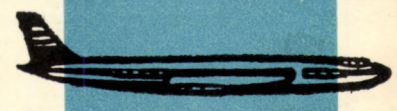
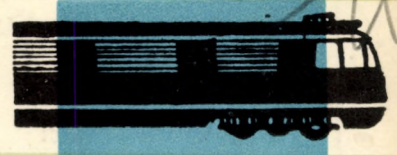


KÖNYVTÁR

1969 NOV 24

2101X

KÖZLEKEDÉS TUDOMÁNYI SZEMLE



11 SZÁM
XIX. ÉVFOLYAM

1969. NOVEMBER

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI
SZEMLE

A Közlekedéstudományi Egyesület Lapja

НАУЧНО ЖУРНАЛ
ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ
Орган Научно Общества Транспорта

VERKEHRSWISSENSCHAFT-
LICHE RUNDSCHAU
Zeitschrift des Vereins
für Verkehrswissenschaft

REVUE DE LA SCIENCE
DES COMMUNICATIONS
Organe de la Société scientifique pour la
communication

SCIENTIFIC REVIEW
OF COMMUNICATIONS
Monthly of the Scientific Association
for Communication

Megjelenik havonta

Főszerkesztő:
Harmati Sándor

Szerkesztő:
Dr. Czére Béla

Szerkesztő bizottság:

Dr. Csanádi György, dr. Ertl Róbert, dr.
Fekete György, dr. Gáll Imre, dr. Kádas
Kálmán, dr. Kerkápoly Endre, Kovács
György, dr. Martonyi József, dr. Mészáros
Károly, dr. Nagy József, dr. Nemesdy
Ervin, dr. Tózsér István, dr. Turányi
István

•

Szerkesztőség:
Budapest XIV., Május 1. út 26.
Telefon: 223-216

Felelős kiadó:
Sala Sándor
Lapkiadó Vállalat,
Budapest VII., Lenin körút 9—11.
Telefon: 221-293

•

Terjeszti:
Posta Központi Hírlapiroda
Budapest V., József nádor tér 1.
Telefon: 180-859
Előfizetés és ügyfélszolgálat:
Telefon: 183-022

Előfizetési ára:
Egy évre: 108,— Ft
Egyes szám ára: 9,— Ft

Csekk számlaszám: egyéni 61 299
közületi 61 066 vagy átutalás az MNB 8. sz.
folyószámlájára
A folyóirat külföldre előfizethető
„Kultúra” 169, P. O. B. Budapest 62.”
69., 11, 10646 Révai Nyomda
Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárnay Jenő.

INDEX: 25 454

TARTALOM

<i>Takács Ferenc</i> : A távlati közúti forgalom meghatározásának módszere Magyarországon	481
<i>Dr. Kerkápoly Endre—Dr. Nagy József</i> : A vasúti pályaépítés és fenntartás tudományos fejlesztése	485
<i>Lőrinc Sándor—Dr. Weichinger Károly</i> : Autópályák környezetének kialakítása	494
<i>Buza Kiss Lajos</i> : A vasúti járműkerék-átmérő, a keréknyomás, sebesség és sínszilárdság összefüggése	496
<i>Tóth Mihály</i> : Budapest közlekedési problémáinak megoldás-tervezete a Tanácsköztársaság idején	505
<i>Dr. Sidó Ferenc</i> : Az újabb légfék-kutatási eredmények felhasználási lehetőségei az autóközlekedés biztonságának növelésére	509
<i>Schilling Ferenc</i> : A merev vagy csuklós kapcsolat a tolonhajózásban	514
<i>Nemzetközi Szemle:</i> <i>Korbonits Dezső</i> : Az Osztrák-Alpok újabb autópálya-tervei ..	517

E számunk szerzői:

Takács Ferenc okl. mérnök, az Ütügyi Kutató Intézet tud. munkatársa; *Dr. Kerkápoly Endre*, a műszaki tud. kandidátusa, tanszékvezető egyetemi docens (BME); *Dr. Nagy József*, a műszaki tud. kandidátusa, a Vasúti Tud. Kutató Intézet igazgatója; *Lőrinc Sándor* okl. mérnök, az Út-, Vasúttervező V. osztályvezetője; *Dr. Weichinger Károly*, a műszaki tudományok kandidátusa, tanszékvezető egyetemi tanár (BME); *Buza Kiss Lajos* okl. mérnök, ny. MÁV műszaki főtanácsos; *Tóth Mihály*, ny. vállalati igazgató; *Dr. Sidó Ferenc* okl. gépészmérnök, az Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet főmunkatársa; *Schilling Ferenc* okl. mérnök, a VÍZDOK csoportvezetője; *Korbonits Dezső* okl. mérnök, az Ütügyi Kutató Intézet ny. főmunkatársa.

A távlati közúti forgalom meghatározásának módszere Magyarországon

TAKÁCS FERENC

Valamely régió úthálózatfejlesztési terveinek készítésénél, az utak építésének vagy korszerűsítésének tervezésénél a jövőben várható forgalom ismerete alapvető követelmény. A távlatban várható forgalom a fajlagos utazásokból, a szállítandó áru mennyiségből stb. is meghatározható. Célszerűbb azonban a *járműállomány alakulásából* meghatározni, melyet jelenlegi ismereteink szerint megbízhatóbban lehet számítani, mint egyéb — a forgalmat befolyásoló — adatokat.

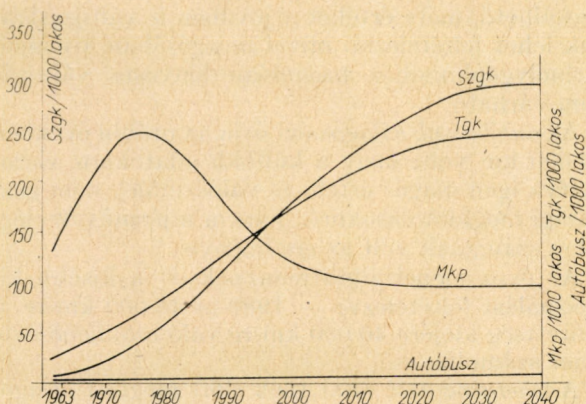
A közúti járműállomány a régebbi hazai előrebecslésekben általában csak a fejlődés korábbi alakulása alapján vetítették előre, különböző trendszámítási módszerekkel. A fejlődés eddigi menete azonban a felszabadulást követő alapvető gazdasági változások miatt nem adott kellő pontosságú adatokat a trendszámításon alapuló előrejelítéshez, ezért megbízhatóbbnak mutatkozott a más államokban előforduló fajlagos gépjárműellátottsági szintek, összefüggések és szabályszerűségek alapján következtetni a hazai járműállomány jövőbeni alakulására.

Az *Útügyi Kutató Intézet* az országos úthálózatfejlesztési tervezés keretében meghatározta a közúti járműállomány fajlagos ellátottsági szintjét, amelynek — és demográfiai adatok alapján a becsült lakosságnak — ismeretében levezette az egyes járműfajták telítettség várható számértékeit.

A *gépjárművel való ellátottságot* általában az 1000 lakosra jutó járművek számával mérik. E mutatószám időbeni változása — hasonlóan más közszükségleti cikkel való ellátottsághoz — logisztikus jellegű görbét követ, vagyis kezdetben egyre növekvő ütemben, majd egy meghatározott fejlődési irányt elérve egyenletesen emelkedik, és a telítettség szinthez egyre csökkenő ütemben, érintőlegesen közeledik (1. ábra). Az ilyen jellegű fejlődési menetet csak a fajlagos motorkerékpárszám nem követi, tekintve, hogy alakulása egy bizonyos személygépkocsi ellátottsági szint elérésétől függ, amikor is a motorkerékpár személygépkocsival helyettesítődik. Ezért a fajlagos motorkerékpár-ellátottság csökken és a fejlődési értéknél számottevően kisebb határértékhez tart. A Magyarországon jelenleg használá-

tos *fajlagos járműellátottsági szintek* szélső értékei 1000 lakosra vonatkoztatva az alábbiak:

- 300 személygépkocsi
- 50 motorkerékpár
- 1,4 autóbusz
- 50 tehergépjármű.



1. ábra. A fajlagos gépjárműállomány-ellátottság várható alakulása Magyarországon

A fajlagos gépjárműellátottság és a várható lakosság ismeretében meghatározható volt a *telítettségig várható időszak járműállománya*. A jelenlegi és a várható járműállomány, továbbá a járművek éves menetteljesítményeinek ismerete — alakulása a kihasználtság függvényében — lehetővé tette a vizsgált időszak bármely évében az *összeforgalom* meghatározását, amelyből levezethető volt a *forgalomfejlődés* mérőszáma.

1. A járművek átlagos évi menetteljesítménye

A járművek menetteljesítménye, annak alakulása a hasonló külföldi adatok ismeretében, de a sajátos hazai viszonyok figyelembevételével került meghatározásra. Ennek megfelelően az állami és magántulajdonban levő személygépkocsik évente megtett útja lényegesen különbözik, számarányuk is megváltozik, ezért a várható útjukat is külön kellett meghatározni.

Az *állami* tulajdonban levő (közületi és közhasz-

nalatú) *személygépkocsik* megtett útja statisztikai adatok szerint 33 000 km-nek adódott. Feltételezve a jövőbeni jobb ellátást 1990-re, majd a későbbiekben is az átlagos évi út 30 000 km-re történő csökkenésével lehet számolni.

A *magán* tulajdonban levő személygépkocsik átlagos évi menetteljesítménye az 1963. évi közúti forgalomszámlálás kérdőíves vizsgálatának megfelelően 12 000 km-nek adódott. Összehasonlítással az alábbiakban látható a személygépkocsik átlagos évi menetteljesítménye néhány államban:

Belgium (1960)	11 900 km
Dánia (1960)	13 000 km
Franciaország (1960)	9 100 km
Jugoszlávia	10 800 km
Nagybritannia (1960)	13 000 km
Norvégia (1959)	13 300 km
NSZK (1959)	19 000 km
USA	15 300 km

Az ország társadalmi berendezkedését figyelembe véve, a magán személygépkocsik mozgása általában a hétfégi pihenőidőre, és kissé csökkenő mértékű munkabajjárásra stb. korlátozódik, ezért az 1963-ban meghatározott éves menetteljesítményt a távlatban is elfogadhatónak lehet tekinteni.

A *motorkerékpárok* évente megtett útja 6000 km-re becsülhető, mely értéket a jövőben is változatlanul lehet feltételezni, mivel mozgásában a magán személygépkocsikhoz hasonlóan lényeges változás nem várható.

Az *autóbuszok* átlagos évi útja az utóbbi években 50 000 km volt, mely a külföldi adatokhoz viszonyítva igen magas érték, és valószínűleg nem gazdasági megfontolásoknak, hanem a járművek elégtelen számának volt az eredménye.

Az éves menetteljesítménynek — a kisebb kihasználást feltételezve — 1980-ra 45 000 km-re, a telítettség idejére 40 000 km-re való csökkenésével lehet számolni.

A *tehergépkocsik* által 1963 előtt megtett átlagosan 25 000 km-es éves utat is csökkenőnek lehet feltételezni, mégpedig 1980-ra 23 000 km-re, a telítettség idejére 21 000 km-re. Ezt indokolja részben a mai túlzott mértékű kihasználás, részben az, hogy a jövőben a kis tehergépkocsik és a különleges célú járművek számaránya növekedni fog. Külföldi statisztikai adatok szerint ugyanis a kis tehergépkocsik kihasználása lényegesen kisebb az átlagosnál.

A forgalomfejlődés meghatározásánál alkalmazott menetteljesítményeket az *I. táblázat* foglalja össze.

Járműfajta	I. táblázat	
	1963 évben	Az országos gépjárműtelítettség idején
	ezer km-ben	
Állami személygépkocsi	33,0	30,0
Magán személygépkocsi	12,0	12,0
Motorkerékpár	6,0	6,0
Autóbusz	50,0	40,0
Tehergépjármű	25,0	21,0

2. Forgalomfejlődési viszonyszámok

A távlatra meghatározott járműszámoknak és a járművek átlagos évi menetteljesítményének a szorzata megadja az egyes évekre várható összes gépjármű km-t. E számértékeket a forgalomszámlálás évére kiszámított összes járműkm-hez viszonyítva, bármely évre meghatározható a forgalomnövekedési viszonyszám. Mivel az egyes utak forgalmának összetétele — különösen a mértékadó órában — különböző, az egyes járműfajták száma pedig lényegesen eltérő módon fejlődik, ezért minden járműfajta forgalmát külön kell előrevetíteni.

A személy- és tehergépkocsik forgalomfejlődésének viszonyszámai megyénként és nagyobb városokként kerültek meghatározásra, a motorkerékpároké csak budapesti és vidéki bontásban, az autóbuszoké pedig országosan.

Az egyes utakon, sőt a hosszabb utak egyes szakaszain más és más telephelyű járművek vesznek részt a forgalomban. Ennek figyelembevételével egy-egy útszakasz jövőben várható forgalmát úgy kell meghatározni, hogy a forgalomban résztvevő járművek telephelyét megállapítva, az egyes városokba, illetőleg területekre tartozók számát ugyanazon helysége, területre levezetett forgalomfejlődési viszonyszámmal kell megszorozni és a kapott értékeket összegezni.

Az országos közúti forgalomszámlálásoknál azonban nincs lehetőség arra, hogy minden számlálóállomáson a járműfajták mennyiségén kívül azok telephelye is megállapítható legyen. Ezért a forgalomfejlődési viszonyszámokat a mért keresztmetszeti forgalom telephely szerinti összetételének megfelelően kellett meghatározni. Ehhez az egyes utakra, útkategóriákra, területekre jellemző keresztmetszeteket kellett kiválasztani, és az itt felállított számlálóállomásokon a járművek rendszámának felírásával a telephelyeket megállapítani. A feldolgozás során az állami és magán személygépkocsik külön csoportba kerültek, mivel a távlatban eltérő módon fejlődnek. A hétköznapi és a hétfégi forgalomban a magán és az állami személygépkocsik számaránya lényegesen eltérő volt, telephelyük megoszlása is más értéket mutatott, ezért külön hétköznapi és hétfégi számlálásokat kellett eszközölni. A személygépkocsik átlagos napi forgalmára vonatkozó fejlődési viszonyszámok ezek eredményeiből kerültek megállapításra, olyan arányban súlyozva és összegezve, amilyen éves átlagban a hétköznapi és hétfégi forgalom aránya.

Mindezek figyelembevételével a keresztmetszeten észlelt különböző telephelyű járművek számát a megfelelő forgalom fejlődési viszonyszámmal megszorozva és összegezve megállapítható volt a keresztmetszetek várható forgalmának fejlődése az egyes időszakokban.

A részletes vizsgálatokból levonható szabályszerűségek szerint az ország keleti területén (a debreceni, nyíregyházi és hódmezővásárhelyi Közúti Igazgatóságok útjain) jelentősen nagyobb fejlődéssel kell számolni, mint az ország más területén, ami annak a következménye, hogy az említett

keleti országrész fajlagos ellátottsága ma az országos átlag alatt van.

A továbbiakban megállapítható volt, hogy a régebbi elnevezés szerinti egyszámjegyű főközlekedési utakon a fejlődés mértéke kisebbnek várható, mint a többi állami utakon, mivel itt a legnagyobb a budapesti telephelyű járművek aránya; azok fejlődésének mértéke pedig lényegesen kisebb, mint a vidékieké.

Eltérő szabályszerűség volt még megállapítható az üdülőjellegű utak esetében, mivel azok viszony-száma a volt egyszámjegyű és az egyéb utak között helyezkedik el, ami a nagyobb arányú magán személygépkocsi forgalommal magyarázható.

Fenti szabályszerűségek figyelembevételével a személy- és tehergépkocsi forgalomra hatféle fejlődési viszonyszám használata látszik indokoltnak. (Lásd a *Közlekedéstudományi Szemle* 1968. 3. számában.)

Az egyéb járművek forgalomfejlődési viszony-számaiban ilyen megkülönböztetés nem szükséges mivel részesedésük a távlati forgalomban egyre kisebb lesz.

3. Az egyes járműfajták a közúti forgalomban

A közúthálózat forgalmát döntő mértékben az ország járműállományának nagysága, kisebb mértékben az egyes járművek által megtett úthossz, továbbá a külföldi járművek terhelése határozza meg. Az úthálózat útjainak kialakítása szempont-jából jelentős tényezőnek minősül még a forgalom járműfajták szerinti megoszlása — elsősorban a nehéz járművek aránya — a járművek sebessége és azok területi eloszlása.

A forgalom nagyságát a teljes úthálózaton a hosszabb időközökben megtartott országos közúti forgalomszámlálás eredményeinek ismeretében határozzák meg. Ilyen forgalomszámlálás volt 1935—36, 1955—56 és 1963-ban. A forgalom növekedését a számlálások közötti időszakokban általában a járműállomány alakulásából (eltérő forgalmi telje-

sítményeik figyelembevételével) és a napjainkban már folyamatos — az úthálózat jellemző pontjain végzett — ellenőrző számlálásokból lehet közelítően meghatározni.

A 2. ábrán látható grafikonon az 1965—90 közötti időszak — 1965-ben tényleges, a későbbiekben becsült — járműállománya és éves járműfutasága alapján meghatározott országos gépjárműteljesítmény került ábrázolásra. Az egyes járműfajták egységjármű km-ben kifejezett részesedése az összteljesítményben természetesen változó. Így pl. a személygépkocsi 1965-ben kereken 16%-os, 1990-ben már 44%-os értékű; a tehergépjármű 1965-ben aránytalanul magas, 57%-os részesedése 1990-re 45%-ra csökken, és az összteljesítményben való részvétele gyakorlatilag azonos lesz a személygépkocsiéval. Csökkenés mutatkozik a motorkerékpárnál és az autóbussznál is; az előbbieknél 19%-ról kereken 7%-ra, utóbbiaknál 8%-ról 4%-ra való visszaesés tapasztalható.

