahol a közlekedés mindig helyet kapott – tekinthetők a később kialakult műszaki múzeumok előzményeinek.

Magyarországon az 1885. évi országos kiállítás kapcsán merült fel egy vasúti múzeum létrehozásának gondolata, de sajnos az összegyűjtött anyag elkallódott.

1896-ban nagyszabású kiállítást rendeztek a Városligetben. A bemutatók sorában méltán kapott helyet a Közlekedési Csarnok, amely a magyar ipar egy, már jelentős eredményeket elért ágát reprezentálta. Az eredeti tárgyak mellett számos eredeti fénykép, térkép mutatta be a hazai közlekedés valamint a posta és távirda fejlődését (*1. ábra*).

A kiállítás nagy sikert aratott a közönség körében, így ez is ösztönzőleg hatott a hivatalos szervekre, hogy az összegyűjtött anyagot egyben tartsák. *Banovits Kajetán,* a múzeum későbbi igazgatója is erősen szorgalmazta ezt, bár még ekkor ő is csak vasúti múzeumra gondolt (2. ábra). Szerencsére valamennyi közlekedési ág bemutatását engedélyezte *báró Dániel Ernő*, aki a múzeum alapítását jóváhagyta. Szervezetileg a Kereskedelemügyi minisztérium alá tartozott, közvetlenül pedig a MÁV alá[1] (*3. ábra*).

A múzeum célját, feladatát Banovits Kajetán a következőképpen fogalmazta meg: „A magy. kir. Közlekedési Múzeum a hazai közlekedésügy, valamint a posta és távbeszélő mindenkori állapotának, fejlettségének s a fejlődés menetének feltüntetésével arra szolgál, hogy a nagyközönségben és az iskolai ifjúságban a közlekedésügy, továbbá a posta, távirda és távbeszélő iránti érdeklődést felköltse és ezekre, valamint a közlekedési eszközökre és a posta, távirda és távbeszélő berendezésekre vonatkozó ismereteket szemléltető úton terjessze, a szakoktatást pedig előmozdítsa.

E mellett a Közlekedési Múzeum emléket állítván azon műszaki alkotásoknak, amelyek fokozatosan a fejlődés mai fokára vezettek: a szakembereket újabb alkotásokra buzdítja és a gyűjteményeiben az ismeretek és a haladás gazdag tárházát képezvén, új eszmék és új törekvések forrásaivá lehet s a további haladást megkönnyíteni és előmozdítani alkalmas.[2]

A millenniumi Közlekedési Csarnok az egyik legimpozánsabb építmények egyike volt, terveit *Pfaff Ferenc* MÁV felügyelő készítette. Alapterülete 3550 m^2 volt. Az építkezést *Lamberg S. és fia* cég végezte. Érdekessége volt, hogy kizárólag hazai alapanyagot használtak fel. A csarnok a kiállítás idejére épült – bár elvben 10 éves időtartamra hitelesítették –, ezért az állandó múzeum céljaira át kellett építeni. Ez fokozatosan történt, évről évre komoly pénzt fordítottak a munkálatokra. A legtöbb gondot a beázások okozták, a tetőzet állandó javításra szorult.

Az épületben nem volt fűtés, és ez alapvetően meghatározta a nyitvatartás rendjét. A világítótesteket akkumulátorokról táplálták, bár a nyitvatartás ideje alatt a természetes fényt is ki tudták használni.[3] Csak később, a harmincas évektől volt hálózati áram a múzeumban.

Az 1910-es évek elején merült fel a múzeum bővítésének illetve áttelepítésének gondolata. A gyűjtemény növekedett, raktárak abban az időben nem voltak. A területet a főváros adta bérbe, ami 1916-ban lejárt. Ez a két körülmény indokolta a múzeum véglegesítési vitáját, amelyben két nézet ütközött össze. *Zielinszky Szilárd* műegyetemi tanár, nagy tekintélyű tudós egy új múzeum felépítését javasolta a Műegyetem mellett, mert véleménye szerint a gyűjteménynek mindenekelőtt az oktatást kell szolgálni.[4]

A múzeum vezetője, *Banovits Kajetán* viszont a meglévő épület bővítése mellett foglalt állást, mert a kiállítások feladata az, hogy a nagyközönség széles rétegével ismertessék meg a közlekedés történetét, tehát a közművelődési funkciót tartotta fontosabbnak.[5] Mindkét elképzeléshez konkrét terv is született, az egyiket *Pecz Samu,* a másikat maga *Banovits* készítette el. A Felügyelőbizottság az igazgató tervét támogatta és fogadta el részben érvei, részben pedig azért, mert jóval kisebb anyagi befektetéssel járt.

Sajnos sem az egyik, sem a másik tervből nem lett semmi. 1911-ben a minisztérium nem adott választ a javaslatra, később 1914-ben – amikor újra felmerült a

1. 1909-ben *Zieleinszky Szilárd* javasolta, hogy a múzeumot a Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium alá rendeljék

2. KM Adattár 40/911
3. KM Adattár 39/928
4. 1911. évi Felügyelőbizottsági jegyzőkönyvek, KM Adattár
5.. *Benovits Kajetán* tanulmányai a véglegesítésről

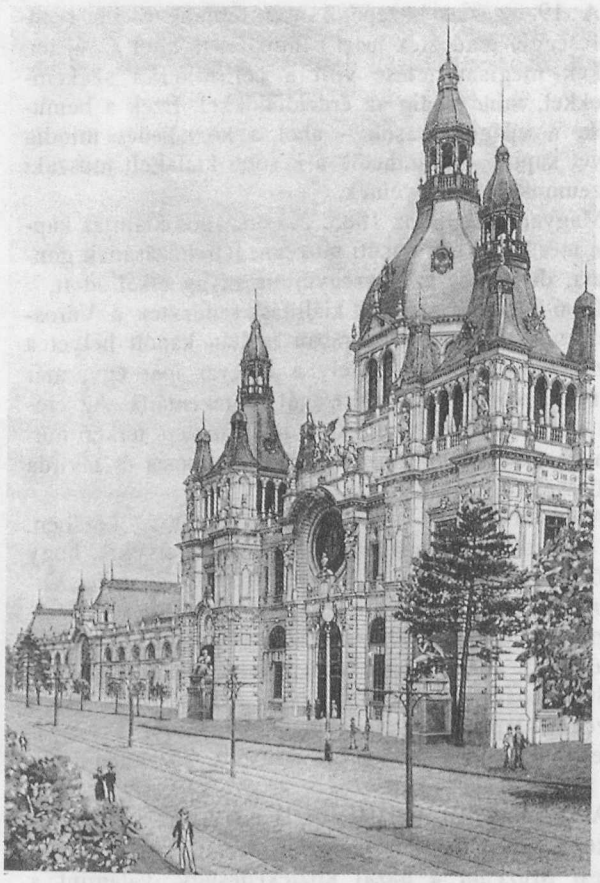
1. sz ábra: Közlekedési Csarnok a millenniumi kiállításon

probléma – közbeszólt az első világháború. A két világháború között egyetlen bővítés történt: *Samarjay Lajos* egy toldaléképületet emeltetett lényegében irodának, mert ő már nagyon gyakran dolgozott a múzeumban, nem a Vezérigazgatóságról irányította az intézményt. Érdekes, hogy nála is felmerült a múzeum átépítésénnek gondolata. A Vasút 100 éves évfordulója kapcsán kínálkozott lehetőség újra a túlzsúfolt múzeum gondjainak megoldására. Samarjay is Lágymányoson álmodta meg az új múzeumot, ekkor azonban ismét a háború vetett véget a megvalósulásnak.[6]

A múzeum személyzete a MÁV állományából került ki. Az igazgatók a második világháború előtt a vasút nagytekintélyű vezetői voltak. A kezdeti időszakban a Felügyelőbizottásg és a Szakbizottság segítette a munkát. Minden fontos kérdést megtárgyaltak, döntöttek az éves költségvetésekről, beruházásról, gyűjteményfejlesztésről, személyi ügyekről, stb. A bizottságokban a kor legkiválóbb tudósai, mérnökei, továbbá vállalatvezetők foglaltak helyet, sok esetben igen éles vitát folytattak. Befolyásuk, tekintélyük sokat segített a múzeumnak egy tárgy megvásárlásában, esetleg jutányos vagy ingyenes megszerzéséhez.

Az adminisztrációt a múzeumőr végezte, aki lényegében a mai múzeológusi feladatokat is ellátta. A tárgyak őrzése a szolgák feladata volt, de dolgozott itt gépész is, akinek a működő szerkezetek üzemeltetése és karbantartása volt a feladata. 1945 előtt átlagban 10 ember dolgozott a Közlekedési Múzeumban. A bizottsági tagok természetesen nem voltak az intézmény alkalmazottai.

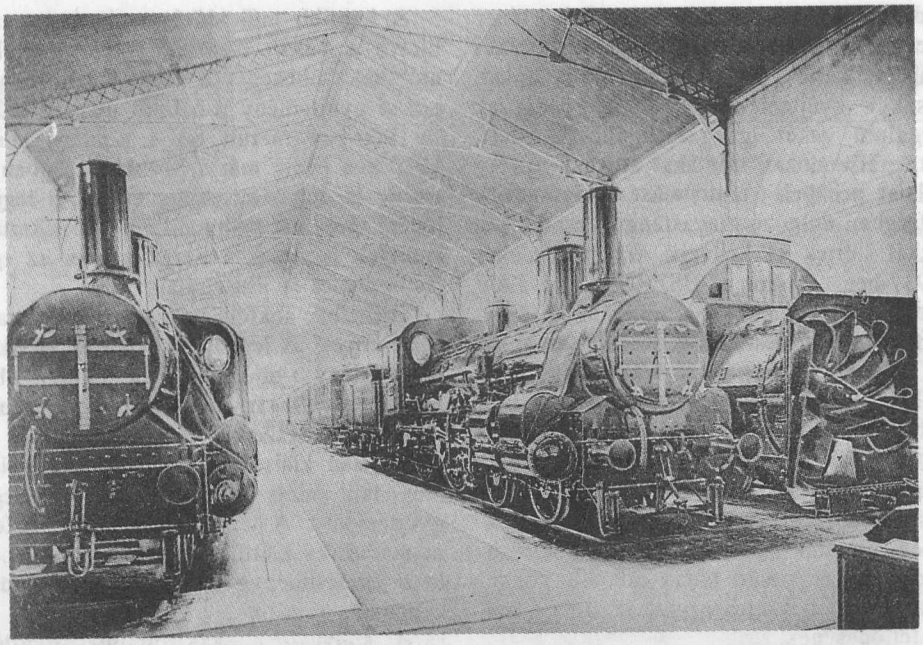
A Közlekedési Múzeum május elsejétől október végéig tartott nyitva. Eleinte 2-3 hétköznap és vasárnap volt látogatható, majd később már csak hétfői nap maradt zárva. A látogatási idő 9-12 és 14-17 óráig tartott.



2. sz. ábra: A régi Közlekedési Múzeum

Akadt néhány rendkívüli alkalom, amikor hosszabb nyitvatartási idő volt, vagy már korábban, áprilisban kinyitottak: Hadirepülőgépkiállítás, Szent István hét, Nemzeti Vásár, stb. A látogatók száma ilyenkor természetesen jóval nagyobb is volt. A legmagasabb ál-

6. KM Adattár 39/944



3. sz. ábra: Részlet a régi Közlekedési Múzeum kiállításából

talában májusban, a nyitó hónapban, és augusztusban a Szent Isván hét miatt volt.

A múzeum látogatása ingyenes volt.

A közlekedési Múzeum a két világháború között, de lényegében már alapításától kezdve szoros kapcsolatot tartott fenn a Műegyetemmel. Kölcsönösen támogatta egymást a két intézmény, *dr. Zielinszky Szilárd* személyében pedig közvetlen együttműködés is kialakult.

A József nádor Műegyetemen helyezte el a múzeum a vasúti biztosítóberendezéseket, elsősorban azokat, amelyek oktatási céllal készültek. Itt állították ki a múzeum későbbi jelképét a Derü mozdonymodellt is. A kiállítás „A magyar kir. Közlekedési Múzeum külön osztálya" néven szerepelt, és a központi épület zárvatartási ideje alatt nyitották meg a látogatók számára.[7]

A nemzetközi kapcsolatok terén elsősorban a kiadványok cseréje mondható számottevőnek. Már a nyitáskor kiadott „Emlékirat a m. kir. Közlekedési Múzeum megnyitása alkalmára" c. reprezentatív kiadványt minden jelentős hazai és külföldi múzeumnak megküldték. A könyvtárba érkeztek a külföldi múzeumok jelentései, évkönyvei, stb. Kapcsolatban álltak a nürnbergi, londoni, varsói, washingtoni múzeumokkal. A nagyhírű, de későbbi alapítású Deutsches Museumnak Geduly Gyula, a múzeum második igazgatója örökös tagja volt, 1937-től pedig a múzeum is felvételét kérte. (20 márka tagdíjat kellett fizetni).[8]

A legszorosabb együttműködés a bécsi Technika Museummal volt, ahová több-kevesebb rendszerességgel el is látogatott a múzeum személyzete.[9]

A nemzetközi kapcsolatok témakörébe tartozik, de egy másik igen fontos problémához vezet el a kölcsönzések kérdése. A század elején nagyon sok nemzetközi *kiállítást rendeztek*, és a különböző magyar vállalatok gyakran fordultak tárgyakért a múzeumhoz. A kölcsönzést minden esetben a kereskedelemügyi miniszter engedélyezte figyelembevéve a múzeum álláspontját, és így néhány esetben meg is tagadta a kérést. A Közlekedési Múzeum elvi és gyakorlati megfontolásokból ellenezte a műtárgyak kölcsönzését, kivéve, ha más múzeumba került bemutatásra. *Geduly Gyula* a következőkkel indokolta véleményét: „a múzeumoknak az a főhivatásuk, hogy az érdeklődők, különösen az ifjúság részére „továbbképződésre" alkalmas oktatási anyagot nyújtsanak, vagyis hogy művelődési, nevelési célokat szolgáljanak. Ha elviszik a tárgyakat főként látogatási időszakban, nem tud céljának megfelelni. A csomagolás és a szállítás veszélye kiszámíthatatlan. Nem a múzeumoktól kellene anyagot kérni, hanem éppen ellenkezőleg; az ilyen kiállítások – az ipari kiállításokra céloz – anyagát kellene zárás után a múzeumnak átadni vagy letétbe helyezni."[10]

A Közlekedési Múzeum gyűjteményének alapja a millenneumi kiállításkor bemutatott anyag volt, ám az állandó múzeumban már más formában és összetételben jelentkezett. 1909-ben, amikor a szervezeti szabályzatot kiadták a következő csoportokat határozták meg: vasútügy, hajózás, viziutak és kikötők, posta, távíró és távbeszélő, közutak. A tárgyi gyűjteményt kiegészítette a könyvtár, térkép-, dokumentumgyűjtemény, fényképgyűjtemény. Az aviatikai és a városi közlekedés gyűjtemény később alakult ki.

Minden tárgy megvásárlását gondos mérlegelés előzte meg, főként a későbbi aviatikai darabokat, mert azok gyakran jelentős összegbe kerültek, és néhány

7. KM Adattár 45/910, 59/910, 102/910
8. KM Adattár 21/938
9. KM Adattár 68/920
10. KM Adattár 8/926

esetben külföldi gyárakból rendelték meg. Sok tárgy ajándékként került a múzeumba. 1910-ben a kereskedelemügyi miniszter kérte a hozzá tartozó vállalatokat, hogy támogassák a gyűjteményt, 1911-ben pedig az összes közforgalmú vasút igazgatóságához fordult, hogy tárgyakat, grafikonokat, mintákat adjanak át.[11]

Néhány vállalat pénzbeli támogatást is nyújtott, a Felügyelőbizottságban dolgozó magasrangú vezetők pedig befolyásukkal értek el kedvező árakat. Érdekes eset történt 1937-ben, amikor a BSZKRT egy FAV kocsit helyezett el a múzeumban a tulajdonjog fenntartásával, majd 1943-ban visszakérte. Kérését azzal indokolta, hogy az autóbuszforgalmat leállították, és a földalatti forgalma jelentősen megnövekedett.[12]

A legnagyobb gyűjtemény a vasúté volt, itt találhatók a legrégibb tárgyak is. Máig leghíresebb és legértékesebb csoportját az M=1:5 léptékű vasútmodellek képezik. A hosszcsarnokban eredeti járművek sorakoztak. Fejlődésében mutatták be a magyar vasút sínrendszerét, műhelyrészleteket, vasúti hidak mintáit. Többezer tárgy impozáns és tanulságos együttesét adta a magyar vasútügy fejlődésének.