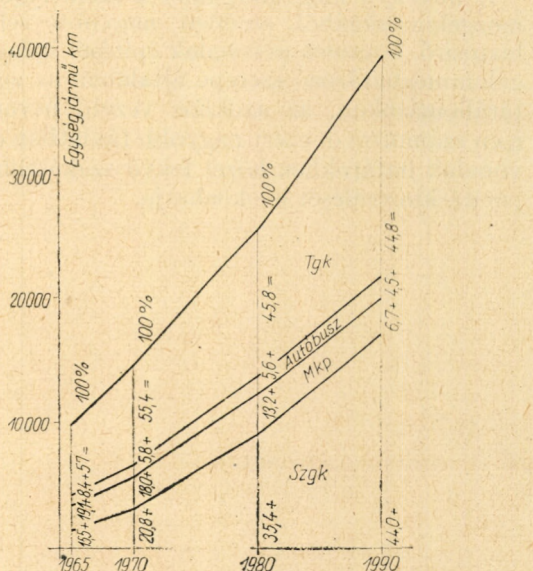
4. A járműfajták szerepe a forgalmi igények kielégítésében

A gépjárművek közutakon történő megjelenése — elsősorban nagyobb sebességük miatt — új igényeket jelentett az úthálózattal szemben. Mivel az utazási és szállítási irányok lényegében számottevően nem módosultak, az úthálózat is alig változott. Az átlagos utazási, szállítási távolságok ugyan növekedtek, de továbbra is a rövid távolságúak maradtak túlsúlyban. A járművek sebességének fokozatos növekedése viszont egészen új igényeket jelentett az utakkal szemben. A helyszinrajzi és magassági vonalvezetést, az egész keresztmetszeti kialakítást, a burkolat szélességét, felületének egyenletességét, érdességét a mind nagyobb sebességgel közlekedő járművek számára kell alkalmazni.

A sebesség növekedésével egyre nagyobb jelentőségűek a forgalom biztonságával kapcsolatos igények. A lényegesen eltérő sebességű járművek azonos útpályán történő közlekedése nagy mértékben fokozza a baleseti veszélyt. Ezt a veszélyforrást elsősorban a gyorsforgalom igényeit kielégítő új utak építésével lehet csökkenteni. Ezek létesítése viszont csak nagy forgalom esetén gazdaságos. Mivel a meglévő utak egyes szakaszai ma már nem alkalmasak a gépjárművek által megkívánt, az út legnagyobb részén általában elérhető sebességgel való haladásra, szükségessé vált a veszélyes helyek kiküszöbölése, vagy megfelelő tájékoztató jelzéssel való ellátása.

A forgalom növekedésével előtérbe kerültek a közlekedésüzemi költségek csökkentése iránti igények is. Minél nagyobb egy út forgalma, annál indokoltabb olyan mérvű kiépítése, mely a járművek üzemeltetési költsége szempontjából kedvező.

A közúti forgalom igényeinek meghatározásánál külön kell vizsgálni a személy- és áruszállító járműveket, mivel ezek hatása más-más területen jelentkezik. A mozgékonyabb és nagyobb sebességű személygépkocsik, motorkerékpárok okozzák általában a közúti forgalomban kialakuló csúcsokat



2. ábra. Az országos gépjármű-teljesítmény várható alakulása 1965—90 közt (ezer km-ben)

ma is és — mind fokozottabb mértékben — a jövőben is. Mivel valamely út vagy úthálózat teljesítőképességét a mértékadó csúcsórák forgalma határozza meg, az egyéni közlekedést szolgáló járműveknek a kapacitás kimerülésben döntő a szerepük.

Az útpálya elhasználódása szempontjából viszont a forgalomban résztvevő tehergépjárművek autóbuszok és ezen belül a nehéz gépjárművek egyre fokozottabb mértékű elterjedése nagyjelentőségű. Ezek a járművek ugyanis nagy mértékben növelik az útpályaszerkezetek teherbírásával szembeni igényeket, mert a pályaszerkezetek tönkremenetele a tengelynyomás negyedik hatványával arányosan növekszik. A pályaszerkezetek teherbírásával kapcsolatos igény nagyon is megalapozott, mivel az előző pontban ismertett gépjármű összeteljesítményben a nehéz járművek még 1990-ben is az összforgalom több mint 50%-át képviselik.

5. Az idegenforgalom jelentősége a magyar úthálózaton

A motorizáció gyors fejlődése szerte a világon elindított egy alapjaiban új népvándorlási folyamatot, az *autós turizmust*. Ezzel a jelenséggel ma már feltétlenül foglalkozni kell, mivel egy-egy ország nemzeti jövedelmének igen jelentős hányadát (pl. Ausztria és Svájc) az idegenforgalomból származó bevételek fedezik.

Az autós turizmus egy ország gazdaságában természetesen nem szemlélhető csak a hozott anyagi javak oldaláról, hanem ugyanígy biztosítani kell a vele járó kiadásokat is. A külföldi gépjárművek úthálózatunkon történő megjelenése egyre nagyobb jelentőségű a forgalom alakulásában, különösen egy-egy tranzitforgalmú, vagy ismertebb üdülőhelyeket — például a Balatont — megközelítő utak forgalmában. Az 1967. évben az országba belépő külföldieknek már több mint 50%-a gépjárművel érkezett. 1960–67 között pl. az országba érkező külföldi személygépkocsik száma mintegy 40-szeresére emelkedett.

Az *Útügyi Kutató Intézet* által kidolgozott „*Legfontosabb útcsatlakozásaink*” c. téma keretében meghatározásra került az egyes határállomásokon 1980-ban várható külföldi forgalom nagysága. E téma továbbfejlesztéseként, a határainkon megjelenő járművek nemzetiségének megfelelően, vizsgálat tárgyát képezte az illető országok járműállománya, a motorizáció fejlődésének irányzata. Ennek megfe-

lelően az országba belépő személygépkocsik számát az illető ország személygépkocsi fejlődési irányzatából levezetett szorzók segítségével határozták meg, egészen a 2000-ig terjedő időszakra. Ezek a becslések természetesen közelítő jellegűnek tekintendők, mivel a távolabbi időpontokra történő előrevelítésnél szubjektív módon kellett figyelembe venni egy-egy ország lakosságának és gépjármű állományának várható nagyságrendjét.

A fentiek alapján meghatározott tényleges és előrebecsült személygépkocsi határforgalom a 2. táblázatban szerepel.

2. táblázat

Irány	1965	1980	2000
Ausztria felől	61 784	334 000	607 000
Csehszlovákia felől	85 286	698 000	1 912 000
Szovjetunió felől	473	18 000	110 000
Románia felől	16 541	154 000	540 000
Jugoszlávia felől	41 486	263 000	854 000
Összes belépő szgk (db)	205 570	1 467 000	4 023 000

Az *Útügyi Kutató Intézet* 1967-ben vizsgálta az országos úthálózat forgalomfejlődését ellenőrző pontjain átmenő külföldi járműveknek az összforgalomban való részesedését. E vizsgálat eredményei szerint a külföldi forgalmat általában reprezentáló személygépkocsik számottevő mozgása elsősorban a kontinentális jellegű — E és T jelű — utakon, továbbá a Balatont megközelítő útvonalakon jelentkeznek. Így pl. az E 5 út részét képező 1. sz. Budapest—Győr—hegyeshalmi úton a nyári turistaidényben hétköznapi módon megjelenő személygépkocsiknak több mint 50%-a, az 5. (E 5) sz. Budapest—szegedi, a 3. (E 96) sz. Budapest—Miskolc—tornyosnémeti, illetőleg a 4. (E 15) sz. Budapest—Szolnok—Debrecen—nyíregyházi út Püspökladányig terjedő szakaszán 20–40%-a, a 82. sz. Veszprém—győri úton több mint 60%-a és a balatonkörnyéki utakon 20–40%-a volt külföldi eredetű.

A növekvő idegenforgalom a személygépkocsik mozgékonyaságából eredően nagyobb sebességet biztosító, korszerű útvonalak építését igényli. Forgalommeghatározó szerepe általában az egyes határállomásokon, az azokhoz vezető útvonalakon igen számottevő, ezért nagyobb távlatban ezen útvonalak határhoz közel fekvő szakaszainak kapacitáskimerülését is okozhatja.

A vasúti pályaépítés és fenntartás tudományos fejlesztése*

Dr. KERKÁPOLY ENDRE — Dr. NAGY JÓZSEF

A közlekedés valamennyi területén az utóbbi évtizedek során megindult rohamos műszaki fejlődés természetszerűen a vasútra, mint a kontinentális közlekedés ma is legfontosabb ágazatára is kiterjedt. Európa felett közlekedési hálózattal rendelkező államaiban a *vasútfejlesztés irányelvei* napjainkban a néhány évtizeddel ezelőttiektől lényegesen különböznek, ami a *vasúti pálya* és berendezéseinek tervszerű fejlesztésére is döntő hatással van.

Az új vasútvonalak építésének korszaka a legtöbb európai államban így Magyarországon is gyakorlatilag az első világháborúval lezárult. E korszakban vasútépítő elődeink az akkori viszonyoknak megfelelő nagy teljesítőképességű vasúthálózatot építettek ki, amely a szárazföldi közlekedés nélkülözhetetlen alapjává vált, s egyben megteremtette az intenzív nemzetközi közlekedést, s így a fejlett külkereskedelem lehetőségét.

A közúti gépjárműközlekedés előretörése, s az ennek következtében kialakított új közlekedéspolitikai elképzelések természetszerűen lényegesen megváltoztatták a vasútépítés, a pályafenntartás fejlesztési szempontjait, a jelen és a közeli vagy a távlati jövő vonatkozásában egyaránt. A korszerű személy- és áruszállítás növekvő igényei újabb vasútvonalak és állomások létesítése helyett a *melevő hálózat rekonstrukcióját, átépítését, átbocsátóképességének növelését* követelik meg. Csak a megnövekedett sebességi és terhelési követelményeket kifogástalanul kielégítő pályaberendezésekkel rendelkező vasút tud a népgazdaság igényeinek megnyílisági és minőségi szempontból gazdaságosan megfelelni.

A *pályafejlesztés* főbb időszakos *célkitűzéseit* az alábbiakban foglalhatjuk össze:

a) A *fővonal* hálózatot az időszakosan ismétlődő felépítménycserék során a korszerű *nagysebességű és nagyterhelésű vonatforgalom követelményeinek* megfelelően kell átépíteni.

b) A *mellékvonal* hálózat felújítása során gazdaságos, kevésbé anyagigényes és viszonylag csekély munkaráfordítással fenntartható felépítményi szerkezeteket kell alkalmazni.

c) Az egész vonalhálózat rekonstrukciója során szem előtt kell tartani a gőzvonatást felváltó *vilamos és Diesel-üzem* megváltozott követelményeit.

d) A megváltozott vontatási viszonyok következtében át kell építeni egyes *állomások* vágányhálózatát.

e) A korszerű elegyáramlás törvényszerűségeinek figyelembevételével ki kell alakítani a *rendező-pályaudvarok* egységes rendszerét, s a legfontosabb nagy rendezőpályaudvarok üzemét automatizálni kell.

f) Biztosítani kell a jelentős vasúti forgalommal

* E tanulmány annak a műnek egyik fejezete, amelyet a *Magyar Tudományos Akadémia Vasúti Közlekedési Albizottsága* dolgozott ki a vasúti közlekedéstudomány nemzetközi helyzetképének bemutatására (*Szerk.*)

rendelkező ipari, bányászati és mezőgazdasági üzemek korszerű *iparvágány* kapcsolatát.

g) Magas színvonalra kell fejleszteni a pályaeépítés és pályafenntartás *gépesítését*.

A felsorolt célkitűzések a helyi viszonyok — így elsősorban a földrajzi helyzet, népsűrűség, ipari és mezőgazdasági fejlettség, energiaforrások, gépjárműellátottság stb. — okozta, viszonylag kis mértékű eltérések mellett szinte valamennyi kontinentális fekvésű állam vasútjára, így a magyar vasutakra is érvényesek.

E főbb fejlesztési célkitűzések számos elméleti, tudományos problémát vetnek fel, amelyekkel a továbbiakban foglalkozunk.

I. VONALVEZETÉSI KÉRDÉSEK

Világszerte megnyilvánul az a törekvés, hogy az egyes országok legfontosabb fővonalai hálózatait ún. *nagysebességű pályákká* építsék ki; e kategóriába általában a *140 km/ó* vagy ennél nagyobb sebességgel járható vonalrészeket sorolhatjuk.

E sebességek elérését, sőt meghaladását a vasúti közlekedés állandó műszaki fejlesztésére irányuló természetesen törekvések mellett az utóbbi évtizedben a gépjármű- és a légi közlekedés rohamos előretörése teszi mind sürgetőbbé, amely egyrészt a gazdasági vonatkozású verseny, másrészt a személyközlekedés mind kulturáltabb kielégítésének igénye területén is jelentkezik. Ugyanakkor — mint ismeretes — a korszerű vontatási nemek esetében a vonatok általánosan nagyobb sebessége a vonali átbocsátóképességet, s így közvetve az egész vasút teljesítőképességét is kedvezően befolyásolja.

A *vasúti menetsebességek fejlődése* igen érdekes képet mutat. Figyelemre méltó, hogy már a múlt században is találkozunk egyes *kiemelkedő sebességértékekkel* (1. táblázat), azonban ezek elsősorban helyi jelentőségű, gyakran propaganda célú, s csak a vasúti járművek kiemelkedő teljesítményeit bemutatni hivatott rekordoknak és nem a fővonalai vasúti közlekedés egészére jellemző értékeknek tekintendők.

Komolyabb műszaki eredmények állnak azok mögött a sebességi eredmények mögött, amelyek egyes fővonalak rendszeres, menetrendszerint közlekedő vonatainak sebességértékeit mutatják be.

1. táblázat

Kiemelkedő vasúti csúcsebességi értékek

Év	Hely	Sebesség [km/ó]
1829	Nagybritannia	47
1839	Amerikai Egyesült Államok	95
1845	Nagybritannia	100
1848	Nagybritannia	131
1890	Franciaország	140
1903	Németország	210
1954	Franciaország	243
1955	Franciaország	331

2. táblázat

Menetrendszerint közlekedő vonatok utazási sebesség értékei

Vonal	Távolság [km]	Utazási sebesség [km/ó]
Budapest—Miskolc	182	98
Köln—Mainz	185	100
Leningrád—Moszkva	650	130
London—Bristol	190	109
Paris—Lyon—Marseille	863	145
Róma—Nápoly	217	117
Tokio—Osaka	515	163

E téren ki kell emelnünk a *francia, japán, nyugat-német* — s az utóbbi évek ugrásszerű fejlődése alapján — a *szovjet vasutakat*. A mellékelt 2. táblázatban összefoglalt néhány kiragadott adat azt igazolja, hogy ezeken a vonalrészen az év minden időszakában, bármilyen időjárás viszonyok mellett is ilyen nagy sebességek állandó tartására alkalmas pálya áll a járművek rendelkezésére. E téren külön említésre méltó a japán *Tokaidó-vasút*, amelyet 515 km hosszban Tokió és Oszaka között, az 1964. évi tokiói olimpia alkalmával nyitottak meg. Ez a speciális, és a japán keskeny-nyomtávolságú vasúthálózat többi részével közvetlen kapcsolatban nem levő vonalrész a korszerű nagysebességű vasút minden elemét tartalmazza s a pályafejlesztés terén is példaképpül szolgálhat. Érdekességként említhető meg azonban, hogy a Tokaidó-vasúton csak személyszállító vonatok közlekednek.

Az egyes kiemelkedő sebességi rekordok és a menetrendszerűen nagy sebességgel közlekedő expresszvonatok példája egyaránt azt igazolja, hogy a megfelelő műszaki színvonalon, de lényegében hagyományos elemekből álló pálya alkalmas a menetsebességek növelésére, de egyben annak nélkülözhetetlen előfeltétele is. A kutatási és a gyakorlati vasútüzemi tapasztalatok egyaránt rávilágítanak arra a tényre, hogy a *sebességemelés elsősorban pályakiképzési és pályafenntartási problémákat jelent*.

Hazánk kereken 8100 km vonalhosszúságú rendszeres nyomtávolságú hálózatának 37%-át teszi ki az a *törzshálózat* (3000 km-t), amely az összes áru-tonnakilométerben meghatározott teherforgalomnak több mint 80%-át viseli. Ez a törzshálózat összeköti hazánk fővárosával a legfontosabb ipari központokat, megyeszékhelyeket, s a törzshálózatot még mintegy 1000 km hosszú olyan *hálózat* egészíti ki, amelyen szintén jelentős teher- és gyorsvonati jellegű személyközlekedés van. Ez az összesen tehát kereken 4000 kilométert kitevő fővonal hálózat — a teljes vasúthálózat fele — az, amely a korszerű nagysebességű vonatközlekedés biztosításának indokolt igényét támasztja a pályával szemben.

A magyar vasúti hálózatra, vonalvezetési szempontból, a *síkvidéki* jelleg jellemző, a teljes vonalhálózatnak 78%-a 5⁰/₁₀₀-nél kisebb emelkedőjű, s mindössze 6%-án van 10⁰/₁₀₀-nél nagyobb emelkedő. A síkvidéki jelleg következménye az is, hogy az össz-vonalhossz 77%-a egyenesben, további 7%-a

pedig 1000 m-nél nagyobb sugarú körívben fekszik. Ezek az adottságok arra mutatnak, hogy a magyar fővonal hálózat vonalvezetési szempontból a nagy sebességre viszonylag könnyen alkalmassá tehető.

A *vasútvonalakra engedélyezhető sebesség* értéke számos tényezőtől, így többek között a felépítmény rendszerétől, a pálya állapotától, az emelkedési viszonyoktól és az ivviszonyoktól függ, amely tényezők között ez utóbbinak döntő, s önmagában is meghatározó a szerepe. Ebből következően tehát egy vonalrész engedélyezett sebességét csak a *felSOROLT tényezők együttes felülvizsgálata*, s igen gyakran a pályában fekvő körívek átépítése, — emiatt költséges vonalkorrekciók végrehajtása, egyszerűbb esetben a körívben levő túlemelések, s a körívekhez csatlakozó átmenetiívek átdolgozása, azok adatainak megváltoztatása — után lehetséges fel-emelni. A körívekben engedélyezhető sebességre, s ezzel összefüggésben a túlemelés mértékére és az átmenetiívek hosszára vonatkozó előírások elméleti úton viszonylag egyszerűen meghatározhatók, azonban a külföldi vasutak ez irányú tapasztalatait vizsgálva megállapítható, hogy hazai viszonylatban még van lehetőség az előrehaladásra.

A fenti pályajellemzők elméleti meghatározásánál a körívekben haladó járműnél a túlemelés végrehajtása után is megmaradó ún. „szabad” *oldalgyorsulás* mértékét az egyes vasutak utaskényelmi szempontból választják meg. Így ennek az a_0 -nak a számszerű értéke az egyes vasutaknál igen tág határok, általában 0,2 és 1,0 m/sec² között változik, (3. táblázat), de pl. a francia vasutaknál ennél jóval nagyobb ($a_0=1,6$) értékkel is találkozunk. A magyar előírás $a_0=0,42$ m/sec² értékkel számol, ($v=4,2 \sqrt{R}$), ami viszonylag nagy túlemeléseket adva, igen kényelmes utazást biztosít. A nagysebességű vonalak építése a különböző vasutaknál sürgetően vetette fel az a_0 értékének növelését, így pl. a nyugatnémet vasutak az utóbbi két évtized során kétszer növelték annak értékét, először 0,46-ról 0,6-ra, majd legutóbb 0,85-re. Az utóbbi a_0 alapulvételével meghatározott $v=4,87 \sqrt{R}$ összefüggést használják a nyugatnémetek, említésre méltó azonban, hogy a kiborulás szempontjából a biztonság a jelenlegi járműveknél még a $v=6 \sqrt{R}$ összefüggés esetén is ki van elégítve.