Tekintélyes értéket képviselt a hajózás és a kapcsolódó viziutakat bemutató kiállítás. Nagyon sok modell csak letétben szerepelt a gyűjteményben. A hajózási vállalatok szívesen éltek ezzel a formával, hiszen számukra ez reklámlehetőség is volt. A legnagyobb érdeklődést az M=1:50 léptékű fiumei hajódokk minta keltette, amelyet a Danubius Rt. készített.

A közúti gyűjtemény legnagyobb részét a hídminták tették ki. A sok nevezetes híd közül a legtöbb problémát éppen az első állandó dunai híd mintájának elkészítése okozta. 1909-ben határozták el építését, de csak 1917-ben készült el. Pénzügyi nehézségek, léptékválasztási viták miatt húzódott el az építés és akadt olyan bizottsági tag, aki fontosságát is megkérdőjelezte.

Ma a közúti gyűjtemény részét képezi autó, autóbusz, tehát a közúti járművek. 1911-ben javasolták először, hogy a legmodernebb közlekedési eszközt is gyűjteni kell, de a legértékesebb darabok csak a második világháború után kerültek a múzeumba.

Teljesen mellőzték 1945 előtt a fogatolt járművek gyűjtését, és ez egy sajátos szemléletet tükrözött. A vasút megjelenése előtt az egyetlen, de számtalan formájú és fajtájú közlekedési eszköz volt, és érdekes módon mégcsak fel sem merült, hogy azt a Közlekedési Múzeumban gyűjteni kellene. Ennek oka valószínűleg az volt, hogy csak műszaki végzettségű ember ült a bizottságokban. 1940-ben pedig lehetőség adódott egy jelentős gyűjtemény megalapozásához. *Dr. Jambrekovics László* külügyminisztériumi osztályfőnök, a királyi magán- és udvartartási javak zárgondnoka a királyi vár istállójában lévő nagyszámú hintóra, lovasjárművekre, lószerszámokra hívta fel a múzeum figyelmét. *Samarjay Lajos* azzal utasította vissza, hogy a múzeum rendeltetésének nem felel meg, mert főként gépesített közlekedési eszközöket gyűjt.[13]

A legtöbb működő berendezés a *posta és távirda,* illetve a *vasúti biztosítóberendezések* között volt, ez utóbbiak többségét a Műegyetemen helyezték el. A postai gyűjtemény a háború után új múzeumba került.

1909-ben merült fel a *repülési emlékek* gyűjtése, 1910-ben pedig már a Szakbizottságban aviatikai szakember is dolgozott. Nagy értékű, a legjelentősebb fejlődési fázisokat bemutató gépeket sikerült megszerezni, amelyek nemcsak a hazai, hanem az egyetemes repüléstörténetet is illusztrálták.

Összetett, sokféle anyagot foglalt magába az *archívumi anyag.* A legnagyobb tételek egyike a menetjegygyűjtemény volt. 1904-ben 12 567 db-ot vásároltak *Hlaváts Gyula* kir. főgeológustól. A gyorsan gyarapodó jegyekből egyszerre 7392 db-ot tudtak bemutatni egy speciálisan kialakított szekrényben.[14] Nagyon sok térkép, rajz, metszet, építési szelvény egészítette ki a gyűjteményt. A térképek az egyik legfontosabb dokumentációt és kiállítási anyagot alkották. Jelentős fénykép- és festménygyűjteménnyel is rendelkezett a múzeum (*1. táblázat*).

A *könyvtár* a szakirodalmat gyűjtötte, alapját a MÁV Igazgatóság könyvtára képezte. Vállalatoktól, múzeumoktól rendszeresen kaptak kiadványokat, előbbiektől főként olyanokat, amelyek kereskedelmi forgalomba nem voltak kaphatók.

A *főváros leglátogatottabb múzeumának* létét többször fenyegette veszély. Gondoljunk a véglegesítés körüli bizonytalanságra. A harmincas években a Nemzeti Vásár vetett szemet többször az épületre, és akarta a maga céljaira felhasználni. Szerencsére a bizonytalan kitelepítési javaslatokat nem koronázta siker. A *második világháború* azonban már *nagyon súlyos károkat okozott* az épületben és így a gyűjteményben is. A könnyen mozgatható tárgyakat, festményeket még időben óvóhelyre szállították. A Kerepesi úton a MÁV déli üzletvezetőségén létesítettek légvédelmi óvóhelyet. Sok tárgy került vidékre: Alsógödre, Martonvásárra, Pilisvörösvárra.

1944-ben két bombatalálat érte a múzeumot – július 2-án és szeptember 17-én –, amikor a hosszcsarnok és főként a Hermina út felőli részek sérültek meg súlyosan (4. ábra). A bombázás mellett a fosztogatás, a harcok is pótolhatatlan károkat okoztak. *Mináry József* számításai szerint az összkár 8 481 600 pengőre tehető.[15]

A háborús pusztítás a gyűjtemény nagy részét megsemmisítette, csakúgy, mint a múzeum épületét. A legnagyobb veszteség a sok pótolhatatlan műtárgy. Szerencsére azonban sokat kitartó munkával sikerült helyreállítani. 1946-ban a MÁV ideiglenesen helyrehozta az épületet, így legalább a további rongálódástól sikerült megóvni.

A *Közlekedési Múzeum újkori története* 1966-ig lényegében folyamatos küzdelem a fennmaradásért. A háború után nem állt megfelelő anyagi fedezet a teljes épületfelújításra és a műtárgyak megóvására, újak beszerzésére. Az akkor ott dolgozók ténylegesen áldozatos munkájának köszönhető, hogy a nehézségek elle-

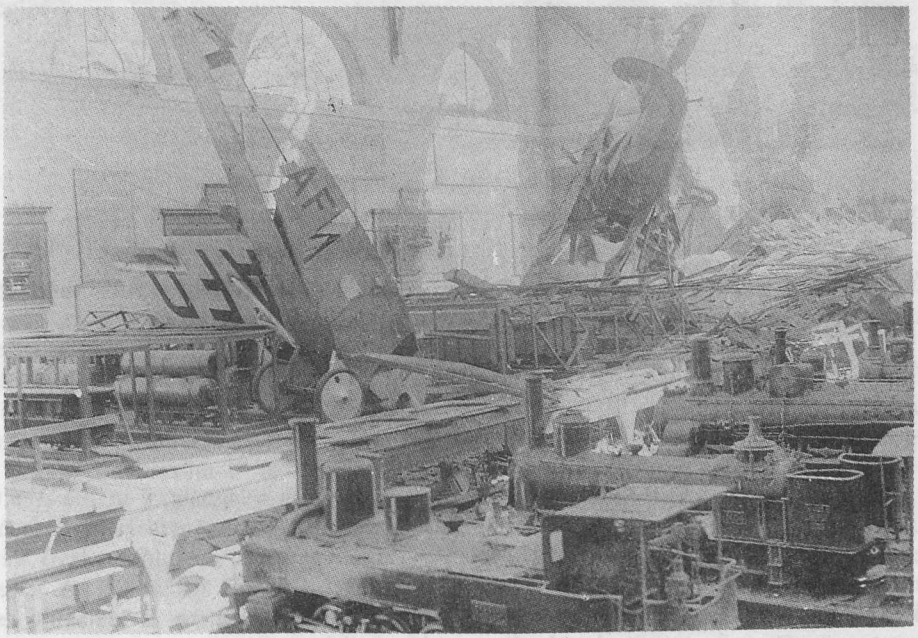
11. KM Adattár 40/906, 65/911
12. KM Adattár 26/943
13. KM Adattár 15/940
14. KM Adattár 78/908
15. *Mináry József* kézirata KM Adattár

1. sz.. táblázat

A Közlekedési Múzeum gyűjteményének fejlődése I.

Év	Közút	Vasút	Viziút	Hajózás	Posta, távirda	Aviatika	Egyéb	Archív	Összesen
1899	103	2148	125	292	1209	–	–		3877
1901	110	2620	291	292	2625	–	–		5938
1905	139	5146	300	300	2964	–	94		8943
1910*	39	3788	62	242	778	–	5	9608	14522
1915	55	3870	62	252	868	8	32	12127	17269
1920	?	?	?	?	?	?	?	?	?
1925	84	3844	62	255	2005	50	34	14137	20471
1930	87	3847	63	256	2127	50	60	14580	21070
1935	119	4039	67	286	2138	129	73	14792	21643

* Az archívumi anyag külön került a tárgyi gyűjteményektől 1908-ban



4. sz ábra: Bombázás okozta károk a kiállításokban

nére is sikerült fokozatosan a megmaradt darabok restaurálása.

Több terv is született a múzeum irányítására, kutatóhellyé szervezésére, valamint az épület megmentésére. Szervezetileg fontos változás volt, hogy a posta, távirda és távbeszélő gyűjtemény egy újonnan létesített múzeumba került 1945-ben.

1947-ben a Károlyi palotában rendeztek kiállítást, hogy az adddig helyreállított darabokat bemutassák. 1949-ben a MÁV Szakoktatási Tanácsa dolgozott ki tervet a múzeum újjászervezésére, majd ezt a Vasúti Tudományos Kutató Intézet hatáskörébe utalták.[16]

1951-ben ismét felmerült egy régi elképzelés, amely szerint egy új múzeumot kell építeni a Műegyetem közelében, a Petőfi-híd tengelyében. Ez is, csak úgy mint a korábbiak, gigantikus, irreális elképzelés volt.

A sebtiben helyreállított épület sorsa kétségessé vált, mert a Főváros lebontásra ítélte, és hozzá is kezdett a munkához. Ennek következménye lett, hogy a romos, de menthető és helyreállítható impozáns kupolát lebontották.

Szerencsére a szakma a gyűjtemény, a múzeum mellé állt. A Közlekedési és Postaügyi Minisztérium elfogadta azt a javaslatot, hogy az épületet szerényebb formában építsék újjá, és tárolásra, tehát raktározásra, és munkahelyek kialakítására is alkalmassá tegyék. 1966-ig tartott ez az építkezés (*5. ábra*).

Megrendítő, ahogy a múzeum vezetője és a munkatársak külső támogatókat szereztek és ahogy a közvélemény figyelmét folyamatosan ébren tartották. Figyelemfelhívó szerepük volt a más múzeumokban illetve kiállításokon való részvételnek. A még épülő múzeumban rendezték meg „A Közlekedési Múzeumért" című kiállítást.[17]

1966-ban végre szerény külsővel, belül azonban *impozáns kiállítással megnyílt a Közlekedési Múzeum.*

Az épület alaprajza lényegében nem változott, a két kereszthajót lebontották, viszont a hosszcsarnokban

16. *Czére Béla:* 1971. 20-21. p.

17. *Mészáros Vince:* 1965.

5. sz. ábra: Az újjáépített Közlekedési Múzeum

körgalériát építettek, így a kiállítási terület nem csökkent. A munkaszobák és a raktárak kialakítása megtörtént, így a kutatómunka feltételeit megteremtették. A fűtés és világítás kiépítésével pedig már egész évben tudta fogadni a látogatókat.

Szervezetileg is meg kellett újúlnia az intézménynek. 1964-ben kivált a VATUKI-ból, megszűnt a MÁV felügyelet, és közvetlenül a Közlekedési és Postaügyi Minisztérium irányítása alá került. A gyűjtemény múltja, az elért eredmények tették lehetővé, hogy 1971-től országos múzeumi rangot kapott.[18]

A korábbiakhoz képest lényeges változást jelentett, hogy a személyzet gerincét azok a szakemberek alkotják ma is, akik a gyűjtemény fejlesztésével, feldolgozásával, kiállítások építésével foglalkoznak, tehát a tudományos munkával, amihez természetesen a szintén tudományos igényű restaurálási munkák csatlakoznak. Ez a leglényegesebb változás a háború előtti munkához képest. A belső munkatársak munkáját segítik a külső szakértők és intézmények. Külön gazdasági és műszaki részlegek kialakítása is megtörtént.

Megváltozott a kiállítások rendszere is. A háború előtt minden bekerülő tárgyat a meglévő kiállításba illesztettek, lényegében külön raktárak nem voltak. Az új múzeumban már előre megtervezett állandó és időszaki kiállítások épültek, és ennek megfelelően a meglévő anyagnak csak egy része kerül bemutatásra. Az állandó kiállításokon a közlekedés fejlődésének egészét próbálják valamilyen rendszerben bemutatni, ám ez mindig csak hiányos lehet. Az időszaki kiállítások teremtenek lehetőséget arra, hogy egy témát, személyiséget, eseményt, találmányt, stb. részletesen bemutassanak, és ezzel a raktáron lévő tárgyak is nyilvánosságot kapjanak. Jó alkalmak ezek a gyűjtemény kiegészítésére, alapkutatásokra.

18. *Czére Béla:* 197. 36. p.

A tárgyak mellett jelentős mértékben fejlődött az *archívális gyűjtemény, fotonegatív- és adattár* kialakítása is megtörtént. A többtízezer kötetes könyvtár az előzőekkel együtt a tudományos kutatások alapját képezik. Az anyag külső kutatók számára is hozzáférhető, így mindenféle értelemben a tudományos kutatások színhelyévé vált a múzeum.

A második világháború után a gyűjtemény nagyarányú minőségi és mennyiségi fejlődésen ment keresztül. A korábban csak alakulóban lévő városi közlekedési gyűjtemény önálló ágazat lett. A teljesen hiányzó fogatolt járműgyűjtemény is kialakult, és mint a *2. táblázatból* kitűnik nagyon gyorsan fejlődött. A múzeum gyűjtési elve, hogy ne csak a múlt, hanem a jelen tárgyait, sőt a jövő közlekedési eszközeit gyűjtse, illetve modellen őrízze meg az utókornak. A repülési gyűjtemény része lett így az űrhajózás.

A számszerint is felszaporodott tárgyak komoly raktározási problémák elé állították a múzeumot. A gyűjtemény jellegéből adódóan a térigénye jóval nagyobb, mint más múzeumoké, és ez a kiállításoknál is problémát jelent. A gondokon enyhített, bár teljesen nem oldotta meg a Tatai úti raktártelep és restaurátorműhelyek.

A sok nehézséget és bizonytalanságot átélt múzeum történetében kivételes alkalom adódott, amikoris *új épületszárnnyal, így jelentős kiállítótérrel bővült. 1987-ben került sor az átadásra, és egyben egy teljesen új, állandó kiállítás felépítésére* (*6., 7. ábra*). Így a múzeumi tárgyak lényegesen nagyobb hányadának bemutatására van lehetőség (*8., 9. ábra*). Korábban, *1984-ben a repülési és űrhajózási gyűjtemény* teljes egészében a Petőfi Csarnokba került, és ott egy látványos, sok eredeti gépet felvonultató kiállítás nyílt meg (*3. táblázat*).

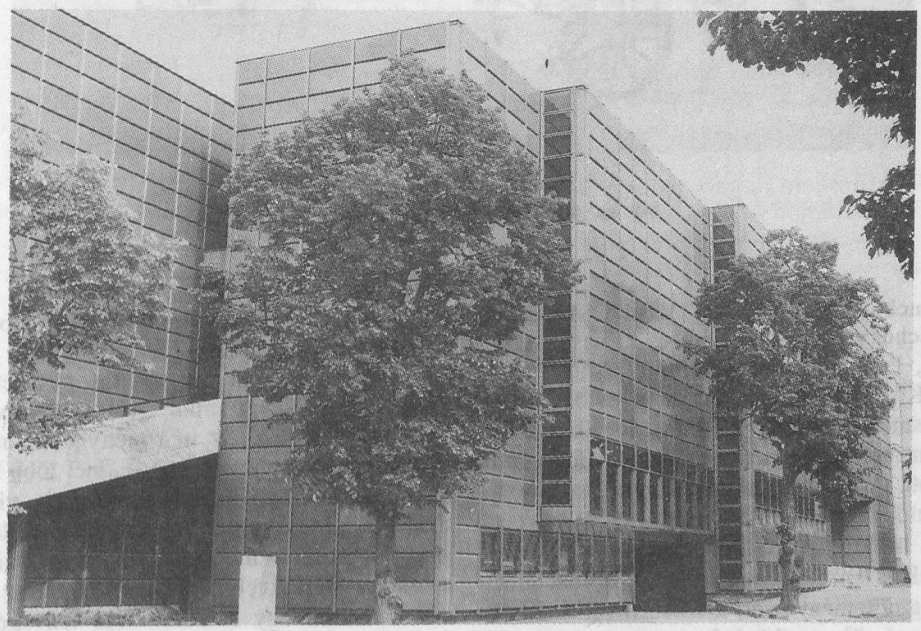
Az új kiállítási rendbe illeszkednek a filiálék , amelyek részben a fővárosban, részben pedig vidéken találhatók: Földalatti Vasúti Múzeum a Deák téren, Kos-