A nagysebességű pályák igényei a *túlemelés* érté-

3. táblázat

A kiegyenlített szabad oldalgyorsulás értékei különböző vasutaknál

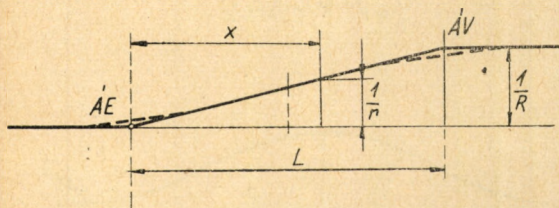
Vasút	a_0 [m/sec ²]
Amerikai Egyesült Államok	0,65
Belgium	0,60
Csehszlovákia	0,50
Franciaország, vonatok	0,98
Franciaország, motorkocsik	1,63
Japán (Tokaidó-vasút)	0,68
Magyarország	0,42
Nagybritannia	0,20
Német Demokratikus Köztársaság	0,59
Német Szövetségi Köztársaság	0,85
Svájc	0,57
Szovjetunió	0,5—0,7

keinek, végrehajtásának és az átmenetiív, illetve a túlemelés kifuttatás kialakításának felülvizsgálatát is megkövetelték. A svájci, a portugál vasutakon és a japán Tokaido-vasúton kívül valamennyi többi vasút továbbra is a belső sínzál magassági értelmű helyben hagyásával és a külső sínzál m értékű emelésével hajtja végre a túlemelést, s csupán az említett három vasút emeli és süllyeszti egyidejűleg a szembenfekvő sínzálakat $m/2 - m/2$ -l. A túlemelések előírt m értékeit az előzőkben említett a_0 szabad oldalgyorsulási érték felvétele után azonos módon határozzák meg.

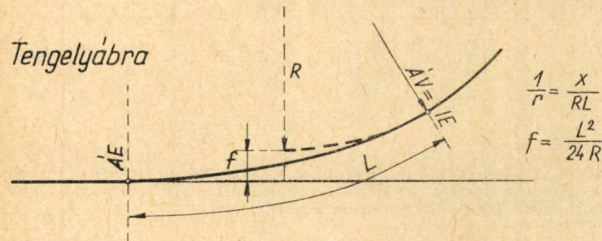
A sebességnövelés a körívekhez csatlakozó átmenetiívek hosszát, valamint a körív és a csatlakozó érintőegyenes közötti ún. köríveltolás mértékét is jelentősen megnöveli. Mindkét méretnövelés — elsősorban a köríveltolás növekedése — a vonalfelújítások során költséges vonal-korrekciókat ered-

ményezhet, így egy, ebből a szempontból kedvezőbb geometriájú átmenetiív görbe választása jelentős vonaltervezési és gazdasági előnyökkel jár. A legtöbb vasút — köztük a MÁV is — az 1a ábrán látható klotoid átmenetiívet használja, körívekkel lekerekített egyenes kifutólejtővel. A nyugatnémet vasutak 140–180 km/ó közötti próbameneteket végeztek az 1b ábrán látható hullámos görbületvált-

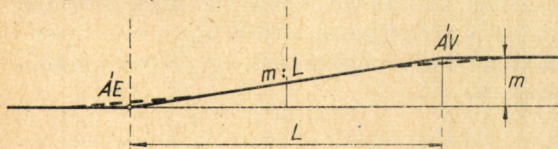
Görbületi ábra



Tengelyábra

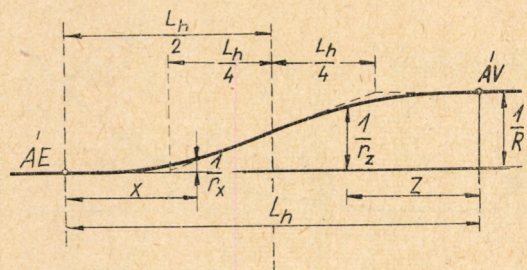


Túlemelés kifuttatása

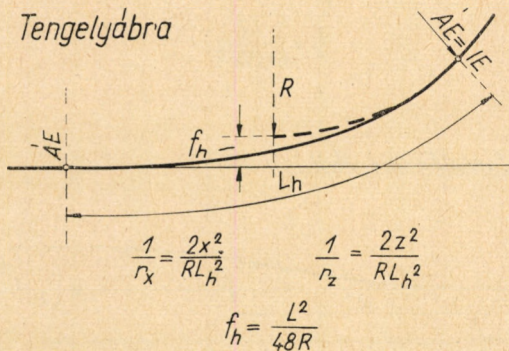


1a ábra

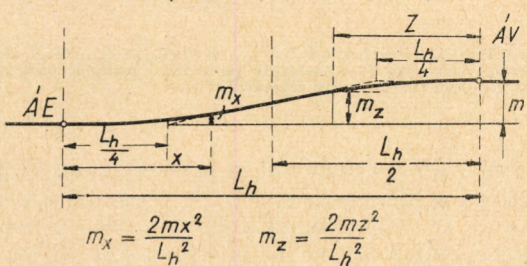
Görbületi ábra



Tengelyábra



Túlemelés kifuttatása

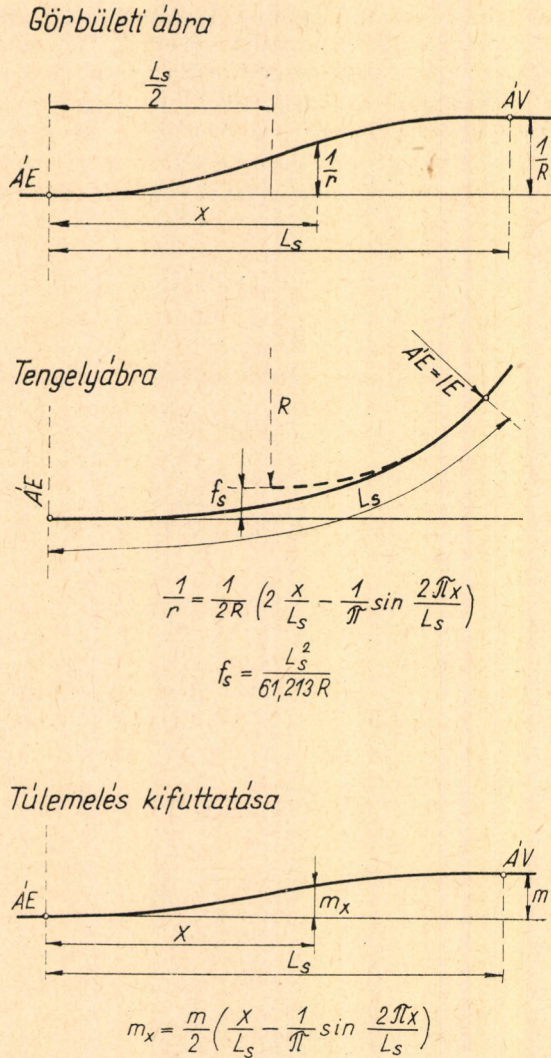


1b ábra

4. táblázat

A különböző átmenetiívfajták főbb jellemzőinek összefüggései

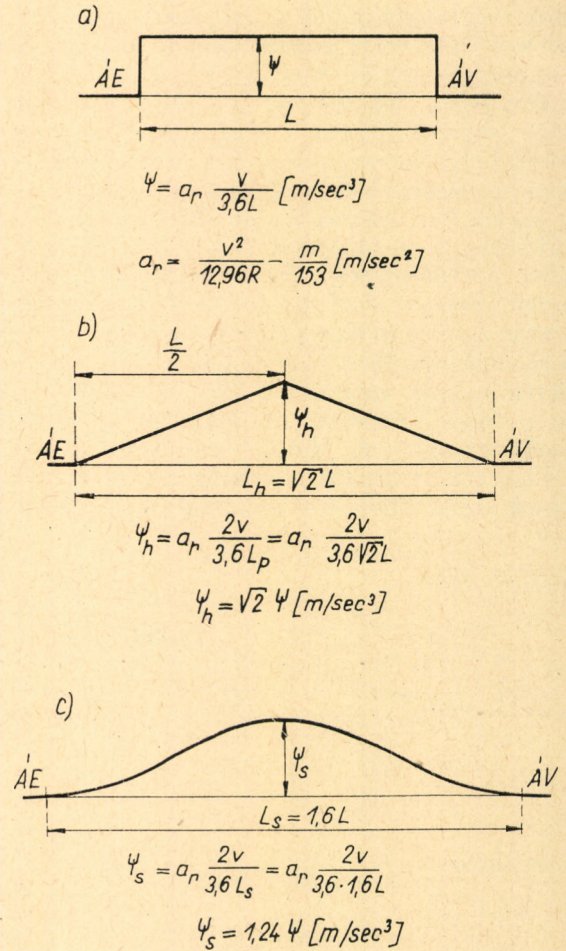
Átmenetiív alakja	A köríveltolás értéke f [m]	A köríveltolások egyenlősége esetén, tehát ha $f = f_h = f_s$	
		az átmenetiívek hossza L [m]	a kifutólejtő hajlása
Klotoid, egyenes kifuttatással	$f = \frac{L^2}{24R}$	L	$m : L$
Parabola, hullámos kifutással	$f_h = \frac{L_h^2}{48R}$	$L_h = \sqrt{2} L = 1,41L$	$m : 0,707L$
Színuszvonal hullámos kifutással	$f_s = \frac{L_s^2}{61,213R}$	$L_s = \frac{61,213}{24} L = 1,6L$	$m : 0,8L$



1. ábra. Különböző átmenetiív fajták: a) szabványos klotoid, b) hullámos görbületváltozású és kifuttatású parabola, c) szinuszvonal alakú görbületváltozású és kifuttatású átmenetiív

tozású és hullámos parabolikus tülemelési kifutólejtővel kiképzett átmenetiívekkel. A Tokaidó-vasúton viszont az 1c ábrán bemutatott szinuszvonal alakú görbületváltozású és tülemeléskifuttatású átmenetiívet alkalmazzák, amellyel a nyugatnémet vasutak is végeztek kísérleteket. Tanulmányunk célja és terjedelme nem engedi meg e kérdés részletes tárgyalását, de a 4. táblázat is jól szemlélteti az átmenetiív hosszak (L) és a köríveltölások (f) összefüggéseit az említett háromféle görbe esetében, kiemelve az utóbbi görbék előnyeit. Ezt támasztja alá a 2. ábra is, amely a tárgyalt görbék szerint kiképzett átmenetiívekben fellépő, s a nyugodt járműfutas szempontjából fontos oldallökés (Ruck) változását mutatja.

A nagysebességű pályákön különös jelentősége van a tülemelés időbeni változásának az átmenetiívekben haladó vonat esetében. Az egyes vasutaknak a tülemelés kifutólejtőjére vonatkozó előírásai alapján ezeket az értékeket az 5. táblázat foglalja össze. Ezek az értékek természetesen a tülemelés kifutólejtőjének kiképzésével, annak alakjával, az átmenetiív geometriájával függenek össze.



2. ábra. Az oldallökőerő (ψ) változása: a) szabványos klotoid, b) hullámos görbületváltozású és kifuttatású parabola, c) szinuszvonal alakú görbületváltozású és kifuttatású átmenetiíveknél

A részletek tárgyalása nélkül megemlítjük, hogy a vonalak sebességnövelése az egymásután következő körívek csatlakoztatására, valamint a lejtörések lekerekítésére vonatkozó előírások elméleti felülvizsgálatát is szükségessé tették. Így pl. a japánok az ívek közötti tülemelésnélküli egyenesek minimális hosszát a

$$h = \frac{1,5v}{3,6}$$

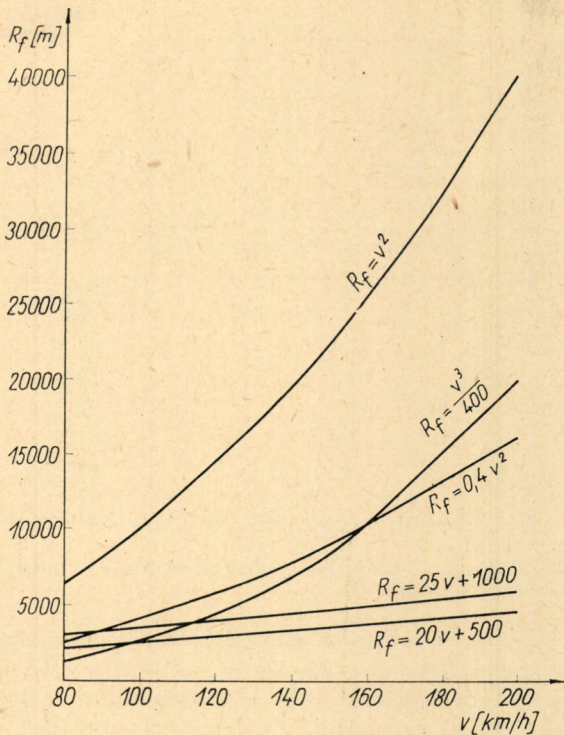
összefüggésből határozzák meg, amely a mi

$$h = 0,5 v$$

előírásunknál valamivel enyhébb.

Tülemelésváltozás az átmenetiívben 5. táblázat

Vasút	Tülemelésváltozás $\frac{\Delta m}{t} \text{ [mm/sec]}$	
	előírt	maximális
Franciaország	60	70
Japán (Tokaidó-vasút)	—	42
Magyarország	28	38
Nagybritannia	38	57
NSZK	28	35
Szovjetunió	35	46



3. ábra. A lejtőrészek lekerekítő sugara, különböző képletek szerint

A túlelész nélküli nagysebességű nyíltvonalú ellenívek ívsugarát a németek az

$$R = 0,7 v^2$$

összefüggésből határozzák meg, amely már lényegesen enyhébb a MÁV

$$R = v^2$$

összefüggés szerinti előírásánál.

Még jelentősebb különbség mutatkozik a lejtőrészek lekerekítő íveire vonatkozó előírásokban. A német vasutak az eredeti $R_f = 0,4 v^2$ előírást előbb $R_f = 20 \cdot v + 550$ -re változtatták, majd $v \geq 200$ km/ó sebességű vonalakra az $R_f = 25 \cdot v + 1000$ összefüggést javasolják. A 3. ábra a fenti összefüggések számszerű értékeit mutatja, kiegészítve azt a MÁV $R_f = v^2$ szerinti előírásával.

A nagysebességű többvágányú vonalakon a párhuzamos vágányok közötti tengelytávolság is részletes elméleti és kísérleti vizsgálatokat követelt meg. E külföldi vizsgálatok eredménye szerint a nálunk is előírt $p = 4,00$ m-es nyíltvonalú vágánytengelytávolság 200 km/ó sebességig megfelelő, minthogy a szembetalálkozó nagysebességű vonatok között fellépő légnyomás még a tűrhető szinten marad. Nem érdektelen, hogy pl. a francia vasutak nagysebességű vonatai az ott szabványos $p = 3,50$ m vágánytengelytávolságú pályákon zavartalanul közlekednek.

Az előzőekben tárgyalt néhány kérdés felvetésével azt kívántuk bemutatni, hogy a nagysebességű pályák kialakítása kapcsán a vonalvezetésre vonatkozó előírások elméleti felülvizsgálata is elengedhetetlen, ellenkező esetben — a régi előírások merev alkalmazása folytán — indokolatlan és rendkívül költséges vonalkorrekciók válhatnak szükségessé.

A jövő kutatási feladatai közé tartozik az ívbe álló járművek bevezethetőségének vizsgálata, amely a pályaviszonyok változtatása nélkül tenné lehetővé egyes nagysebességű szerelvények közlekedtetését.

II. PÁLYASZERKEZETI KÉRDÉSEK

Amint a vonalvezetés korszerűsítésénél, úgy a vasúti pálya szerkezeti kialakításánál is a nagyobb sebességre törekvés és az ezzel kapcsolatos igények biztonságos kielégítése áll a tudományos kutatások és a műszaki fejlesztés középpontjában. Az elmúlt egy-két évtizedben a vasúti felépítmény területén döntő, mondhatni forradalmi változást jelentett a folyamatosan összehesztett hézagnélküli felépítményrendszer bevezetése és nagyarányú elterjedése. Elméleti szempontból ez lényegében a sínek hőmérsékletváltozás okozta szabad terjeszkedési lehetőségének feladását, s ezáltal igen számottevő belső hőfeszültségek megjelenését jelenti. E tényező természetesen elméleti, pályaszerkezeti, pályaeépítési és pályafenntartási szempontból egyaránt új, szigorú követelményeket támaszt. A sínhosszak megnövelésével, a hőmérsékletváltozás hatására gátoltan mozgó, kb. 96–120 m hosszú sínekből álló ún. „hosszúsínes”, majd a folyamatosan, gyakorlatilag hosszkorlátozás nélkül összehesztett ún. „hézag nélküli” vágányrendszer bevezethetőségével kapcsolatban igen jelentős kutatómunkát kellett végezni.

A hézagnélküli vágányrendszer nem csupán utaskényelmi szempontból előnyös az évszázados hevederes illesztésű rövidsínés pályával szemben, hanem a felépítményszerkezeti, pályafenntartási és menetellenállási szempontból egyaránt hátrányos hevederes sínüllesztések elmaradása folytán műszaki és gazdaságossági szempontból is feltétlenül kedvezőbb. Nem véletlen tehát, hogy valamennyi korszerű vasút felismerte ezeket az előnyöket és a hézagnélküli felépítmény a második világháború óta eltelt időszakban — elsősorban a fővonalú pályákon — rohamosan elterjedt.