2. sz. táblázat

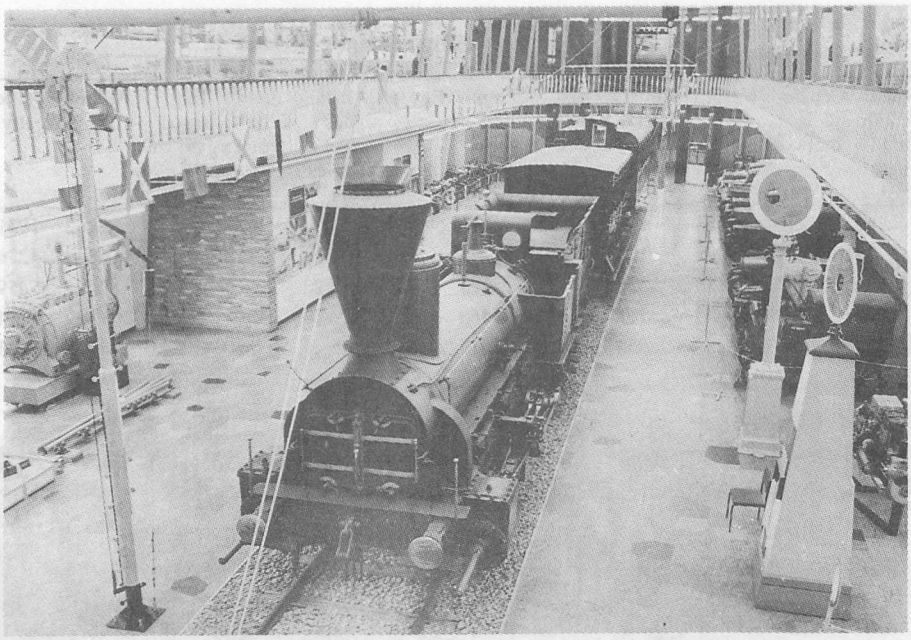
A Közlekedési Múzeum gyűjteményének fejlődése II.

Év	Közúti Pálya és híd	Géperő-nélküli jármű-vek	Gépere-jű jár-művek	Vasút	Városi közleke-dés	Vizi közleke-dés	Légi közleke-dés	Egyéb	Általá-nos közleke-déstörtén et	Érem és jel-vény	Tárgyi segéd-gyűjtem	.Archív	Fotone-gatív	Könyv-tárt	Össze-sen
1965	64	66	210	1083	–	488	187	536	–	–	–	33962	19319	44489	100614
1970	222	1384	439	2598	123	747	245	80	–	818	–	52848	42760	66145	129925
1975	364	1606	577	2353	458	834	223	13	128	1415	1370	82455	54590	73926	220312
1980	385	2043	730	2859	761	1000	360	13	160	1705	1452	111249	87140	89798	299655
1987	1766	2127	1030	2868	952	1423	817	13	229	24320	1710	235252	107331	95732	453653

6. sz. ábra: A felújított Közlekedési Múzeum 1987.



7. sz. ábra: A Közlekedési Múzeum új épületszárnya



8-9. sz. ábra: Részlet az új állandó kiállításból

suth hajó a Lánchíd mellett, Paksi Vasúti Múzeum, Nagycenken Széchenyi Emlékmúzeum és kisvasúti szabadtéri kiállíttás, Parádon fogatolt jármű kiállítás.

A budapesti Közlekedési Múzeum nemzetközi téren is ismert és elismert. Számos kiállítást fogadott külföldről, és a múzeum gyűjteménye is sok, határon túli városba is eljutott. A nemzetközi kapcsolatok szélesedtek, főként az utóbbi években. A kiadványok kölcsönösen eljutnak a hazai és a külföldi társmúzeumokhoz, és a szakemberek is személyesen ismerkedhetnek meg más múzeumok gyűjteményeivel, kiállításaival. A Közlekedési Múzeumok Nemzetközi Szervezetének alapítása óta tagja a Közlekedési Múzeum, vezetőségében – alelnöki tisztségben – magyar szakember is dolgozott és jelenleg is dolgozik.

A múzeum igencsak vázlatos történetéből remélhetőleg sikerült képet kapni erről az európai hírű és rangú gyűjteményről. Az intézménynek a mai igényeknek kell megfelelni, újítani, hogy minél több látogatót nyerjen meg: működő modellek, tárgyak, videóhálózat, új típusú kiállítások, pl. képzőművészeti tárlatok, a tárgyak életszerű bemutatása, stb. Magasszintű kutatások, hatékony közművelődési munka, merész ötletek tehetnek sikeressé egy kiállítást. Ma lényegében a kultúra területén is versenyhelyzet van. Mindig, mindenütt jelen kell lenni, és nemcsak a látogatókért, hanem az anyagi források megszerzéséért is harcolni kell.

3. sz. táblázat

A Közlekedési Múzeum látogatottsági statisztikája

1899	21211
1901	31799
1905	43409
1910	61707
1915	zárva
1918	41193
1920	17668
1925	88515
1930	59673
1935	97212
1938	108363
1940	65501
1942	74847
1943	1788
1966	115975
1970	81231
1975	147461
1980	236808
1985	176888
1990	212811

IRODALOM

Bálint Zoltán: Az ezredévi kiállítás architektúrája, Bécs

Czére Béla: A 75 éves Közlekedési Múzeum in: A Közlekedési Múzeum Évkönyve I 1896-1971. Bp. 1971. 7-54. p.

Emlékirat a m. kir. Közlekedési Múzeum megnyitása alkalmára. Összeállítottta és a bevezetőt írta: *Banovits Kajetán* Bp., 1898.

Mészáros Vince: A Közlekedési Múzeum újjászervezése kny. a Magyar Műszaki Múzeumok Évkönyvéből. Bp., 1965.

Mináry József: Közlekedési Múzeum Kézirat (év nélkül)

Tanulmány a Közlekedési Múzeum véglegesítése tárgyában. Írta *Banovits Kajetán.* Kézirat I. 1911. II. 1914.

A Közlekedési Múzeum Adattárának múzeumtörténeti anyaga

Országos Levéltár Kereskedelemügyi Minisztérium anyaga 1896. 1899.

A határok nélküli Európa közúti keretterve

Szerkeszti: DR. GÁSPÁR LÁSZLÓ

(Revue Générale des Routes et des Aérodromes

1993. jan. 703. sz.)

Az Európai Közösség olyan transzeurópai hálózatokat alakít ki, amelyek a határok nélküli térség szükséges infrastruktúráját, valamint a Közösség gazdasági és szociális összetartozását biztosítja. Az úthálózatot átfogó javaslat megjavítja az országos úthálózatok közötti kapcsolatokat.

A munkabizottság a 12 ország nemzetközi közúti, közlekedési és más érdekelt intézmények szakembereiből tevődik össze. Az általuk készített jelentés a következő részekből áll:

- az európai úthálózat jellegzetességeit bemutató tanulmány (120 oldalon, 20 színes térkép és 20 elemző táblázat);
- a következő évtizedek európai hálózatának vázlata az infrastruktúrák és a mobilitás adataival;
- a szükségessé váló közös akcióterv.

A szükséges kapcsolatok kialakításához 2002-ig mintegy 12 ezer km autópálya kiépítése szükséges. Ennek érdekében az európai politika kialakítását számos ajánlás kidolgozásával kell elősegíteni.

Ezek az ajánlások megfogalmazzák:

- az úthasználók európai szintű kielégítésének feltételeit;
- a nagy transzeurópai tengelyek korszerű forgalomirányítási módszereit;
- tervezet kifejlesztését az utak okozta környezeti ártalmak és az infrastruktúra finanszírozási költségeinek csökkentésére, továbbá a nemzetközi forgalom jobb megismerése érdekében.

A munkabizottság – egyetértésben a tagországokkal – 1993-94-ben új javaslatokat dolgoz ki a szabályozásokra vonatkozóan.

Megfogalmazza továbbá az új igényeknek megfelelő hálózat minél gyorsabb kialakítása érdekében szükséges tevékenységeket.

A keretterv fő fejezetei a következők:

- a fejlődés és a mobilitás kilátásai
  (a nemzetközi személyforgalom 110-140 %-kal, a teherforgalom pedig 87-156 %-kal növekszik meg 2010-ig);
- a Közösség milyen politikát folytasson az úthálózatot illetően?
  (a transzeurópai úthálózat 54 ezer km hosszú fővonalból áll);
- a transzeurópai úhálózat – átkelés az Alpokon
  (bekapcsolódik a TEM (Trans European Motorway) 11 ezer km-es hálózata is a Baltikum, a Földközi és a Fekete-tenger között),

A keretterv fő célja: olyan korszerű és integrált úthálózatot kialakítani, amely az egész európai földrészen alapul szolgál a mobilitás és a közlekedési rendszer harmonikus fejlődéséhez.

Ajánlás

A Közlekedéstudományi Egyesület a Magyar Államvasutak Vezérigazgatóságával és az ÖKOCENTRUM Nemzetközi Környezetvédelmi és Tanácsadó Rt-vel közösen „Környezetvédelem a közlekedésben, különös tekintettel a kötöttpályás közlekedésre" címmel 1993. III. 10-12. között háromnapos tudományos konferenciát rendezett Győrött.

A konferencián elhangzott húsz előadás, illetve korreferátum, továbbá a résztvevők köréből az egyes előadásokhoz fűzött kérdések, észrevételek, s ezek keretében kialakult élénk és tartalmas viták alapján a konferencia a következő ajánlásokat tartotta szükségesnek megfogalmazni, valamint a témában érdekelt főhatóságok, intézmények, vállalatok és vállalkozások számára megküldeni.

1.) A már meglévő és működő közlekedéstechnikai objektumok, technológiai folyamatok által okozott káros környezet-terhelést és veszélyeztetést bemutató „állapottérképek", országos, regionális, lokális jellegű, valamint közlekedési alágazatonkénti elkészítése adhat megbízható alapot különböző szinteken folyó, a környezeti káros terhelés csökkentését célzó döntéselőkészítési tevékenységnek, valamint a tudományra támaszkodó műszai-gazdasági döntéseknek.

2.) Valamennyi új, bővítés jellegű vagy rekonstrukcióra irányuló beruházási döntéseket és engedélyezési eljárásokat előzzön meg tudományos megalapozottságú „környezeti hatásvizsgálat". Ezt a környezetvédelmi törvényben is szükséges kimondani.

A környezeti hatásvizsgálatok szakszerű elvégzésének – piaci viszonyok között is működni tudó – „szakintézményi" hátterét illetve annak kialakulását támogatást élvező megoldásokkal célszerű ösztönözni.

3.) A közlekedési alágazatok externális költségei meghatározásának módszertani kialakítása és az OECD tagországokban a környezetszennyezés csökkentése érdekében alkalmazott közgazdasági eszközök körültekintéssel elvégzett hazai adaptációja, továbbá mindkettő gyakorlati alkalmazása egyre sürgetőbb feladat.

4.) A közlekedési alágazatok elszenvednek kívülről jövő – mások által okozott – káros környezeti hatásokat, miközben működésükkel maguk is – bár alágazatonként jelentősen eltérő mértékben – szennyezik a környezetet. Éppen ezért célszerűnek tűnik a meglévő jogi, büntető jellegű és csak a káros hatás okozásának mértékével arányosnak látszó vagy annak hitt hatósági eszközök mellett – esetleg helyettük – a kapott és okozott környezeti károk egyenlegével szoros korrelációban lévő kártérítési eljárási szabályok megalkotása.

5.) A közlekedési alágazatok közötti – racionális, a jövőbeni környezetvédelmi szempontokat is kielégítő – arányok kialakulását a fuvarpiaci arányformáló hatások mellett – mivel azok a „versenyegyenlőtlenség" következtében (torz tarifák) torzulásokat is okozhatnak – elengedhetetlennek tűnik közlekedéspolitikai és hosszabb távra is kiható és majdan megtérülő közgazdasági eszközökkel is támogatni. Ilyen alágazat a kötöttpályás közlekedés (MÁV, GySEV; városi villamosvasút, trolibusz). Ez az alágazat a társadalmi-gazdasági közlekedési szükségletek kielégítésének folyamatában meghatározó jellemzőivel (mint pl. : a fajlagos energia-felhasználás, sebesség, biztonság, területigény, stb.) makroökonómiai előnyt jelent, az okozott káros környezeti hatások mértékét tekintve pedig lényegében vagy többszörösen kedvezőbb a vele versenypályán lévő másik(ak)hoz képest.

6.) Mind a személy-, mind az áruszállításban másutt meghonosodó korszerű utazási, ill. szállítási módok, mint pl.:

- P+R módszer;
- bimodális v. trimodális szállítási mód (Rollende Landstrasse);
- fővasúti és városi közlekedési teljesítmények célszerűbb megosztása

hazai megvalósítása, illetőleg ilyen nemzetközi méretű folyamatokba való bekapcsolódás az érintett közlekedési vállalatok fuvareszköz és infrastruktúra fejlesztésében, tarifapolitikájában, fuvarpiaci startégiájában kapjon mind nagyobb figyelmet és szerepet és élvezzen kormányzati koordinációt és támogatást.

7.) A veszélyes áruk vasúti vagy bimodális rendszerű szállítási folyamatában a teljesen ki nem zárható rendkívüli események, haváriák (pl. baleset, jármű meghibásodás) bekövetkezése jelentős és tartós környezeti károsodásssal járhat, szélsőséges esetben környezeti „katasztrófához" vezethet.

A jelentős és tartós környezeti károsodás vagy annak katasztrófa jellegűvé terebélyesedésének megelőzésére sem a közlekedés, sem az ország nincs felkészülve. A MÁV-nál működik ugyan ilyen célú elhárító szervezet, de technikai felszereltsége és létszáma csak kisebb jelentőségű haváriák kezelésére alkalmas.

Sürgető feladatnak minősítendő ezért mind az irányító főhatóságnál, mind az érintett közlekedési vállalatoknál egy hatékony, ütőképes, a környezeti hatások (katasztrófák) csökkentésére vagy megelőzésére alkalmas szervezet létrehozásában való együttműködés esetleg a polgári védelem, a tűzoltóság és a vegyipari gyárak lehetőségeinek a bevonásával.

8.) A vasúti vontatójárművekbe épített dízelmotorok egyes típusainál elvégzett próbatermi és nagyüzemi kísérletek és mérések eredményei alapján mind a füstgáz emisszió, mind a fajlagos gázolajfogyasztás kedvező alakulása szempontjából hatásosnak minősült a KOVAX nevű üzemanyag adalék alkalmazása. Előbbi különösen a poliaromás szén-hidrogén (PAH) tartalom csökkenésével tűnt ki, ami az egészségártalom tekintetében bír kiemelkedő szereppel. Ezért ajánlatos az említett adalék általános használata a vasúton a káros környezeti hatások csökkentése és energetikai szempontból is.

9.) Mind a környezetszennyezést okozó üzemek, berendezések, gépek emissziós értékeinek folyamatos (rendszerbe foglalt) méréséhez, mind pedig a környezet szennyezettségi állapotának (pl. emissziós értékek) méréséhez alkalmas mérő műszerek és készülékek folyamatos beszerzése és alkalmazásba vétele a gyakorlatban elengedhetetlen feltétele a tudatos és eredményes környezetvédelmi tevékenységnek.

Szükséges ezért as környezetvédelmet irányító főhatóság koordinálásában, a környezetvédelmi alap (Phar program) támogatásával a szükséges mennyiségű méróműszer illetve készülék beszerzését elősegíteni.

10.) A műszaki felsőoktatási intézmények közül többeknél folytatott, ill. megkezdett graduális környezetvédelmi mérnök és posztgraduális környezetvédelmi szakmérnök képzés hazai tapasztalatait és az ilyen jellegű külföldi gyakorlat tapasztalatait felhasználva alapvetően szükségesnek minősítendő a tudományos felkészültséget biztosító környezetvédelmi szakképzés folytatása és a szükségletek mértékéig történő bővítése.