A hézagnélküli felépítmény gondolata rendkívül kiterjedt elméleti kutatómunkát indított meg, amely a vasúti felépítmény fejlesztése területén hazai viszonylatban is kiemelendő eredményeket produkált. Az a kutatómunka, amelyet a magyar vasútépítő mérnökök — vasúti, műegyetemi és kutatóintézeti szakembereink — a hőmérsékletváltozás hatására gátoltan terjeszkedő vágányok kivetődésbiztonságával, a sínvégmozgások, a téli hidegtörések elméleti vizsgálatával, a hézagnélküli felépítményben fellépő menetellenállások elméleti és kísérleti meghatározásával, a sínhőmérséklet hazai alakulásával, a hézagnélküli felépítmény gazdaságosságával kapcsolatban végeztek — hogy csak a legjelentősebbeket említsük — tudományos értékelését, elismerését tekintve messze túllépte határainkat. Külön kell említést tennünk a Vasúti Tudományos Kutató Intézet által 15 év óta Hatvanban végzett kísérletsorozatokról, amelyek a keretmerekesség, az oldal- és hosszirányú ágyazatellenállás, a vágánystabilitás meghatározására vonatkoztak különböző aljfajták, aljtávolságok, irány-

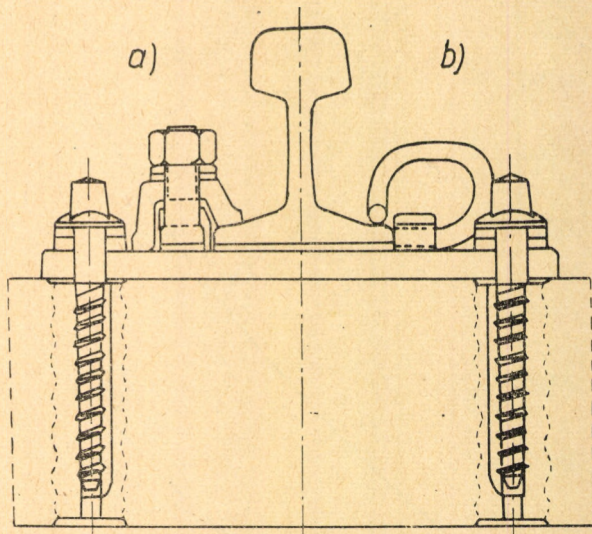
viszonyok mellett. Az ismert külföldi vizsgálatok és gyakorlati tapasztalatok mellett, a nemzetközi szakirodalom tanúsága szerint is, a felsorolt magyar eredmények jelentős mértékben hozzájárultak a hézag nélküli felépítményrendszer üzemszerű, kiterjedt alkalmazásához, s a belső feszültségek okozta előzetes aggályok elosztatásához.

A hézag nélküli felépítményrendszerrel kapcsolatos kutatómunka jelentős része ma már eredményesen lezártnak tekinthető, de a téma rendkívül szerteágazó volta miatt még mindig vannak elméletileg felderítetlen területek, amelyek közül példaképpen a hézag nélküli sínszalakban fellépő kagylós törések okai, vagy a mozgó jármű alatti dinamikus vágánykivetődési kísérletek folytatása említhetők meg. E problémák tudományos szintű vizsgálata és a gyakorlat számára hasznosítható megoldása még pályaépítő mérnökeinkre és kutatóinkra vár.

A vasúti felépítmény szerkezeti elemeinek fejlesztése is a sebesség- és terhelésnövelés jegyében történik. A vasutak elsősorban a pályafenntartási munka és költségek csökkentése érdekében törekednek *nehézebb sínrendszerek bevezetésére*. Több külföldi tudományos vizsgálat alátámasztotta, hogy az UIC 54-es, illetve a német S 54-es sínszelvény minden tekintetben megfelel a nagysebességű vonalak igényeinek. Ennél nehezebb, 65–70 kp/m-es sínrendszer bevezetése csak egyes acélban gazdag államok olyan fővonalain indokolt, amelyek évi forgalma a magyar fővonalai terhelés sokszorosát is meghaladja. Említésre méltó, hogy a japán Tokaidó-vasúton is 53,3 kp/m-es sínrendszert építettek be. Így a MÁV ama döntését, hogy a törzshálózat jövőbeni felépítményét az UIC 54-es, 54,43 kp/m súlyú sínnel kívánja kialakítani, feltétlenül indokoltnak és tudományosan megalapozottnak tartjuk, s egyben az új sínszelvény hazai gyártásának megindulását örömmel üdvözöljük.

A *sínanyag minősége* tekintetében figyelemmel kell kísérnünk a nemzetközi fejlődést, de egyben kedvezőnek minősítjük a magyar kohászat területén a legutóbbi években tett határozott előrelépést. A külföldi előírások tapasztalatainak összegezése és a *Budapesti Műszaki Egyetem* illetékes tanszékének kutatómunkája és szakvéleménye alapján megtörtént a *sínek oldalkopására* vonatkozó hazai előírás felülvizsgálata és ésszerű, a biztonságot és a gazdaságosságot egyaránt figyelembe vevő módosítása is. A nagysebességű pályákon biztonsági okokból feltétlenül megkövetelt pályaállapot mellett az *oldalkopási szög értékének* 60°-ban történt megállapítása jelentős gazdasági előnyökkel jár. Továbbfejlesztendő az a fontos kutatómunka is, amely a *járműkerék átmérője* és a *sín igénybevétele* közötti összefüggéseket vizsgálja. A villamos és Diesel-mozdonyok viszonylag kis átmérőjű kerekei e problémát rendkívül időszerűvé teszik.

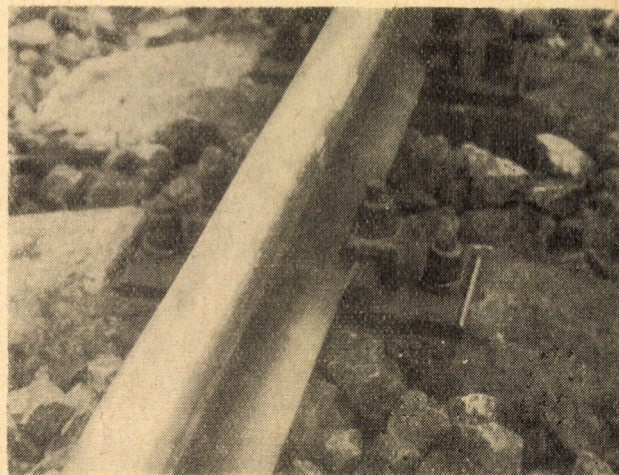
Az *aljak* vonatkozásában az utóbbi évek lényeges változást nem hoztak. A *talpfa* mellett tért hódított a *feszített betonalj*, bár éppen a legutóbbi években a világpiacon a talpfabeszerezési nehézségek lényegesen csökkentek, így a talpfát még korántsem szabad a múlt alfajtajának tekintenünk.



4. ábra. A német „K” sínleerősítés, a) eredeti kialakítása, b) korszerűsítése deltaalakú acélrugóval

A feszített betonalkak nagyobb önsúlyuk folytán kedvezően növelik a vágány összsúlyát, s ezen keresztül ellenállását, ami a hézag nélküli pályák állékonysága szempontjából kétségtelen előnyt jelent. Ugyanakkor viszont a *sínleerősítés* még napjainkban is egyszerűbben és műszakilag szabatosabban oldható meg talpfán. Néhány kísérleti jellegű próbálkozástól eltekintve a *fabetétt* — mint a betonalj és sínleerősítés közti összekötő elemet — gyakorlatilag még *nem mindenütt sikerült* a betonalkas sínleerősítésekből *kiküszöbölni*. A kül- és belső felépítményszerkesztő szakemberek egyik legfőbb törekvése olyan rugalmas, megfelelő szorítóhatású sínleerősítés megtervezése, amely a beton- és acélelemeknél lényegesen hamarabb tönkremenő, s így cserélésre szoruló alkatrészt nem tartalmaz. E téren több vasút a jelenlegi fabetéttel azonos kialakítású, de tartósabb műanyagból készített hullámos felületű betéttel próbálkozik, mások különböző acél-lehorgonyzási módokkal kísérleteznek.

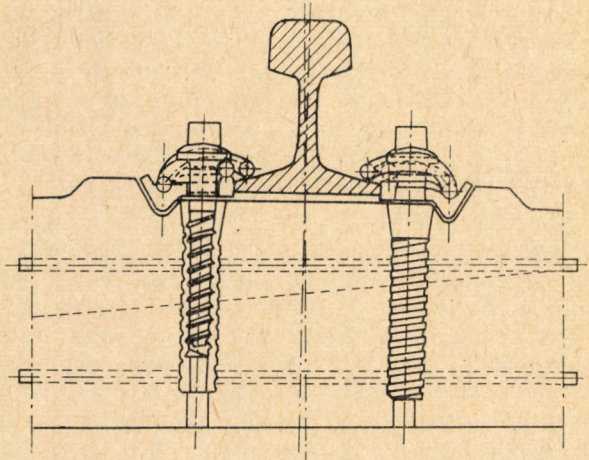
A hézag nélküli felépítménynél feltétlenül szükséges rugalmas sínleszorítás hatásosságának fokozására a világszerte igen elterjedt *GEO*-rendszerű



5. ábra. A szovjet „KB” sínleerősítés

(a németeknél *K*-nak nevezett) sínleerősítést (4. ábra bal oldala) a német vasutak úgy módosítják, hogy a szabványos bordás acél alátétlemezhez a sít nem szorítólemezzel és rugalmas csavarbiztosító gyűrűvel rögzítik, hanem egy delta alakú acél rugóelemet iktatnak be (4. ábra jobb oldala), amelynek rugójátéka a kettős vagy hármas Grover-gyűrűjénél is kedvezőbb. A szovjet vasút betonra ugyancsak a *K*-felépítményt használja, de fabetét helyett szigetelt kalapácsfejű csavarlehoronyzással (5. ábra).

A további fejlődés jelentős lépéseként mutatjuk be a 12. ábrán a francia vasutak „RN” rendszerű sínleerősítését, amelynél a kétszárú lemezugó felső szára a sít szorítja le, az alsó pedig a sítalpat oldalirányban megtámasztva, a nyomtávolságot biztosítja. A lemezugót leszorító csavar szára vagy egy, az aljba bebetonozott acél spirálisba van behajtvva (6. ábra), vagy kalapácsfejű

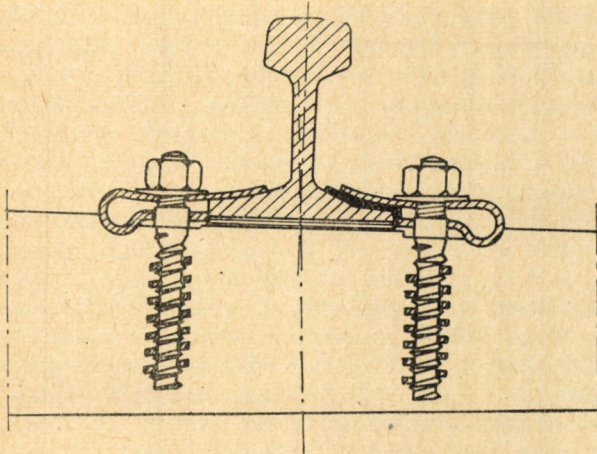


8. ábra. A tervezett német „HM” sínleerősítés

sít. A sín alatt itt sincs acél alátétlemez, ugyanakkor a sítalpat oldalirányú megtámasztása két acéllemezke segítségével igen szellemesen van megoldva.

A magyar vasút jelenleg hézag nélküli fővonalain kizárólag a már említett *GEO*-rendszerű sínleerősítést használja. Kétségtelen, hogy ez a rendszer a nyomtávolság biztosítása szempontjából jó, és megfelelő minőségű csavarbiztosító gyűrűk beiktatása esetén a hézag nélküli felépítmény által igényelt szorítóhatást is biztosítja, de a pálya rugalmasságának fokozása iránti jogos igények és anyagtakarékossági szempontok egyaránt indokoltá teszik a *sínleerősítések rendszerű fejlesztésére irányuló kutatómunka* hazai fokozását. Az állomási és vonali elektrodinamikus biztosítóberendezések fejlesztése rendkívül időszerűvé teszi a betonra helyezett sínleerősítések villamos szigetelőképességének tökéletes megoldására vonatkozó kutatásokat. Az eddigi szórványos és gyakran értékes részeredményeket felmutató próbálkozások helyett a kutató és tervező kapacitás összpontosításával, a külföldi tapasztalatok értékelésével, a korszerű kísérleti módszerek és elméleti számítások kihasználásával kell a szükséges lépéseket mielőbb megtennünk. Az eddigieknél sokkal nagyobb gondot kell fordítanunk — ismét számos külföldi példára hivatkozva — a kísérleti pályaszakaszok létesítésére és főleg azok sok éven át tartó módszeres megfigyelésére és a tapasztalatok értékelésére.

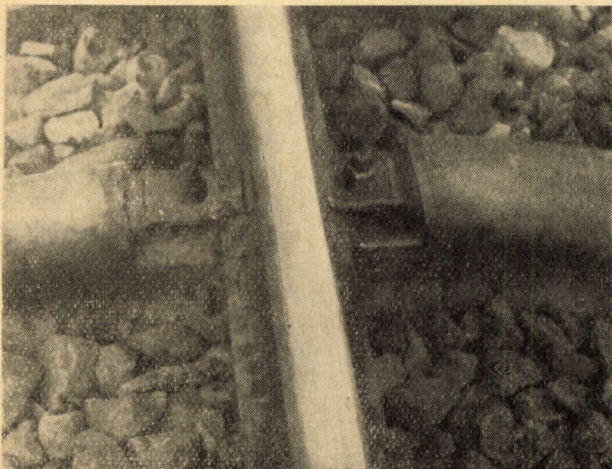
A felépítmény továbbfejlesztését nagymértékben segíti elő az utóbbi évtizedben igen fellendült tudományos kutatómunka, amely a külföldi és hazai vasutaknál, kutatási intézményekben folyik. E munkát úgy jellemezhetnénk a legjobban, hogy a felépítménytervezés kimozdult korábbi, statikusnak nevezhető helyzetéből és teljes mértékben a pálya és a rajta haladó jármű kölcsönhatásának elemzésén alapuló *dinamikus mérések* eredményeire támaszkodik. A korszerű mérés-technika adta óriási lehetőségek folytán a vasúti felépítménynek azok a jellemzői, amelyek egy évszázadon keresztül csak becsléssel, vagy rendkívül tág hibahatárok között mozgó számításbeli összehasonlításokkal voltak felvehetőek, napjainkban nagy pontossággal, a tényleges dinamikus járműterhelés alatt, nagyszámú



6. ábra. A francia „RN” sínleerősítés

kialakítása folytán egy, a betonra helyezett acélperselybe van lehoronyozva. A sín alatt rugalmas műanyag alátétlemez helyezkedik el. Ilyen megoldással a szovjet vasutak is kísérleteznek (7. ábra).

Végül bemutatjuk a német kísérleti jellegű „HM” jelű sínleerősítést (8. ábra), amely egy epszilón alakú rugóacél közbeiktatásával, polietilén-betétkéntbe hajtott sincsavarral szorítja le rugalmasan a



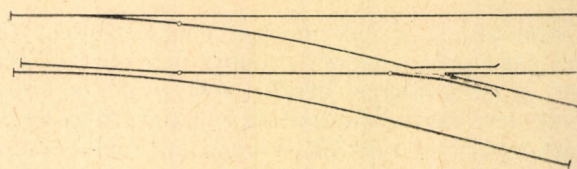
7. ábra. A szovjet „ZSB” sínleerősítés

méréssel meghatározhatók, s fejlett kibernetikai módszerekkel értékelhetők ki. Nem véletlen tehát, hogy mind a vasutak élenjáró nemzetközi szervei (UIC, OSZZSD, ORE, AICCF stb.), mind az egyes vasutak és kutatási intézmények igen jelentősen fejlesztik e dinamikus mérések elvégzésére alkalmas műszer- és kutatási kapacitásukat.

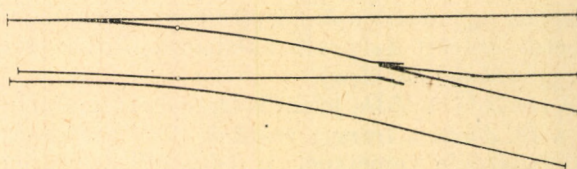
Említésre méltó, hogy a felépítményrendszerek tervezésével és ellenőrzésével kapcsolatban pályában végzendő dinamikus mérést hazánkban első ízben a *Budapesti Műszaki Egyetem Vasútépítési Tanszéke* kezdeményezett 1967-ben, egyrészt az új budapesti földalatti vasút felépítményrendszerének, másrészt a budapesti közúti villamosvasúti felépítményrendszerek tudományos vizsgálatával, illetve minősítésével kapcsolatban. A tanszék még folyamatban levő vizsgálatai már eddig is igen értékes eredményeket szolgáltattak s az új közúti vasúti felépítmény megtervezését már e vizsgálatokra támaszkodva végzi el. Az e célra használható műszerállomány megfelelő fejlesztése után rendszeresen végezhető mérések a vasúti pálya számos, még felderítetlen kérdésére fognak választ adni. Elegendő e helyen a vasúti járművek terhelés- és sebességnövelésének és a betonlajak bevezetésének a pálya alépítményére gyakorolt hatásaira, a földmunka koronaszintjén ébredő, kétségtelenül nagyobb igénybevételek mérésekkel történő meghatározására, vagy a különböző műanyagelemeknek a felépítményben történő alkalmazhatóságára stb. utalnunk.

E most említett, az alépítménnyel összefüggő probléma nagymértékben elősegítheti az *alépítményi romlások* megelőzésére és megszüntetésére irányuló kutatási törekvések eredményességét. Közismert hazai vasúti pályáink jelentős hányadának hajlamossága a sok szempontból igen káros vízszákképződésre. A nagysebességű hézag nélküli vonalakon természetesen e súlyos pályahiba nem tűrhető meg, s így az ezzel kapcsolatos kutatómunka rendkívül időszerű. Figyelemre méltóak azok a külföldi kísérletek, amelyek a csapadékvíz beszívargása ellen különböző pl. bitumenes vízzáró rétegek vagy műanyagfóliák beépítésével védekeznek. A vízszákképződés megelőzése érdekében beépítésre kerülő talajjavító réteg helyes méretezése, anyagának megválasztása a pályafelújítások gazdaságossága szempontjából is igen jelentős.

A földmunka koronaszintjére átadódó igénybevételek csökkentését s ezzel az alépítményromlások megelőzését is célozzák azok a felépítménymegoldások, amelyeknél a sínek keresztaljak helyett különböző kialakítású *betonelemekre* (lemezekre) vannak felerősítve. Ezek az 5–10 m hosszú, egymáshoz illeszkedő betonelemek vagy közvetlenül a töltéskoronára, vagy egy vékony kiegyenlítő zúzalékrétegre fekszenek fel, igen kedvező teherelosztást biztosítva. A töltéskoronára ilyen megoldás esetén mindössze kb. 0,4 kp/cm² terhelés adódik át. Elismerésre méltó eredményeket értek el e téren többek között a csehszlovák kutatók. A betonlemezre fektetett felépítmény élettartama és főleg fenntartási körülményei még további részletes vizsgálatot igényelnek.