A konferencia résztvevői felkérik a Közlekedéstudományi Egyesületet, hogy az elfogadott Ajánlást az érintet főhatóságok és más szervezetek részére tájékoztatás és felhasználhatóság céljából küldje meg.

Győr 1993. III. 12.

RESUMÉ

Dr. András Szabó: **L'essaie des proces dynamiques transversaux d'uun vehicle ferrovaire roulant sur une voie ayant une courvature discrétionnaire** 241

L'auteur present un modéle dinamique de véhicule, qui est ápte á la simulation des mouvements transversaux des vehicule ferroviaires ayant un mécanisme de roulement traditionel á quatres essieux et á deux bogles roulant sur une voie ayant une courvature discrétuionnaire.

Dr. György Lőrincz: **L'essaie dynamiques des ponts sur la Danube le long de l'autoroutes MO** 251

L'auteur present les essaies dynamiques du pont de la Danube le Háros et du pont á beton armé sur le bras de la Danube á Soroksár

Zoltán Kovács: **Le role augmenté de l'informatique dans le transport routier** 265

L'auteur inspecte le rule du transport routier des marchandises hongrois dans la vie economique et tire l'attention sur la nécessité de son rattachement dans le systéme international du transfert des données.

Dr. Erzsébet Molnár: **L'historie du musée de la circulation routiére** 265

L'artcle fait connaitre l'historie de l'établissement et du developpement du musée de la circulation routiére jusqu'aux notre jours.

Bulletin international: redigé par Dr. László Gáspár 274

1. Les plans de cadre routiers de l'Europe sans frontiéres.

SUMMARY

Dr. András Szabó: **The investigation of the transversal dynamic processes of the railway vehicles running on a track heving curvatures at discretion** 241

The author presents a dynamic model for a railway vehicle, which is suitable for the simulation of the transversal mouvement of the railway vehicles having traditional running gears with four axles end two bogies.

Dr. György Lőrincz: **The dynamic investigation of the bridges on the Danube at the motorway MO** 251 .....

The author presents the dynamic investigations made at the reinforced concrete bridge to be found over the Danube-branche at Soroksár and that of the bridge at Háros.

Zoltán Kovács: **The increasing role of the informatics in the road transport** 260

The author investigates the role of the Hungarian road transport played in the economy and outlines the necessity of the integration into the international data transmission system.

Dr. Erzsébet Molnár: **The history of the Transport Museum** 265

The article explains zhe history of the establishment and development of the transport Museum till our days.

International survey: Edited by Dr. László Gáspár 274

1. The road transport master plan for Europe without frontiers

ZUSAMMENFASSUNG

Dr. Szabó András: **Prüfung der sich in Querrichtung verlaufenden dynamischen Prozesse eines auf einer Fahrbahn mit beliebiger Krümmung fahrenden Eisenbahnfahrzeuges** 241

Der Autor stellt ein dynamisches Fahrzeugmodell vor, welches geeignet ist, die in Querrichtung auftretenden Bewegungen eines auf einer Fahrbahn mit beliebiger Krümmung fahrenden Eisenbahnfahrzeug mit vier Achsen, mit zwei Drehschmeln, mit traditionellem Fahrwerk zu simulieren.

Dr. Lörincz, György: **Dynamische Prüfung der Donau-Brücken auf der Autobahn Zeichen MO** 251

Der Autor stellt die dynamischen Untersuchungen der Stahlbetonbrücke über den Donauzweig beim Soroksár und der Donau-Brücke bei Háros vor.

Kovács, Zoltán: **Die steigende Rolle der Informatik im Straßenverkehr** 260

Der Autor analysiert die Rolle des ungarischen Straßenverkehrs im wirtschaftlichen Leben und schildert die Notwendigkeit dessen Anschlusses zum internationalen Datenübertragungsystem.

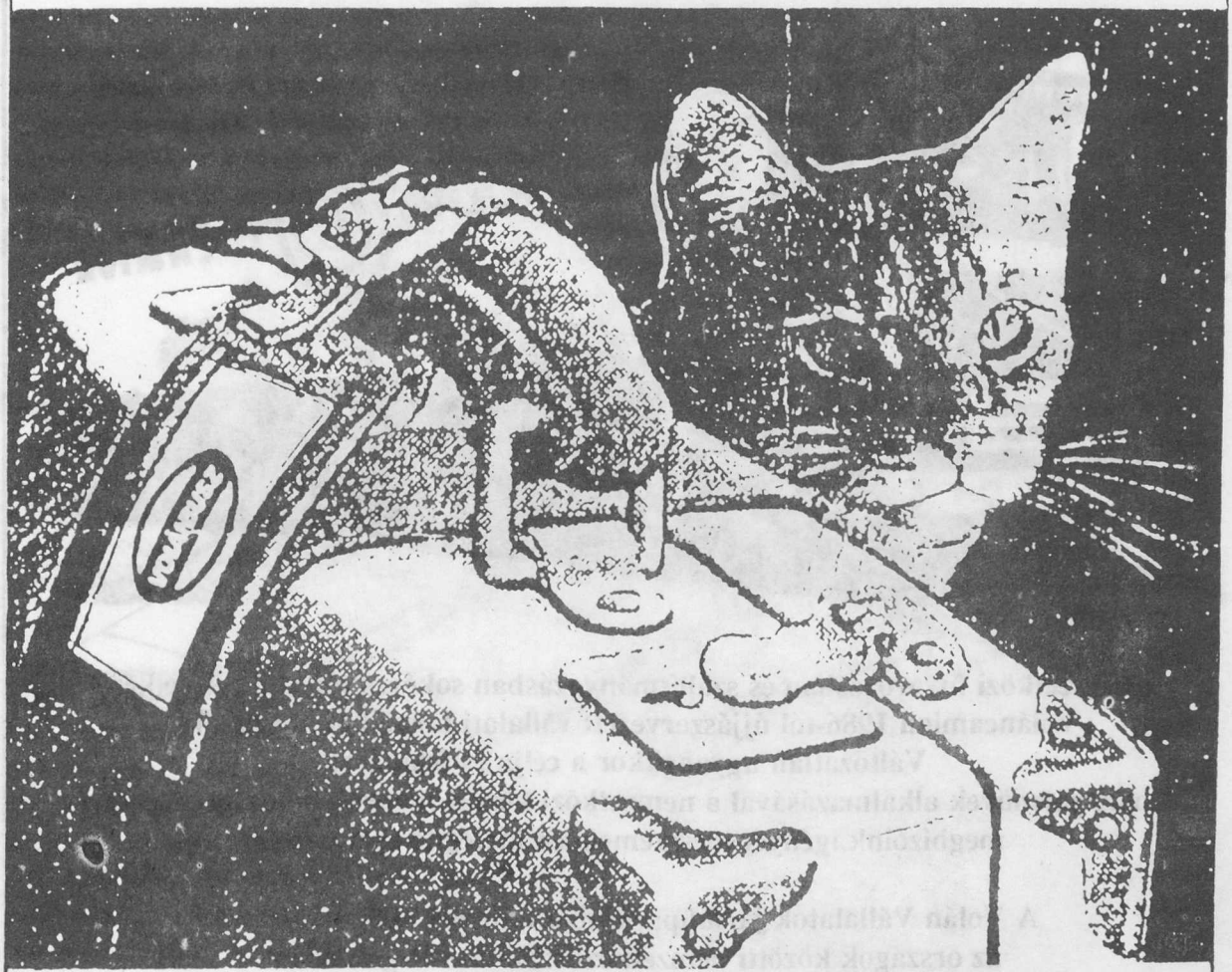
Dr. Molnár, Erzsébet: **Die Geschichte des Verkehrsmuseums** 265

Im Artikel wird die Geschichte der Errichtung und die Entwicklung des Verkehrsmuseums bis zu den heutigen Tagen beschrieben.

Internationale Schau: Redakteur: Dr. Gáspár, László 274

– Straßenrahmenplan im Europa ohne Grenzen

Nekünk minden utas fontos...



Külföldre busszal a legolcsóbb.

12 európai ország 80 városába közlekedik menetrend szerinti járat.
A menetrend alkalmazkodik az üdülők, bevásárlók igényeihez.
60 napos jegyelővétel. Tervezhető indulás, biztos megérkezés.

VOLÁNBUSZ

Információ: Budapest, Erzsébet tér. Telefon: 117-2562

Toprekl.m

VOLÁNCAMION RT.

A nemzetközi fuvarozásban és szállítmányozásban sokéves múlttal rendelkező Voláncamion 1986-tól újjászervezett vállalati formában működik. Változatlan ugyanakkor a célja és feladata: a Volán-járművek alkalmazásával a nemzetközi közúti fuvarozás korszerű, pontos, megbízóink igényét messzemenően kielégítő szervezése.

A Volán Vállalatok járműparkjából mintegy ezer vesz részt az országok közötti nemzetközi szállítási forgalomban.

A Voláncamion Rt. szervezésében rendszeresen 300 tehergépkocsi közlekedik Európa országaiban, kellő időben és legjobb minőségben teljesítve megbízásainkat.

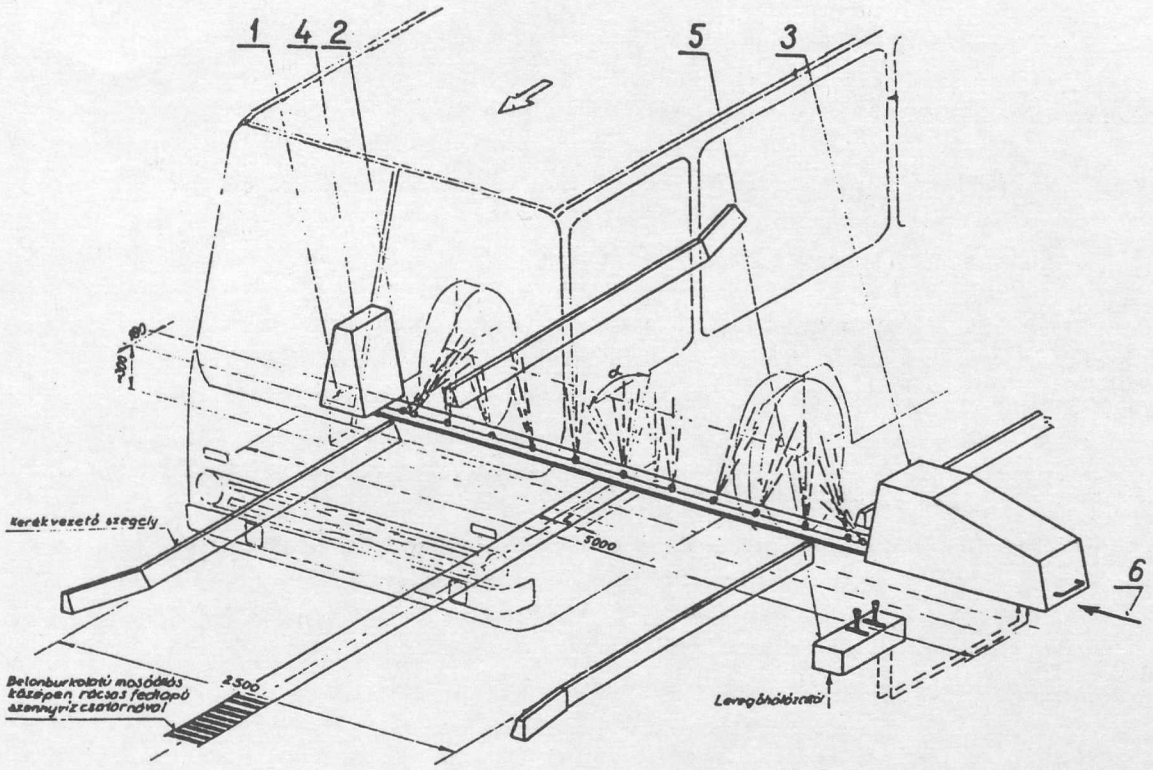
Az árutulajdonos alapvető céljait szolgáljuk, amikor szervezésünkkel, közlekedési-kirendeltségi hálózatunkkal hozzájárulunk az eladott vagy megvásárolt áruk pontos eljuttatásához a hazai vagy külföldi vevőkhöz.

A hatékonyan működő, kis létszámú szervezet munkáját kiemelkedően jó hírhálózat (telex, telefon, telefax) segíti.

A saját fejlesztésben készített számítógépes operatív termelésirányítási rendszer pedig az égtájak szerint szervezett értékesítési osztályoknál személyi számítógépek hálózatára épül.

HASZONGÉPJÁRMŰ ALSÓMOSÓ

Autóbuszok és tehergépjárművek alsó mosására



Jelmagyarázat:

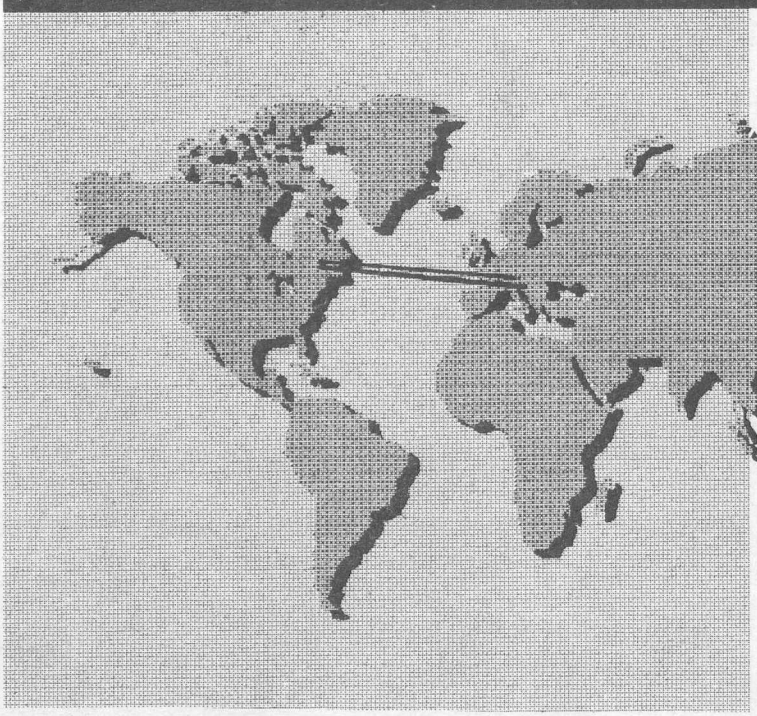
1. Akna a mosócsőhöz
2. Mosócső fúvókákkal
3. Mosócső felfüggesztés pneumatikus mozgatóval
   - keresztirányú lengés lökethossza: L=250 mm.
   - hosszirányú billentés szöge: α=60 fok.
4. Mosócső felfüggesztés
5. Kezelőpult
   - levegőnyomás: 3-6 bár.
6. Csővezeték a vízszivattyútól
   - víznyomás: 15-20 bár.
   - vízhozam: kb. 250 liter/perc.

A mosóberendezés telepíthető szabadtéri vagy zárt mosóállásra.
A mosás a gépjármű lassú áthaladása közben történik.
Az alsómosás időszükséglete: 1-3 perc/gépkocsi.
A mosóberendezés megrendelhető: **TISZA VOLÁN MARKETING SZAKTERÜLETÉN.**

(Felvilágosítást ad: Fejes Sándor fejlesztőmérnök.)
Postai cím: 6701 Szeged Pf. 185.
Telefon: 62/23-322/259 mellék
Telefax: 11-783

Ára: 45 Ft

MALÉV Hungarian Airlines



A MALÉV 1993. május 29-től közvetlen járatot indított Budapest és New York között, kedd kivételével naponta. A légihíd nemcsak az utasforgalom élénkítésében játszik kiemelkedő szerepet, hanem hozzájárul egy minden eddiginél vonzóbb Magyarország-kép kialakításához is.

A MALÉV-nél e két cél megvalósítása érdekében semmit sem bíztak a véletlenre. A Budapest –New York desztinációhoz új, ultramodern Boeing 767-200-as repülőgépeket vásároltak. A járathoz kapcsolódó szolgáltatáscsomagot pedig úgy alakították ki, hogy az megfeleljen mind a repülőutakkal szemben különleges igényeket támasztó üzletemberek, mind pedig az alkalmi utazók elvárásainak.