9. ábra. Mozdó könyöksínes keresztezés



10. ábra. Mozdó csúcsos keresztezés

A nagysebességű vasútvonalak különleges igényeket támasztanak a *vasútállomások felépítményével*, így elsősorban a *kitérőkkel* szemben. A 120 km/óránál kisebb sebességgel haladó vonatok az állomási átmenő fővágányokon át — tehát csak egyes állású kitérők érintésével — általában a közönséges kitérőszerkezetek használata esetén is különösebb nehézség nélkül közlekedhetnek. Ennél nagyobb menetsebesség esetén azonban a *kitérők keresztezési részén való áthaladás* során a keresztezési csúcsonál, illetve a vezetősíneknél nagymértékű ütőhatások lépnek fel. A fejlett külföldi vasutak egyrészt egyszerűbb megoldásokkal (mint pl. a vezetősínek ívelt kialakítása), másrészt különleges keresztezések beépítésével igyekeznek a keresztezési hézagon átugró járműkerék okozta dinamikus hatásokat s az ezek hatására keletkező és nagy fenntartási munkát követelő elverődéseket csökkenteni, illetve esetleg teljesen kiküszöbölni.

A nagy sebességű vonalak állomási átmenő fővágányaiba kerülő *kitérőknél* egyre kiterjedtebben alkalmaznak olyan keresztezési megoldásokat, amelyekben a járműkerék alátámasztási hézag nélkül, tehát zökkenőmentesen tud áthaladni. Ilyen a *mozgó könyöksínes* megoldás (9. ábra) vagy a Tokaidó-vasúton is használt *mozgó keresztezési csúcsos* kiképzés (10. ábra). Ez utóbbi megoldásnál természetesen a nyomkarima vezetése is folyamatos, vezetősínekre sincs szükség és így az ottani kellemetlen kerékütések is elmaradnak.

A keresztezési csúcs szerkezeti kialakításánál a külföldi vasutaknál a *sínekből készült keresztezés-megoldások* vannak előtérben. Hazánkban csak a 48₈₀₀ és a 48₂₂₀₀ rendszerű nagysugarú kitérők keresztezései ilyenek, általánosan a *csúcsbetétes* keresztezéseket használjuk, aminek oka elsősorban sínanyagunk kisebb kopásellenállásában keresendő. Egyes vasutak — pl. a szovjet és francia vasutak — legújabbban az *egybeöntött keresztezésekkel* kísérleteznek, amelyeknél a csúcs a könyöksínekkel együtt egyetlen jóminőségű acélöntvényből készül.

A sebességnövelés azonban nemcsak szerkezeti, hanem geometriai problémákat is felvet a kitérőkkel kapcsolatban. A kitérőkben levő túlelemelés nélküli körívek, a $v = 2,7\sqrt{R}$ összefüggés alapján, erősen korlátozzák a *kitérőirányban* haladó vonatok sebességét. Kétségtelen, hogy az állomásokban a pályára engedélyezett maximális sebességgel első-

sorban csak az átmenő fővágányon közlekednek a vonatok, így a különleges nagysugarú kitérők felhasználási területe viszonylag szűk, s ilyen 80–120 km/ó sebességre kitérőirányban is alkalmas kitérőket főleg elágazó állomásokban és nyíltvonal pályaelágazásoknál építenek be. E kitérők kis hajlásuk és nagy hosszuk miatt egyébként a közönséges állomások esetében geometriai szempontból kedvezőtlenek és költségesek is.

A kitérők *ívesítése* ma már a legtöbb fejlett vasútnál elfogadott módszer, az íves vágánykapcsolatok és speciális igényű (pl. ipartelepi) kitérők kedvező kialakítására.

A Magyar Államvasutak a 48-as rugalmas kitérőcsalád bevezetésével, szabványosításával és széles körű alkalmazásával, továbbá a 800 és 2200 m sugarú kitérők rendszeresítésével és a kitérőívessítéssel fontos lépéseket tett a korszerű állomási felépítmény kiképzése terén, s a külföldi fejlődéssel feltétlenül lépést tartott.

A pályaeépítéssel is összefügg, de tulajdonképpen a vasútüzemi, a jelző-, biztosító- és távközlőberendezési, valamint az automatizálási tudományos szakterületeket egyaránt felöleli a vasútállomások s ezeken belül is elsősorban a *rendezőpályaudvarok korszerűsítésének, automatizálásának* problémaköre. A növekvő vasúti teherforgalom gócpontjait képező rendezőpályaudvarok munkájának meggyorsítása, a rendezés irányításának és ellenőrzésének automatizálása az egész vasúthálózat teljesítőképességére igen kedvező hatással van. A rendezőpályaudvarokon legurított kocsik futás- és ellenállásviszonyainak kísérleti mérések útján történő meghatározása a fejlesztési munka első, elméleti lépését jelenti, amely területen a *MÁV Tervező Intézet és a Budapesti Műszaki Egyetem Vasútépítési Tanszéke* külföldön is elismert, kiváló eredményeket ért el.

III. PÁLYAFENNTARTÁSI KÉRDÉSEK

A korszerű vasúti pálya nem csupán a tervezés és építés területén kíván új módszereket, hanem a *fenntartása* is új, elméleti alapon álló technológiát és szervezési munkát követel meg. A közismert pályafenntartási munkaelemeknek (ágyazattörstálás, ágyazattömörítés, vágányszabályozás stb.) kézi erő helyett korszerű, legújabbban teljesen automatizált gépekkel való ellátása a fizikai munkaerőhiány, a vágányzárak és lassújelek számának és időtartamának csökkentése és gazdasági okok miatt egyaránt sürgető. A *pályafenntartás gépesítésének* tárgyalása külön, részletes ismertetést érdemelne; e helyen csupán arra szeretnénk a figyelmet felhívni, hogy a nagysebességű vonatok számára biztonsági és kényelmi szempontokból egyaránt feltétlenül szükséges *fekszint* korszerű, automatikus működésű vágányszabályozó és irányítógépek nélkül nem biztosítható. Az átmeneti megoldásként alkalmazott alázúzálékolós fekszintszabályozás e problémát csak időlegesen tudja megoldani. Így a korszerű, nagyteljesítményű gépek alkalmazását az említett gyakorlati gazdasági okok mellett elméletileg alátámasztott biztonsági követelmények is indokoltá teszik.

A nagysebességű pályák üzembiztos állapotban tartása csak a *pályáállapot megfigyelésének és rögzítésének magasszintű gépesítésével* oldható meg. Az általánosan ismert, különféle szerkezeti kialakítású vágánymérő kocsik bevezetése, a méréstechnika állandó fejlesztése, majd a feldolgozás és értékelés során a különféle kibernetikai eszközök és módszerek alkalmazása a pályaelőzítés színvonalát is igen magas fokra emelte. A kutatási eredmények nyomán ma már egyértelműen tisztázott, hogy a *pálya jóságát csak a járműfutással összhangban megállapított* — és nem esetleges geometriai méretek-ből számított vagy önkényesen felvett — *tényezőkkel* lehet jellemezni. Ezen a téren még számos érdekes kutatási feladat vár megoldásra.

A hézag nélküli felépítmény közismert erőjátéka az ilyen pályák fenntartási munkáinak elvégzését a *fektetési hőmérséklet*, illetve a *hőmérsékletváltozások függvényében* szigorúan korlátozza. Az illető földrajzi terület éghajlata, hőmérsékleti viszonyaitól függően az évek csak meghatározott időszakában, bizonyos napszakokban stb. szabad a pályában fenntartási munkákat végezni. A munkaerőhiány, a gépesítés, a nagy vonatforgalom mellett tehát a hézag nélküli felépítmény hőmérsékleti feltételei egy további fontos okát jelentik annak a tudományos igényű munkának, amely a pályafenntartás munkáltatási rendszerének és szerkezetének gyökeres megváltoztatására irányul. A hazai sínhőmérsékleti értékek pontos meghatározására, mint alapadatra támaszkodva e megváltozott módszerek meghatározása és gazdasági szempontból történő értékelése hazánkban is folyamatban van.

*

E rövid összefoglalás korántsem tudta a vasúti pálya tudományos fejlesztésének minden időszerű kérdését megfelelő súllyal és részletességgel feltárni. *Azt a célt tűztük magunk elé — s reméljük ezt el is értük — hogy rávilágítsunk arra a sürgető követelésre, amit a korszerű vasutak sebesség- és terhelésnövelési törekvései a sok szempontból „hagyományos”-nak tartott pályával szemben támasztanak.* A korszerű, nagysebességű járművek számára csak az elméleti és kísérleti kutatómunka eredményeit a gyakorlatban jól felhasználó, az építési és fenntartási munkák jó műszaki színvonalát mindig szem előtt tartó pályaeépítési és fenntartási szakszolgálat tud megfelelő pályát biztosítani.

IRODALOM

- Y. Ban—H. Murayama—Y. Satou: Fragen des Fahrwegs und der der Oberbauunterhaltung beim Zugbetrieb mit hoher Geschwindigkeit, Monatschrift der Internationalen Eisenbahn-Kongress Vereinigung 1968. évi 3. sz.
- Dr. F. Birman: Theoretische und experimentelle Lösung von Gleisproblemen für hohe Geschwindigkeiten, besonders hinsichtlich Gestaltung von Bogen und Übergangsbogen, Verlege- und Unterhaltungstoleranzen sowie dynamischer Stabilität. Sich hieraus ergebende Folgerungen für die Konstruktion von Gleisen und Weichen, Monatschrift der Internationalen Eisenbahn-Kongress Vereinigung, 1968. évi 2. sz.
- Dr. Kerkápoly E.: Vasútvonalak tervezése és korszerűsítése. Bp. 1968. Tankönyvkiadó.
- Dr. Nagy J.: A hézag nélküli felépítmény hőfeszültség okozta jelenségeivel összefüggő vizsgálatok I—IV. VTKI Évkönyvei, Bp. 1961—1966.

Autópályák környezetének kialakítása

LŐRINC SÁNDOR—DR. WEICHINGER KÁROLY

A közúti forgalom fejlődésére vonatkozó előrebecslések általában pesszimisták voltak: a forgalom a szakemberek által megadott értékeket jelentősen meghaladta. A forgalomszámlálások során kitűnt, hogy a személy- és áruszállítások egyre növekvő mértékben bonyolítják le gépkocsival és így autósaink mind több és több időt töltenek közútjainkon.

A turistamozgalom is új ággal bővült. Néhány évtizeddel ezelőtt a turista szó a hegyászó-bakancsos, erdőt, völgyet járó ember számára volt fenntartva. Ma már turistának nevezük azt az autóst is, aki kedvtelésből járja a tájakat.

A turistaösvény és az autósokat szolgáló, nagy költséggel épített autópálya — a két véglet — sajtósa- gosan hasonlóságot is mutat: mindkettő elkerüli a településeket és a szabad természet szépségei mind az ösvény, mind az autópálya mentén egyaránt feltáru- nak.

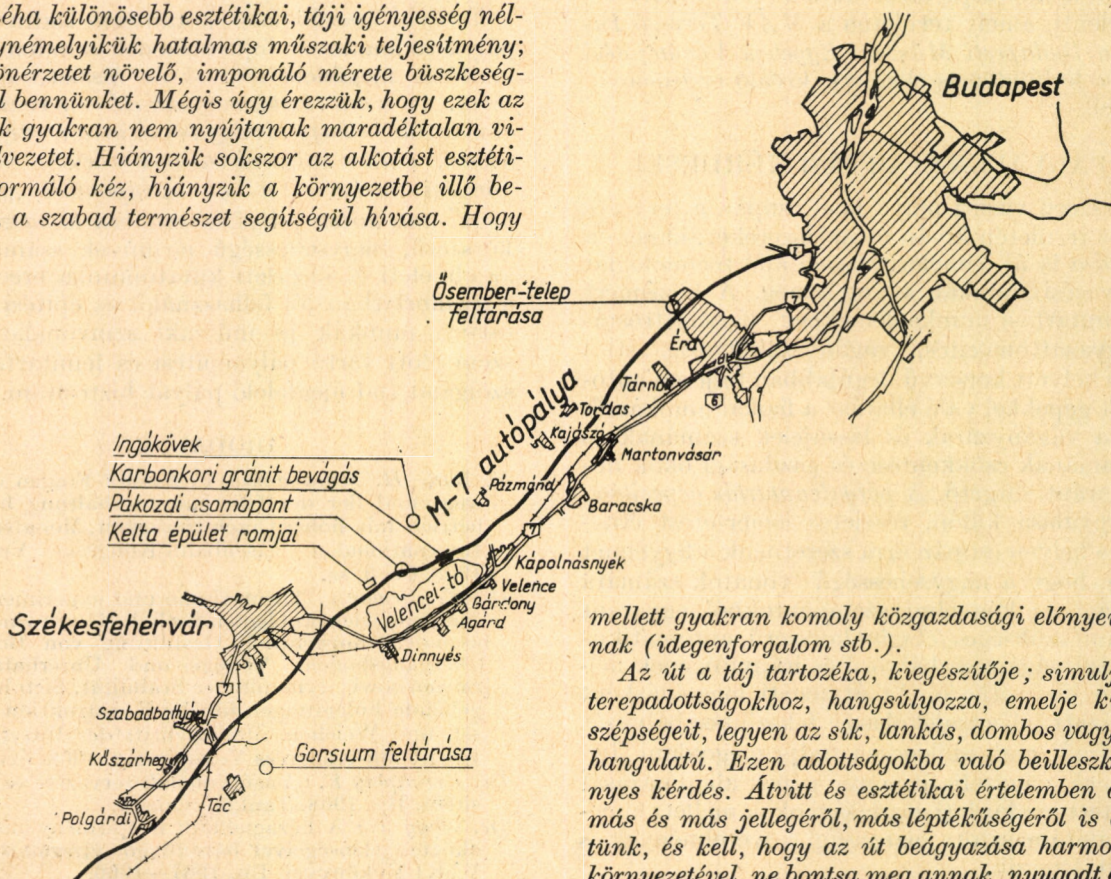
*

Akár egy házat építünk, akár egy virágvázat vagy székét készítünk, a célszerűségén kívül ösztönösen törekszünk arra, hogy annak megfelelő formát adjunk, szépséggel ruházzuk fel, hogy látása örömet keltsen. Így vagyunk a mérnöki alkotásokkal is. Hidak, utak, völgyzáró gátak kell, hogy hordják a szépség jegyeit, hogy a tudományos szakismeretekkel alkotott műtár- gyak humánus rangjukhoz illő esztétikai fogalmazást kapjanak.

A múltban a közutakat elsősorban mérnökök ter- vezték, néha különösebb esztétikai, táji igényesség nél- kül. Egynémelyikük hatalmas műszaki teljesítmény; emberi önértéket növelő, imponáló mérete büszkeség- gel tölt el bennünket. Mégis úgy érezzük, hogy ezek az alkotások gyakran nem nyújtanak maradéktalan vi- zualis élvezetet. Hiányzik sokszor az alkotást esztéti- kusan formáló kéz, hiányzik a környezetbe illő be- ágyazás, a szabad természet segítségül hívása. Hogy

az ily irányú igényesség a múltban nem jelentkezhe- tett, kissé érthetetlen, hisz a táj szépsége minden kor- ban inspirálta az embereket, ihlette a festőket, költő- ket (igaz, hogy a középkor elfordult a természettől, tájképfestő akkor alig volt).

Éreztük mi is a természet örökértékű szépségét, de nem vettük következetesen igénybe, hogy útjainkat méltóképpen keretezzük. Sőt, mintha lebecsültük volna, azt hittük, hogy egy szoborral vagy más művészi alko- tással szebbé tudjuk varázsolni a természetet, holott ez éppen fordítva volt — a természet, egy-egy facso- port, vízfelület nemesítette azok megjelenését. Ilyen irányú igényeink az utolsó évtizedekben azonban már egyre erősebben jelentkeznek, hogy a hatalmas, szemet- lelket gyönyörködtető mérnöki alkotásoknak: utak- nak, hidaknak méltóbb formát, környezetet, léptékhe- lyes beilleszkedést biztosítsunk. Egyes országokban a mérnök, az építész és a kertész összműködéséből már számos út létesült, vált híressé. Azokat sokan felkere- sik, mint idegenforgalmi attrakciót tartják számon. Igaz, hogy sok esetben a megragadó természeti szépség önmagában is vonzza az embereket, amit a tervezők természetesen ki is használtak. Vannak olyan alkotá- sok is, amelyeknél a táji esztétikum kevésbé jelentős, de ha az úton végighaladunk, a méretek, az emberi akarás, a mérnöki tudás és teljesítmény nyugó- zó le bennünket. Az esztétikumra törekvés nem öncélú igény, annak kulturális jogosultsága, nevelő hatása



mellett gyakran komoly közgazdasági előnyei is van- nak (idegenforgalom stb.).

Az út a tartozéka, kiegészítője; simuljon tehát terepadottságokhoz, hangsúlyozza, emelje ki annak szépségeit, legyen az sík, lankás, dombos vagy drámai hangulatú. Ezen adottságokba való beilleszkedés ké- nyes kérdés. Átvitt és esztétikai értelemben a tájnak más és más jellegéről, más léptékűségéről is beszélhe- tünk, és kell, hogy az út beágyazása harmonizáljon környezetével, ne bontsa meg annak nyugodt egységét.

A Központi Földtani Hivatal felkérésére szakértők szálltak ki az M-7 autópályára. Megtekintették az út érdparkvárosi és pákozdi szakaszát és a gorziumi ásatásokat. A szemlén résztvevők egybehangzó véleménye szerint az autópálya mellett földtani képződményekből, őshonos növényekből, paleontológiai leletekből, régészeti feltárások bekapcsolásával bő alkalom kínálkozik „szabadtéri múzeumok” létesítésére.

A jelen cikkben az autópályát tervező mérnökök foglalják össze azokat a kultúrát és turisztikát szolgáló gondolatokat, amelyek az említett szemlén felmerültek.

1963 körül Érd-Parkvárosban, *I l k a m a j o r* környékén — közel az M-7 autópálya 18,5 km-szelvényéhez — az ősrégészek neandervölgyi korú — tehát mintegy 50 000 éves — ősemberi település nyomait fedezték fel. Megtalálták az ősember-csoportok kőszerszárait, tűzhelyeit és az általuk elejtett vadászsákmány maradványait, elsősorban barlangi medvék csontjait. A részletes feltárás és a sokirányú értékelés — Gáboriné dr. Csánk Vera ősrégész és társai munkája — ősrégészeti eredményeken kívül rétegtani, közettani, ősnövénytani és ősellattani ismereteinket is bővítette (1. ábra).

Ezen a kies zöldövezeti területen paleontológiai, növénytani és földtani szabadtéri bemutató teret lehet telepíteni. Megközelítését az autópályához csatlakozó parkolóhely, a már megépített aluljáró és mintegy 200 méter hosszú gyalogút biztosítja. A negyedkori földtani rétegeket, valamint az őshonos növényzetet magyarázó táblák mutatnák be. Az ősember tűzhelyét, munkaeszközeit, az elejtett vadak csontmaradványait szabadtéri vitrinben lehetne elhelyezni. A leletek védelem — a telep bekerítése, a leletek lefedése, a látogatók útjának szabályozása és a telep őrzése — viszonylag kis költséggel biztosítható.

A Velencei-tó északi partján, *P á k o z d n á l* az autópálya mély bevágásban halad. A bevágás természetes fekvésben mutatja be a felsőkarbon-kori gránitot. Az úttól nyugatra a Velencei-hegység jellegzetes sziklacsoportja, az ingó kövek — amelyeket a szél és esővíz együttesen munkált ki — természetvédelmi területeink közé tartoznak. Az autópálya 52 km szelvényénél kelta emlékek kerültek felszínre. A régészek a hitelesítő ásatások során 47 m × 12 m méretű épület alapjait — több kemence, tűzhely, verem és tapasztott padló maradványával — találták meg. A Velencei-tó környékének korai történetéhez tartozó leleteket ideiglenesen betakarták; további megőrzésről, bemutatásáról még nem döntöttek.

Ebben a térségben a látnivalók elég távol esnek egymástól. A szabadtéri bemutató központját az autópálya pákozdi pihenője mellett lehetne kiképezni, őshonos növényekből és odahordott földtani képződményekből. A növényeket és a területre jellemző kőzeteket táblák jelölnék meg, útbaigazító táblák hívnák fel a figyelmet a környék látnivalóira, turista jelzések vezetnének az ingó kövekhez, a kelta épülethez és a gránitos nagy bevágáshoz.

Székesfehérvártól 12 km-re déli irányban, *T á c k ö z s é g* határában a régészek Fitz Jenő múzeumi igazgató irányításával Pannonia északkeleti része legfontosabb közúti csomópontjának, Gorziumnak romjait tárják fel.

A feltárás régészeti ritkaság. Az elpusztult római városok helyén új városok épültek: Scarbantia felett Sopron, Savaria helyén Szombathely, Brigetio felett Szöny épületei állnak és ezért a római települések legnagyobb részét feltárhatatlanok. Gorzium kivétel. Romjai felett semmiféle település nincs s az egész 5 km² területű várost feltárják a régészek. A sors különös tréfát űz ezzel a várossal. Az Aquincum, Brigetio, Osones, Tricciana és Sopianae felé vezető utak ebben a fontos közúti gócpontban futottak össze. Ma — bár az M-7 autópálya Gorzium közvetlen közelében halad — a forgalmi igények csomópont kialakítását nem indokolják.

A távlati tervek szerint ebben a térségben fog leágazni az M-7 autópályáról a Balaton északi partjára vezető M-71 autópálya. A leágazás részleges kiépítése Gorzium megközelítését megkönnyítené. Ezt a nagy jelentőségű régészeti munkát évente 5–10 000 látogató keresi fel. Lényegesen nagyobb látogatottságot érdemelne, amit ehhez a munkához méltó propaganda és közlekedési lehetőség biztosíthat.

A feltárások területén már most érdemes lenne hazánkban honos vagy meghonosítható és a rómaiak által kedvelt növényeket: platánfát, ezüsthát, vörösfenyőt, akantuszt, mirtuszt ültetni, a fák tövében pedig padokat elhelyezni, ahol a nagy területet bejáró látogató pihenhetne.

A feltárás jelentőségét felismerve, az Országos Idegenforgalmi Tanács Gorziumot a kiemelt idegenforgalmi létesítmények közé emelte, s így remélhető, hogy a feltárás propagandája és látogatottsága megnő.

Az előzőekben leírtakat példaként kívántuk ismertetni. Ilyen vagy hasonló bemutatók akár az M-7, akár más autópálya mellett létesülhetnek. A leírt szabadtéri múzeum-sorozat Budapest—Érd—Pákoz—Székesfehérvár—Gorzium—Budapest útvonalon két napos kirándulásra is elegendő látnivalót nyújt s a turistacsoportok vezetőinek munkáját megkönnyíti. Valószínű, hogy pedagógusaink is szívesebben vinnék diákjaikat a szabadba, mint a zárt épületben elhelyezett múzeumba, hiszen a természetben bemutatott földtani képződmény, növényzet, régészeti emlék maradó élményt nyújt és a szabad levegőn való mozgás — amelyet fürdés, vagy játék egészíthet ki — a diákok egészségesét szolgálja.

Még néhány szót ennek az útnak esztétikai, tájba-illesztéséről is. Ez a pannon táj, helyenként enyhén dombos idillikus hangulattal kell, hogy az út mentén, ha azon végighaladunk, vizuálisan élvezetet nyújtson: élvezzük annak a Dunántúlt jellemző táji lankás szépségeit, fásítását, megművelt vagy táblás parcelláit. Ma talán még némi fásítási-kertészeti igények merülnek fel az útmenti területek gazdagítására, egy-egy híd vagy pihenő terület hangsúlyozására, — ez a jövő feladatunk lesz.

Adjuk meg ennek a kulturált és esztétikusan épített hídsorozattal kialakított útnak azt a környezetet, azt a keretet, amit megérdemel!

*

Jelen cikkünket vitaindítónak szántuk. Kérjük és várjuk az érdekeltek, illetékesek hozzászólását.

A vasúti járműkerék-átmérő, a keréknyomás, sebesség és sínszilárdság összefüggése*

BUZA KISS LAJOS

1. A kérdés megoldásának időszerűsége és lehetőségei

1.1. A sínhibásodás és a sín érintkezési feszültsége

A vasúti üzem fejlődésének szinte megmagyarázhatatlan jelensége, hogy a műszaki irodalom a nagy tengelynyomásokból és az azok fokozatos emelése folytán egyre nagyobbodó érintkezési felületi feszültségekből eredő sínhibákkal, valamint csökkentésük hatékony lehetőségeivel csak a legutóbbi évtizedben kezdett részletesebben foglalkozni.

A vasúti mérnökök tekintélyes része a sínben még ma is csak hajlított és a hézag nélküli vágányban ezen felül nyomott-húzott tartót lát, s figyelmen kívül hagyja, hogy a vasúti üzem a sínfejre igen nagy érintkezési nyomást gyakorolva bonyolódik le.

1.2. Beliaev képlete és annak továbbfejlesztése

Koffmann I. L. a „A járművek rugózásának hatása a sínfeszültségre” [1] című, 1959-ben megjelent cikkében hivatkozott Beliaev N. M. „A rugalmassági és képlékenységi elmélet köréből vett munkák” [2] című nagyjelentőségű művére, melyben a Hertz-féle elméletre támaszkodva megállapította, hogy új sín, új kerékabroncs esetén az érintkezési felületen igen erős felületi helyi nyomások lépnek fel. Ezek folytán a sínfejben igen nagy és veszélyes feszültség ébred, amelynek legnagyobb értéke $\sigma = 0,6\sigma_{\max}$, amely a sínfej futófelülete alatt 6–7 mm-re észlelhető.

Beliaev szerint a Hertz-féle érintkezési ellipszis középpontjában ébredő legnagyobb felületi feszültség:

$$\sigma_{\max} = m_q \sqrt[3]{\frac{PE^2}{R^2}} \quad (1)$$

A képletben:

- σ_{\max} (kp/cm²) az ellipszis középpontjában a felületi feszültség,
- P (kp) a keréknyomás,
- E (kp/cm²) rugalmassági modulus = 2,100 000 kp/cm²,
- R (cm) a járműkerék sugara,

* A Magyar Tudományos Akadémia Közlekedéstudományi Tanszéki Munkaközössége keretében a BME Vasútéptézési Tanszékén a szerző által végzett kutatási munka anyagának összefoglalása.

- r (cm) a sínfej futófelületét alkotó hengerfelület sugara,
- m_q $\frac{r}{R}$ hányadostól függő szám.

Beliaev kísérletekkel állapította meg az m_q értékeit. Az m_q , r és R összefüggő adatait az 1. táblázat tünteti fel.

Az m_q tényező 1. táblázatbeli adataira a következő matematikai összefüggés állapítható meg:

$$m_q = \left(0,60 - 0,21 \frac{r}{R}\right) \quad (2)$$

Ennek megfelelően Beliaev képlete így is írható:

$$\sigma_{\max} = \left(0,60 - 0,21 \frac{r}{R}\right) \sqrt[3]{\frac{PE^2}{R^2}} \quad (3)$$

$$\sigma_{\max} = \left(9839 - 3444 \frac{r}{R}\right) \sqrt[3]{\frac{P}{R^2}} \quad (4)$$

A későbbiekben célszerű a σ feszültségértéket kp/cm² helyett kp/mm² értékkel kifejezni.

Ha σ_{\max} kp/mm², r és R méter, P pedig megapond egységben van kifejezve, úgy

$$\sigma_{\max} = \left(45,657 - 15,981 \frac{r}{R}\right) \sqrt[3]{\frac{P}{R^2}} \quad (5)$$

Az $R = \frac{D}{2}$ behelyettesítést elvégezve:

$$\sigma_{\max} = \left(72,476 - 50,737 \frac{r}{D}\right) \sqrt[3]{\frac{P}{D^2}} \quad (6)$$

Ha Q = tengelynyomás tonnában és α = sebességi szorzó, úgy a (6) képlet:

$$\sigma_{\max} = \left(72,476 - 50,737 \frac{r}{D}\right) \sqrt[3]{\frac{\alpha Q}{2D^2}} \quad (7)$$

1.3. Schramm képlete

Gerhard Schramm is foglalkozott 1960-ban megjelent „Oberbautechnik und Oberbauwirtschaft”

1. táblázat

$\frac{r}{R}$	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
m_q	0,338	0,400	0,420	0,440	0,468	0,490	0,536	0,600	0,716

[3] című könyvében az érintkezési feszültséggel. Szerinte az érintkezési feszültség maximuma:

$$\sigma_{\max} = 178 \sqrt[3]{\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r}\right)^2 \cdot P} \quad (8)$$

A képletben:

σ_{\max} (kp/cm²) a sínfej futófelületén, a nyomási ellipszis középpontjában keletkező feszültség maximuma,

R (méter) a járműkerék sugara,

r (méter) a sínfej futófelületét alkotó henger sugara,

P (kilopond) keréknyomás

A (8) képletben P (kp) helyett P (megapond) és σ_{\max} (kp/cm²) helyett σ_{\max} (kp/mm²) mértékegységet felvéve:

$$\sigma_{\max} = 17,8 \sqrt[3]{\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r}\right)^2 P} \quad (9)$$

Ha a Q (tonna tengelynyomást, α sebességszorozót és a D (méter) kerékátmérő = $2 R$ behelyettesítést elvégezzük:

$$\sigma_{\max} = 14,128 \sqrt[3]{\left(\frac{2}{D} + \frac{1}{r}\right)^2 \alpha \cdot Q} \quad (10)$$

Beliaev és Schramm képletei közel azonos — 5% eltérésű — feszültségeket adnak.

1.4. Magee megállapításai a nagy felületi nyomások okozta sínhibásodásokról, s az azok elkerülésére alkalmas módszerekről

G. M. Magee, az amerikai AAR Kutató Intézet igazgatója cikkében [4] megállapítja; tanulmányok és helyszíni megfigyelések bizonyítják, hogy a nagy keréknyomásoknak kitett sínek fejeiben repedések, kagylósodások és hullámos kopások keletkeznek.

A sínszelvény növelése ezeken a jelenségeken nem változtathat, sőt mivel lehetőséget ad a tengelynyomás emelésére, a sínfej alakjának és a sín anyagának változtatása nélkül a tengelynyomás át nem gondolt emelése miatt a sínfejet érő káros feszültségek még tovább fokozódnak.

Már M. G. Magee is rámutatott cikkében arra, hogy a felületi feszültségből eredő sínhibák csökkentését csak a sínacél szilárdságának, a járműkerék átmérőjének és a keréknyomásnak helyes megállapításával lehet elérni.

A felületi feszültségek általában lényegesen nagyobbak, mint az acélszövet folyási határa. Ezért a sínanyag a tengelyek átfutása közben megfolyik és hideghengerlésnek van kitéve. Ezt bizonyítják C. I. Code kísérletei [4].

1.5. A vágánynak lehetővé kell tennie a vasútüzem akadály nélküli fejlődését

Ha a járműszerkesztési és vontatási technika rohamos fejlődését és a vontatási struktúra változásának gyors ütemét figyelembe vesszük, rá kell döbbernünk arra a rendkívül nagy felelősségre, mellyel a pálya fejlesztésének minden lépésénél el

kell járnunk, nehogy a pálya gátjává válják a vasútüzem fejlődésének.

A nagyforgalmú vasúti vágányban fekvő felépítmény átlagos élettartama 30 év. A korszerű Diesel- és villamos mozdonyoknál 20 év az átlagos élettartam.

Ezért, amíg a mozdónyszerkesztőknek 20 évre kell előre látniuk, a pálya tervezőinek 30 évre kell előre ismerniük a fejlődés irányát, beleértve a járműszerkesztés, a mozdony- és kocsiszerkesztés fejlődésének irányát is.

Ebből következik, hogy a felépítményt ma olyan korszerűséggel és színvonalal kell megépítenünk, mint amilyen korszerűek és színvonalúak lesznek a második mozdonygeneráció egyedei élettartamuk félidejében.

A mozdonyoknak szabadon kell fejlődniük, s a vágánynak ezt a fejlődést mindig lehetővé kell tennie, sohasem szabad gátolnia.

2. A keréknyomás és a kerékátmérő közötti összefüggés

2.1. A járművek távlatban várható tengelynyomása

A hazai viszonyok között 30 év távlatában gyorsvonati mozdonyoknál 23 Mp tengelynyomást és 140 km/ó sebességet,

tehervonati mozdonyoknál 23 Mp tengelynyomást és 100 km/ó sebességet,

személykocsiknál 15 Mp tengelynyomást és 140 km/ó sebességet,

teherkocsiknál 23 Mp tengelynyomást és 100 km/ó sebességet indokolt számításba venni.

Kétségtelen, hogy a vasúti üzemben a kis átmérőjű kerekek az úrszelvény jobb kihasználását tennék lehetővé, tehát kívánatosak. Ezzel szemben — az előbb ismertetett tapasztalatok és megfontolások értelmében — a kis átmérőjű kerekek a síneket jobban igénybe veszik. Mivel a kerékátmérőnek jövőben nem a növelésére, hanem — a vasútüzem szempontjából, az úrszelvény jó kihasználására tekintettel — csökkenésére lehet számítani, olyan sínanyagra van szükség, amely a kis átmérőjű kerek biztonságos közlekedésére megfelelő.

2.2. A dinamikus keréknyomás

A Közép-európai Vasútegylet 1936-ban 21 000 kísérleti sínfeszültségmérés eredményei alapján közzétett képlete szerint $v \leq 100$ km/ó sebességig a sebességi szorzó értéke:

$$\alpha = 1 + \frac{v^2}{30\,000} \quad (11)$$

A magyar vasút ezt a szorzót használja. Schramm és Betzhold [3] 1957-ben végzett újabb mérései szerint a régebbi sebességi szorzók túlzottak, s feleslegesen nagy értéket adnak. Megállapításuk szerint megfelelő, ha

$$\alpha = 1 + \frac{4,5v^2}{100\,000} - \frac{1,5v^3}{10\,000\,000} \quad (12)$$

Ez a sebességi szorzó a $v \leq 100$ km/ó értékeknél is jól használható, mérsékelt értéket ad.

A Schramm-féle — 1963-ben közzétett — leg-újabb sebességi szorzó:

$$\alpha = 1 + \frac{3v^2}{100\,000} - \frac{v^3}{10\,000\,000} \quad (13)$$

Ezt a szorzót csak kiváló állapotban levő pályára lehet alkalmazni. Mivel a kiváló fenntartási állapot csak esetlegesség, biztonsági okokból a (12) képlet szerint számított sebességi szorzó használata látszik indokoltnak. A szükségessé vált számításokat e képlettel végeztük el.

Az α sebességi szorzó a (12) képlet szerint:

$$v = 100 \text{ km/ó sebességnél } \alpha = 1,3000$$

$$v = 140 \text{ km/ó sebességnél } \alpha = 1,4704$$

Ennek megfelelően a pályában a sebesség folytán tényleg ható távlati Q_d dinamikus tengelynyomást

gyorsvonati mozdonynál:

$$Q_d = 1,4704 \cdot Q = 1,4704 \cdot 23,0 = 33,81 \text{ Mp,}$$

tehervonati mozdonynál:

$$Q_d = 1,3000 \cdot Q = 1,3000 \cdot 23,0 = 29,90 \text{ Mp,}$$

személykocsiknál:

$$Q_d = 1,4704 \cdot Q = 1,4704 \cdot 15,0 = 22,06 \text{ Mp,}$$

teherkocsiknál:

$$Q_d = 1,3000 \cdot Q = 1,3000 \cdot 23,0 = 29,90 \text{ Mp.}$$

A ténylegesen ható távlati P_d dinamikus keréknyomást tehát

gyorsvonati mozdonynál $P_d = 16,90 \text{ Mp,}$

tehervonati mozdonynál $P_d = 14,95 \text{ Mp,}$

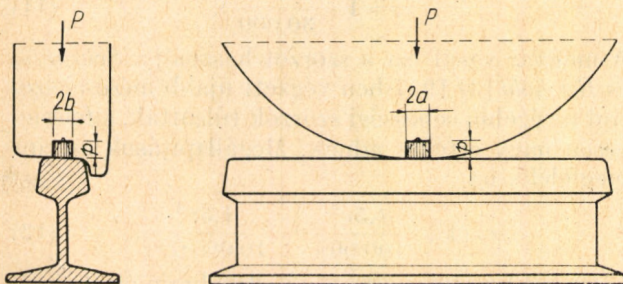
személykocsiknál $P_d = 11,03 \text{ Mp,}$

teherkocsiknál $P_d = 14,95 \text{ Mp}$ erővel indokolt a számításoknál felvenni.

2.3. A keréknyomás, a sín szilárdsága és a kerékátmérő közötti összefüggés elméleti alapja. Eisenmann képletei és azok továbbfejlesztése

A sínek igénybevétele tanulmányozó I. Eisenmann [5] cikkében a keréknyomás, a sín szilárdsága és a kerékátmérő között egymásra hatást, illetve ésszerű összefüggést állapít meg. Az általa — a Müncheni Műszaki Egyetemen végzett kísérletek alapján és a Hertz-féle elmélet figyelembevételével — felállított képlet szerint a járműkerék a rugalmas összenyomódás folytán a járműtengelyre merőlegesen, tehát a sín hossz tengelye irányában $2a$ cm hosszban érintkezik a sínfejjel (1. ábra).

$$2a = 3,04 \sqrt{\frac{P_d \cdot R}{2b \cdot E}} \quad (14)$$



1. ábra

A képletben:

P_d = dinamikus keréknyomás (kp),

R = járműkerék, (cm)

$2b$ = a kerék és a sín érintkezési sávjának a szélessége a járműtengely irányában, (cm)

E = rugalmassági modulus (2 100 000 kp/cm²).

Ha a (14) képletben R (cm) helyett a D (cm) átmérőt vesszük fel, s ha figyelembe vesszük, hogy Eisenmann a $2b$ sáv szélességét egyetemesen és megokoltan 1,2 cm-nek vette fel, s hogy $E = 2\,100\,000 \text{ kp/cm}^2$, akkor

$$2a = 0,0013541 \sqrt{P_d \cdot D} \quad (15)$$

Ha P_d keréknyomás helyett Q_d tengelynyomást veszünk fel:

$$2a = 0,30279 \sqrt{\alpha Q D} \quad (16)$$

Eisenmann a kerék és a sín érintkezési felületét kísérleti eredményekkel indokoltan az

$$F = 2a \cdot 2b \quad (17)$$

képlettel számolja, így a futás közbeni átlagos érintkezési feszültség

$$\sigma_{\text{kp/cm}^2} = \frac{P_d}{2a \cdot 2b} \quad (18)$$

Mivel $2b$ közelítőleg 1,2 cm, a (16) képletnek a (18) képletbe való behelyettesítésével és P_d -nek az $\frac{\alpha Q}{2}$ értékkel történő számításával

$$\sigma = 1376,1 \sqrt{\frac{\alpha Q}{D}} \quad (19)$$

E képletben Q tengelynyomás Mp-ban, D kerékátmérő méterben és σ kp/cm²-ben van megadva. Ha σ kp/mm² értékkel kívánjuk a feszültséget kifejezni, úgy

$$\sigma = 13,761 \sqrt{\frac{\alpha Q}{D}} \quad (20)$$

Nyírófeszültség térbeli feszültségállapotban különböző nagyságú főfeszültségek esetén lép fel, mint ahogyan azt a 2. ábra is mutatja.

A főfeszültség és a nyírófeszültség közötti összefüggés a Mohr-féle feszültségek segítségével mutatható ki. Síkbeli feszültségállapotnál a következő összefüggés írható fel:

$$\tau_{\text{max}} = \frac{1}{2} (\sigma_1 - \sigma_2) \quad (21)$$

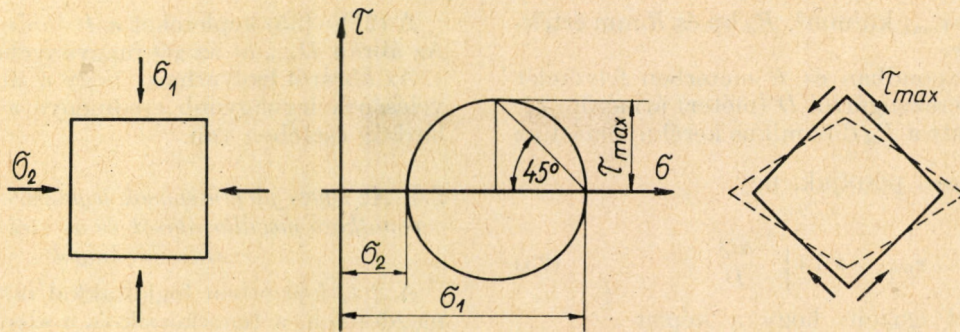
τ_{max} feszültség akkor a főfeszültség irányában 45°-os szögben lép fel. Egyenlő σ_1 és σ_2 főfeszültségek esetében $\tau_{\text{max}} = 0$.

Ha a főfeszültségek negatív előjelűek (nyomófeszültség) és egyenlőek, akkor az anyagok ellenállóképessége végtelen nagy, ha azonban különböző nagyságúak, akkor a járulékosan fellépő nyírófeszültség nyírási alakváltozást, nyírási törést eredményezhet.

A megengedett nyírófeszültség általában

$$\tau_{\text{eng}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sigma_{\text{eng}} \sim 0,6 \sigma_{\text{eng}} \quad (22)$$

A képletben σ_{eng} = megengedett húzófeszültség.



2. ábra

Mivel a főfeszültségek itt a három főirányban közelítően egyenlő nagyságúak: $\sigma_x \sim \sigma_y \sim \sigma_z$, közvetlenül az érintkezési helyen nyírófeszültség nem ébred. A húzószilárdságnál lényegesen nagyobb érintkezési feszültség ellenére — nyírási feszültség hiányában — az anyag tönkremenetele nem következik be. Ezzel szemben a nagy nyomófeszültségek következményeként az anyag az érintkezési ellipszis területén átmenetileg képlékennyé válik, megfolyik, tehát hideghengerlést kap, ami a sín acélfelülete felső részeinek megkeményedéséhez vezet.

Az érintkezési σ_z főfeszültség — amely függőleges irányú — függőleges irányban lefelé lassan kisebbedik, a vízszintes irányú σ_x és σ_y főfeszültségek pedig gyorsan csökkennek, ilyenformán a főfeszültségek lényegesen eltérőbbé válnak, aminek a sínfej belsejében veszélyes nyírófeszültségek ébredése a következménye (3. ábra).

Ennek a nyírófeszültségnek a maximuma a feszültségek lehatolási mélységének felében közelítően az érintkezési helyen keletkező felületi feszültség 0,3-szorosának felel meg. Ha figyelembe vesszük, hogy minden egyes kerék alatt ismételt

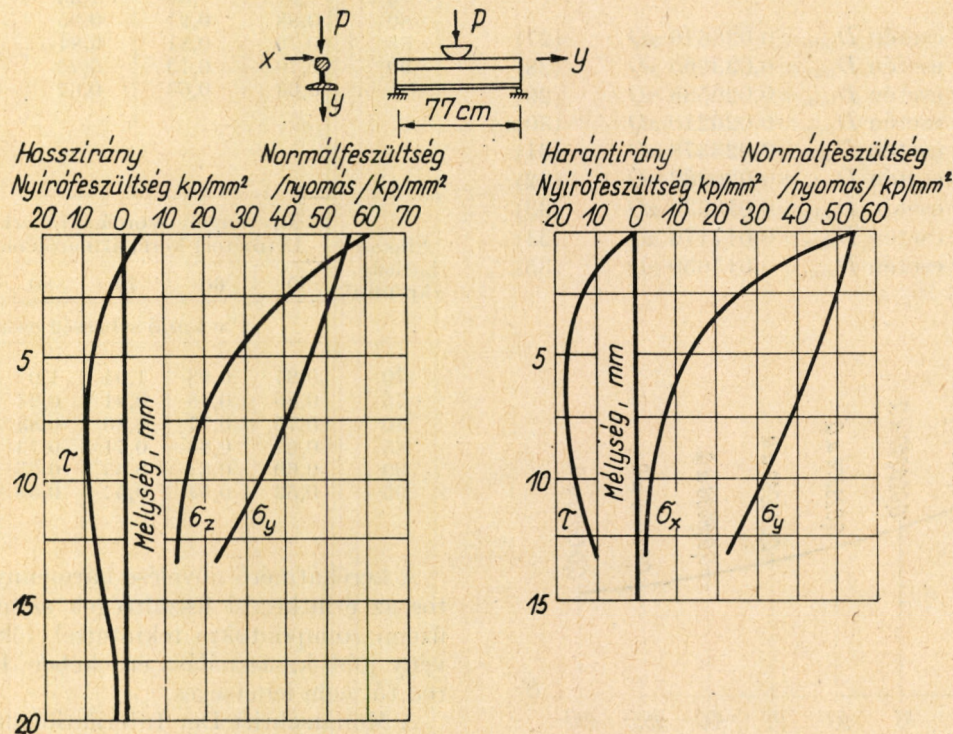
fellépő nyírófeszültségre visszavezethető fáradási szilárdsági problémáról van szó, akkor a sínanyag megengedett igénybevétele a σ_{sin} törési szilárdságának csak 50%-át teszi ki. Ezek szerint a (22) képlet a következőre módosul:

$$\tau_{eng} = 0,3 \sigma_{törő} \tag{23}$$

Ebből a képletből látható, hogy a sínfej belsejében esetleg fellépő maradó alakváltozások elkerülése érdekében a nyírófeszültség legfeljebb a sín-szilárdság 0,3-szorosát teheti ki, tehát az érintkezési (felületi) feszültség legfeljebb $\sigma_{törő}$ lehet. Abban az esetben, ha $\tau > \tau_{eng}$, úgy a forgalom hatására a sínfej anyagában fáradásos repedések, kitöredezések mutatkoznak. A törések repedések a legnagyobb igénybevétel helyének megfelelően 5–7 mm mélységben következnek be.

Az érintkezési felületi feszültség következtében a sínfejben fellépő max. nyírófeszültség Eisenmann szerint:

$$\tau_{max} = 4,13 \sqrt{\frac{P_d}{R}} \tag{24}$$



3. ábra

E képletben τ_{max} kp/mm², P_d kp és R mm értékkel van felvéve.

Ha P_d megapondban és R méterben felvételét kívánjuk, sa keréksugárról D (méter) átmérőre térünk át, emellett a P_d dinamikus keréknyomást az $\frac{\alpha Q}{2}$ összefüggéssel pótoljuk, úgy

$$\tau_{max} = 4,13 \sqrt{\frac{\alpha Q}{D}} \quad (25)$$

Kísérletekkel igazolt, hogy a képlet $0,600 < D < 1,200$ esetében helyes.

Ezek szerint ha a sín szilárdsága = σ kp/mm², a sebesség szerinti sebességi szorzó = α , a statikus tengelynyomás = Q Mp, úgy ha a kerékátmérő (D méter) elég nagy, a terhelés folytán az érintkezési felületen ébredő sínfeszültség kisebb lesz a törőfeszültségnél és így a sínfejen is kisebb nyírőfeszültség fog fellépni, mint a törőfeszültség 0,3-szorosára, tehát nem következnek be a sínfejen maradó alakváltozások, repedések.

2.4. A kerékátmérő megállapítása a sínszilárdság, tengelynyomás és sebesség függvényében

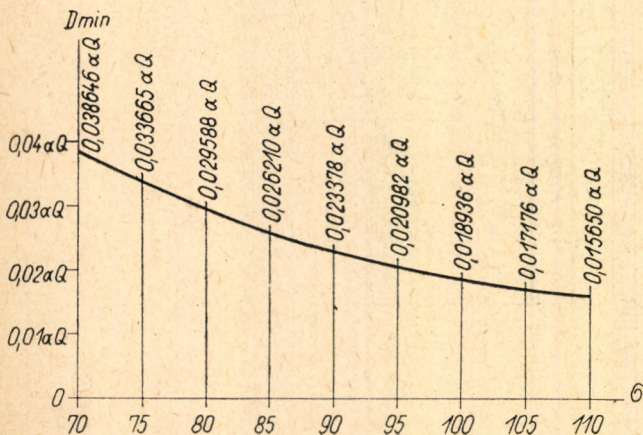
A (20) képletből

$$\sigma^2 = 13,761^2 \frac{\alpha Q}{D}$$

$$D = 189,365 \frac{\alpha Q}{\sigma^2} \quad (26)$$

E képlet alapján a szóba jöhető $\sigma = 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105$ és 110 kp/mm² sínszilárdság értékek behelyettesítésével a sínszilárdsággal azonos érintkezési szilárdságot, tehát éppen a határszilárdságot biztosító D (méter) kerékátmérőt kapjuk αQ (Mp), tehát a dinamikus tengelynyomás függvényében. Ennél lehetőség szerint nagyobb átmérőt kell alkalmazni.

- $\sigma = 70$ esetén $D_{min} = 0,038646 \alpha Q$ (27)
- $\sigma = 75$ esetén $D_{min} = 0,033665 \alpha Q$ (28)
- $\sigma = 80$ esetén $D_{min} = 0,029588 \alpha Q$ (29)
- $\sigma = 80$ esetén $D_{min} = 0,026210 \alpha Q$ (30)
- $\sigma = 90$ esetén $D_{min} = 0,023378 \alpha Q$ (31)
- $\sigma = 95$ esetén $D_{min} = 0,020982 \alpha Q$ (32)
- $\sigma = 100$ esetén $D_{min} = 0,018936 \alpha Q$ (33)
- $\sigma = 105$ esetén $D_{min} = 0,017176 \alpha Q$ (34)
- $\sigma = 110$ esetén $D_{min} = 0,015650 \alpha Q$ (35)



4. ábra

A (27)–(35) képleteket a 4. ábrán tüntettük fel. Az ábrán D_{min} -ot az αQ függvényében ábrázoltuk.

Az ábráról leolvasható, hogy a sínszilárdság növelésének legnagyobb eredménye a kisebb sínszilárdság esetében van.

2.5. Az egyes járműtipusok legkisebb kerékátmérőire vonatkozó megállapítások és az ezeknek megfelelő sínszilárdságok

A 2.1. fejezetben foglaltakkal összefüggésben a mozdonyok, a teherkocsik és a személykocsik minimális kerékátmérőjét a sebesség és a sínszilárdság függvényében a 2., 3. és 4. táblázatok tüntetik fel. A ténylegesen alkalmazandó D értékek a táblázatokban találhatóknál nagyobbak és az itt nem tárgyalt, de figyelemre méltó egyéb szempontoknak is megfelelőnek kell lennie.

2. táblázat

Sínszilárdság, σ kp/mm ²	23 Mp tengelynyomású mozdonyok szükséges D (méter) kerékátmérőjének minimuma				
	50	60	70	80	90
v km/ó sebesség esetén					
70	0,97	0,98	1,04	1,07	1,12
75	0,86	0,88	0,91	0,94	0,97
80	0,75	0,77	0,80	0,83	0,86
85	0,67	0,68	0,71	0,73	0,76
90	0,60	0,61	0,63	0,65	0,68
95	0,53	0,54	0,57	0,58	0,61

Sínszilárdság, σ kp/mm ²	23 mp tengelynyomású mozdonyok szükséges D (méter) kerékátmérőjének minimuma				
	100	110	120	130	140
v km/ó sebesség esetén					
70	1,16	1,20	1,24	1,27	1,31
75	1,01	1,04	1,08	1,10	1,14
80	0,88	0,91	0,95	0,97	1,00
85	0,79	0,81	0,84	0,86	0,89
90	0,70	0,73	0,75	0,77	0,80
95	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71

3. táblázat

Sínszilárdság, σ kp/mm ²	23 Mp tengelynyomású teherkocsik szükséges D (méter) kerékátmérőjének minimuma					
	50	60	70	80	90	100
v km/ó sebesség esetén						
70	0,97	0,98	1,04	1,07	1,12	1,16
75	0,86	0,88	0,91	0,94	0,97	1,01
80	0,75	0,77	0,80	0,83	0,83	0,88
85	0,67	0,68	0,71	0,73	0,76	0,79
90	0,60	0,61	0,63	0,65	0,68	0,70
95	0,53	0,54	0,57	0,58	0,61	0,63

A kerékátmérő növelése bármennyire is kívánatos, az érintkezési feszültségek szempontjából, az üzemi szempontokra tekintettel, főként az úrszelvény jobb kihasználása érdekében, bizonyos határon túl nem lehetséges.

A Monatschrift Der Internationalen Eisenbahn-Kongress Vereinigung 1964/4. számának tábláza-

4. táblázat

Sínzilárdság, σ kp/mm ²	15 Mp tengelynyomású személykocsik szükséges D (méter) kerékátmérőjének minimuma				
	50	60	70	80	90
	v km/ó sebesség esetén				
70	0,63	0,65	0,67	0,70	0,73
75	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63
80	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56
85	0,43	0,44	0,46	0,48	0,49
90	0,38	0,40	0,41	0,43	0,44
95	0,34	0,36	0,37	0,38	0,40

Sínzilárdság, σ kp/mm ²	15 Mp tengelynyomású személykocsik szükséges D (méter) kerékátmérőjének minimuma				
	100	110	120	130	140
	v km/ó sebesség esetén				
70	0,76	0,78	0,81	0,83	0,86
75	0,66	0,68	0,70	0,72	0,75
80	0,58	0,60	0,62	0,64	0,65
85	0,51	0,53	0,55	0,56	0,58
90	0,45	0,47	0,49	0,50	0,52
95	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47

taiban [6] fel vannak tüntetve a különleges teherkocsikra vonatkozó jelenlegi és a jövőben várható kerékátmérők. Az összeállításból kitűnik, hogy általában a kerékátmérők csökkenésére kell számítani.

A jövőbeni elképzelés szerint várható minimális kerékátmérők az üzemi szempontokra tekintettel a jelenleginél kisebbek lesznek:

Gyorsvonati villamos- és Diesel-mozdony
D = 1,04.

Tehervonati villamos- és Diesel-mozdony
D = 1,00.

Teherkocsi D = 0,79.

Személykocsi D = 0,84.

Ezért a síneket már a jövőben futó járműveknek megfelelő szilárdsággal kell gyártani.

A 2. táblázat szerint a 140 mk/ó sebességgel haladó, 23 Mp tengelynyomású gyorsvonati mozdonyra tekintettel $\sigma = 80$, a 100 km/ó sebességgel haladó 23 Mp tengelynyomású tehervonati mozdonyra is $\sigma = 80$ sínzilárdságú sínt kell alkalmazni.

A 3. táblázat szerint a 100 km/ó sebességű, 23 Mp tengelynyomású teherkocsikra tekintettel $\sigma = 85$ sínzilárdság szükséges.

A 4. táblázat szerint a 100 km/ó sebességű, 15 Mp tengelynyomású személykocsikra tekintettel $\sigma = 70$ sínzilárdság is megfelelő.

Eszerint a minimális sínzilárdságot $\sigma_{\min} = 85$ -ben szükséges megállapítani. Mivel azonban a kohászat csak bizonyos alsó és felső határértékek között tudja a sínzilárdságot biztosítani, helyesnek látszik, ha előírásaink a

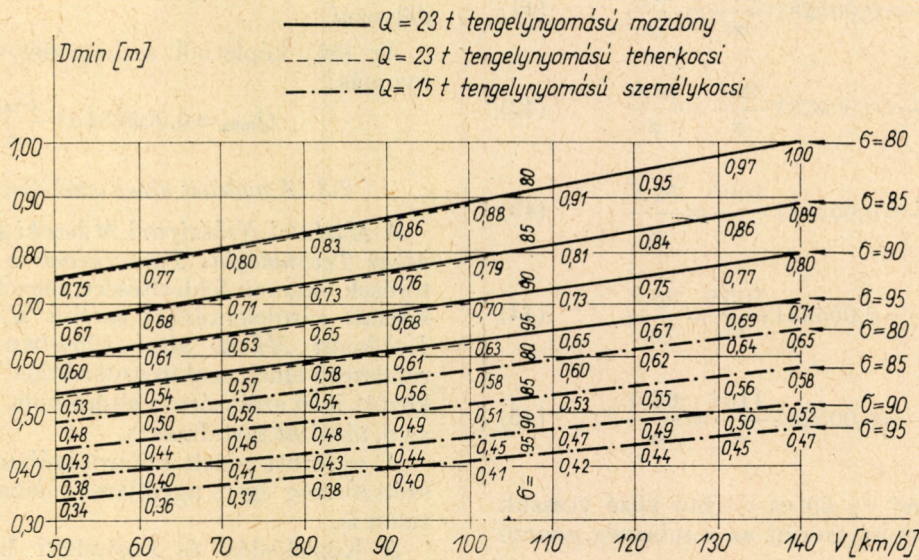
$$85 < \sigma < 95$$

közi sínzilárdság-sávba eső sínzilárdságokat minősítenék elfogadhatóknak.

Az ilyen sínek a nagy távlatban — 30 éven belül — várható járműfejlődésnek előreláthatóan meg fognak felelni.

Az 5. ábra a $80 < \sigma < 95$ sávra vonatkozóan feltünteti a villamos- és Diesel-mozdonyok, a teherkocsik, valamint a személykocsik tárgyalt szempontok szerint szükséges minimális kerékátmérőt a v sebesség függvényében.

A világ vasutai folyamatosan foglalkoznak a sínzilárdság növelésével. Mivel azonban a pályákon fekvő síneknek 30 év múlva is meg kell felelniük az akkor közlekedő legnagyobb tengelynyomású és sebességű, korszerű járműveknek, az intézkedésekben történő késlekedés a későbbi évek közlekedésében műszaki és gazdaságossági szempontból káros. A sínzilárdság növelésének műszaki és gazdasági feltételeit tehát biztosítani kell. Ilyen irányban a magyar vasút is tevékenykedik.



5. ábra

2.6. A statikus tengelynyomás és a kerékátmérő hányadosa

A (26) képlet szerint

$$D_{\min} = 189,365 \frac{\alpha Q}{\sigma^2}$$

$$\frac{Q}{D_{\min}} = 0,005281 \frac{\sigma^2}{\alpha} \quad (36)$$

Ebben a képletben Q megapondban, D_{\min} méterben, σ kp/mm²-ben van kifejezve.

Az a felfogás tehát, hogy a megapondhoz kifejezett tengelynyomás és a méterben kifejezett D_{\min} kerékátmérő hányadosa állandó számként iránymutató legyen az összetartó értékek megválasztásában, nem helyes, mert Q , D , σ és α összetartozó értékéről van szó. Ilyen módon nem helyeselhetők az UIC 1958. évi madridi értekezletén ajánlott

$$14,5 < \frac{Q}{D} < 16,5$$

értékek sem.

A (36) képletből a szóba jöhető σ értékekre vonatkozóan képleteket állítunk elő olyan módon, hogy a $\frac{Q}{D_{\min}}$ hányados csak az α -nak legyen a függvénye.

$\sigma = 70$

$$\frac{Q}{D_{\min}} = 0,005281 \frac{70^2}{\alpha} = \frac{25,9}{\alpha} \quad (37)$$

$\sigma = 75$

$$\frac{Q}{D_{\min}} = 0,005281 \frac{75^2}{\alpha} = \frac{29,7}{\alpha} \quad (38)$$

$\sigma = 80$

$$\frac{Q}{D_{\min}} = 0,005281 \frac{80^2}{\alpha} = \frac{33,8}{\alpha} \quad (39)$$

$\sigma = 85$

$$\frac{Q}{D_{\min}} = 0,005281 \frac{85^2}{\alpha} = \frac{38,2}{\alpha} \quad (40)$$

$\sigma = 90$

$$\frac{Q}{D_{\min}} = 0,005281 \frac{90^2}{\alpha} = \frac{42,8}{\alpha} \quad (41)$$

$\sigma = 95$

$$\frac{Q}{D_{\min}} = 0,005281 \frac{95^2}{\alpha} = \frac{47,6}{\alpha} \quad (42)$$

$\sigma = 100$

$$\frac{Q}{D_{\min}} = 0,005281 \frac{100^2}{\alpha} = \frac{52,8}{\alpha} \quad (43)$$

$\sigma = 105$

$$\frac{Q}{D_{\min}} = 0,005281 \frac{105^2}{\alpha} = \frac{58,2}{\alpha} \quad (44)$$

$\sigma = 110$

$$\frac{Q}{D_{\min}} = 0,005281 \frac{110^2}{\alpha} = \frac{63,9}{\alpha} \quad (45)$$

Ha a sebességet $v=60$ és $v=140$ közé vesszük fel, úgy a (12) képlet szerint az α sebesség, szorzó

$$1,13 < \alpha < 1,47$$

Ennek megfelelően a (37) – (45) képletekből megállapíthatjuk, hogy a Q arányok különféle σ értékeknél milyen határok közé esnek:

$$\sigma = 70 \quad 17,6 < \frac{Q}{D_{\min}} < 23,0 \quad (46)$$

$$\sigma = 75 \quad 20,2 < \frac{Q}{D_{\min}} < 26,3 \quad (47)$$

$$\sigma = 80 \quad 23,0 < \frac{Q}{D_{\min}} < 30,0 \quad (48)$$

$$\sigma = 85 \quad 26,0 < \frac{Q}{D_{\min}} < 33,8 \quad (49)$$

$$\sigma = 90 \quad 29,2 < \frac{Q}{D_{\min}} < 38,0 \quad (50)$$

$$\sigma = 95 \quad 32,4 < \frac{Q}{D_{\min}} < 42,1 \quad (51)$$

$$\sigma = 100 \quad 36,0 < \frac{Q}{D_{\min}} < 46,7 \quad (52)$$

$$\sigma = 105 \quad 39,6 < \frac{Q}{D_{\min}} < 51,4 \quad (53)$$

$$\sigma = 110 \quad 43,6 < \frac{Q}{D_{\min}} < 56,5 \quad (54)$$

2.7. A sínszilárdság szükséges mértéke.

Az engedélyezhető sebesség és a statikus tengelynyomás

Ha adottak Q , D_{\min} és α , vagyis a statikus tengelynyomás, a kerékátmérő és a sebességi szorzó, úgy a sín megtervezéséhez szükséges σ sínszilárdság a (36) képletből számítható:

$$\sigma_{szüks} = 13,761 \sqrt{\alpha \frac{Q}{D_{\min}}} \quad (55)$$

A jármű szerkezetéből és az előbb ismertetett szempontból is meg lehet állapítani az engedélyezhető sebességeket. Az ismertetett szempont szerint

$$\alpha = 0,005281 \sigma^2 \cdot \frac{D_{\min}}{Q} \quad (56)$$

A kétféle sebesség közül a kisebbiket lehet engedélyezni.

Az (56) képletből az engedélyezhető tengelynyomás:

$$Q_{\max} = 0,005281 \sigma^2 \frac{D_{\min}}{\alpha} \quad (57)$$

2.8. A gyártott sínek szakítószilárdsága

A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszékének a vesealakú sín-törések okainak felderítésére végzett vizsgálatairól készült zárójelentés [7] szerint a miskolci Lenin Kohászati Művek által 1966-ban gyártott 48,3 rendszerű sínek szakítószilárdsága 70–90 kp/mm² között igen szétszórtan eltérő volt. Az adatokat az 5. táblázat tartalmazza.

A gyártott sínek szilárdságában tapasztalható szétszórtág igen aggályos, s emellett gazdaságtalan is.

A Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium kiadásában megjelent *D. 54 Építési és Pályafenn-*

5. táblázat
Sínék szakitószilárdsága

σ (kp/mm ²)	Az 1966-ban gyártott összes sín %-ában
75	3,9
76	6,5
77	6,5
78	7,8
79	9,2
80	15,6
81	15,7
82	7,2
83	7,5
84	4,6
85	2,5
75—85 összesen	87,0
70—75 és 85—90 összesen	13,0
70—90 összesen	100,0

tartási Műszaki Adatok 41. „Felépítmény szempontjából alkalmazható legnagyobb kocsis- és mozdonytengelynyomás tonnában” táblázat abban az időben készült, amikor a nagy érintkezési feszültségekből eredő törési nyírófeszültségek jelentőségét még nem ismerték fel [8]. Ezért a táblázat a síneket csak hajlított tartóként vette figyelembe, s ilyen módon abban túlzottan nagy megengedhető tengelynyomások szerepelnek.

A $d=1,00$ m kerékátmérővel számolva az (55) képlet szerint a sínék szükséges szakitószilárdságának minimális értéke 120 km/ó sebességnél és $Q=25,8$ Mp statikus tengelynyomásnál

$$\sigma_{\min} = 13,761 \sqrt{1,3888 \frac{25,8}{1,00}} = 82,3 \text{ kp/mm}^2$$

Ez a sínszilárdság az 5. táblázat adatai szerint az 1966-ban gyártott hazai sínék 70%-ánál nincs biztosítva.

U. S. Gavrilov [9], A Német Szövetségi Köztársaság vasutainak pályafenntartási szolgálata” c. cikkében közli, hogy a Német Szövetségi Köztársaságban a sínék átlagos szilárdsága = 90. Ezeknek a síneknek a kopásállósága nagyobb, mint a kisebb szilárdságú sínéé.

A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem a vesealakú sintöréseket jelentős részben a fellépő nagy σ értékeknek tulajdonítja. E törések további okainak kutatása folyamatban van.

2.9. Az ORE vonatkozó megállapításai

Az ORE 1965 januárjában a C 53. kutatási téma keretében ebben a témakörben kérdéseket intézett a tagvasutakhoz [10]. Adatokat kért a legnagyobb tengelynyomással közlekedő amerikai és szovjet vasutaktól is.

A beérkezett adatok szerint $D_{\min}=0,60$ méter.

Az ORE jelentése szerint a tengelynyomás (Q Mp) és a kerékátmérő (D méter) átlagos hányadosa:

- a) Európában $\frac{Q}{D} < 29$
- b) Szovjetunióban $\frac{Q}{D} < 22$
- c) USA-ban $\frac{Q}{D} < 28-36$
- d) Egyes különleges ipari vasutaknál $\frac{Q}{D} < 38$

Figyelembe kell venni azt a törekvést, hogy lehetőleg kis kerékátmérőkkel, nagy tengelynyomással lehessen közlekedni, amit igen jó minőségű, nagy szilárdságú sínekkel lehet lehetővé tenni.

D_{\min} általában 0,84 méter; ezzel és a D értékkel számolva

Európában $Q=29 \cdot 0,84=24,3$ megapond, az USA-ban $Q=28 \cdot 0,84 - 36 \cdot 84=23,7 - 31,0$ megapond, egyes különleges vasutaknál $Q=38,0 \cdot 0,84=32,0$ megapond tengelynyomás is lehetővé válik.

3. Összefoglalás

3.1. A vágány átlagos élettartama 30 év.

A korszerű mozdony átlagos élettartama 20 év. Ezért a vágányokat olyan szerkezetűként és anyagokból kell megépíteni, amelyek még másfél mozdonyélettartam idejében sem akadályozzák meg a mozdonyok műszaki fejlődését.

3.2. A járművek távlatban várható legnagyobb tengelynyomása, sebessége és kerékátmérője (6. táblázat).

3.3. Az α sebességű szorzó jelenleg rendszeresített (11) képlete:

$$\alpha = 1 + \frac{v^2}{30\,000} \tag{11}$$

a tudomány mai álláspontja szerint már túlhaladott, túlzottan nagy értékeket ad. Ezért helyette a kisebb értékeket adó (12) képlet szerinti

$$\alpha = 1 + \frac{4,5v^2}{100\,000} - \frac{1,5v^2}{10\,000\,000} \tag{12}$$

számítási módra való áttérés célszerű.

6. táblázat

Jármű neve	Tengelynyomás Q Mp		Sebesség, v km/ó		Kerékátmérő, D méter	
	0—20	20—30	0—20	20—30	0—20	20—30
	években					
Gyorsvonati mozdony	21	23	120	140	1,180	1,040
Tehervonati mozdony	21	23	80	100	1,040	1,000
Személykocsi	13	15	120	140	0,920	0,840
Teherkocsi	21	23	80	100	0,840	0,790

3.4. A vasúti sín nemcsak hajlított, hanem a kerék és a sín érintkezése folytán az érintkezési felületen nyomott tartóként is működik.

Ennek megfelelően a Hertz-féle elmélet figyelembe vételével úgy kell a kerékátmérőt, a sín szilárdságát, a tengelynyomást és a sebességet megállapítani, hogy a nagy felületi nyomás ne tegye tönkre a sín anyagát.

A statikus tengelynyomás (Q Mp), a kerékátmérő (D méter), a sebesség (v km/ó), melyet α sebességi szorzóval fejezünk ki és a sínszilárdság (σ_{kp}/mm^2) között egymásra ható összefüggés van.

A határeseteknek megfelelően a következő képletek minimálisan, illetve maximálisan tűrhető határértékeket adnak. A minimális értékeknél csak nagyobbat, a maximálisnál pedig csak kisebbet szabad megengedni.

$$D_{\min} = 189,365 \frac{\alpha_{\max} \cdot Q_{\max}}{\sigma_{\min}^2} \quad (26)$$

$$\sigma_{\min} = 13,761 \sqrt{\alpha_{\max} \left(\frac{Q}{D} \right)_{\max}} \quad (55)$$

$$\alpha_{\max} = 0,005281 \sigma_{\min}^2 \left(\frac{D}{Q} \right)_{\min} \quad (56)$$

$$\sigma_{\max} = 0,005281 \sigma_{\min}^2 \left(\frac{D}{\alpha} \right)_{\min} \quad (57)$$

Az α értékek a (12) képletből számíthatók.

3.5. Az (55) képlet és a 6. táblázat adatai alapján meg lehet határozni a négyféle jármű elképzelt távlati adatai alapján a ma gyártandó sínek feltétlenül szükséges sínszilárdságát:

- Gyorsvonati mozdony: $\sigma_{\min} = 79$.
- Tehervonati mozdony: $\sigma_{\min} = 76$.
- Személykocsi: $\sigma_{\min} = 71$.
- Teherkocsi: $\sigma_{\min} = 85$.

Az előbbieket szerint a sínek szilárdságát fel kell emelni, olyan módon, hogy $\sigma_{\min} = 85$ legyen.

Mivel a síngyártásnál a szilárdságértékekben szórás van, a sínszilárdságra vonatkozóan a

$85 < \sigma < 95$ értékek előírása javasolható, a 70–85 között előírt értékek helyett.

3.6. A jelenleg fekvő sínek sínszilárdságának minimuma $\sigma_{\min} = 70$, ezért az ezeken a síneken futó járművek megengedhető kerékátmérőinek minimumait a 6. táblázat 0–20 évre felvett adataiból kell megállapítani a (26) képlettel:

- Gyorsvonati mozdony: $D_{\min} = 1,13$.
- Tehervonati mozdony: $D_{\min} = 0,99$.
- Személykocsi: $D_{\min} = 0,70$.
- Teherkocsi: $D_{\min} = 0,99$.

3.7. A MÁV D.54. Építési és Pályafenntartási Műszaki Adatok 41. táblázatának szükséges módosítása [8]. A „Felépítmény szempontjából alkalmazható legnagyobb kocsi- és mozdony-tengelynyomás” c. táblázat a síneknek csak mint hajlított tartónak a szempontjából készült, s nem vette figyelembe a Hertz-féle feszültségeket, s az azokból eredő káros nyírófeszültségeket. Ennek megfelelően a táblázat meg nem engedhetően nagy tengelynyomásokat tesz lehetővé.

Ezt a táblázatot úgy kell átdolgozni, hogy a sínek hajlított tartóként és a sínfejen nyomott tartóként is megfeleljenek, vagyis a hajlított tartóra megengedhető Q tengelynyomás és az (57) képlet alapján kiszámítható tengelynyomás közül a kisebbiket kell elfogadni. A σ sínszilárdság értékét $\sigma = 70$ -re kell felvenni, eszerint

$$Q_{\max} = 25,8769 \left(\frac{D}{\alpha} \right)_{\min} \quad (58)$$

Indokolt az (58) képlet alapján a jelenleg futó járművek sínfej-igénybevételére vonatkozó hatásának a felülvizsgálata, s az új járművek megrendelésénél ennek a minimális kerékátmérőt adó képletnek az alkalmazása.

IRODALOM

- [1] Koffmann, I. L.: A járművek rugózásának hatása a sínfeszültségre, The Railway Gazette, 1959. márc. 27-i sz. 361–367. p.
- [2] Beliaev, N. M.: A rugalmassági és képlékenységi elmélet köréből vett munkák, Moszkva, 1957.; Anyagok szilárdsága, Moszkva, 1958. 152–157. p.
- [3] Schramm, Gerhard: Oberbautechnik und Oberbauwirtschaft, 1960.
- [4] Magee, G. M.: A mai nehezebb keréknyomások hatása a sínekre, Railway Age, 1961. márc. 6-i sz.
- [5] Eisenmann, I.: A sínek igénybevétele – új ismeretek, Der Eisenbahn Ingenieur, 1966. évi 17. köt. 7. sz. füzet.
- [6] Monatschrift der internationalen der Eisenbahn-Kongress Vereinigung, 1964. ápr. Band XLI-Nr. 4. 566/386, 567/387, 568/389. p.
- [7] Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszék: Zárójelentése vesealakú sintörések tárgyában, Miskolc, 1967.
- [8] MÁV D. 54. Építési és Pályafenntartási Műszaki Adatok, Bp. 1958. 41. táblázata.
- [9] Gavrilov, V. Sz.: A Német Szövetségi Köztársaság vasutainak pályafenntartási szolgálata, Zselezno-dorozsnij Transzport, 1967. évi 3. sz. 84–90. p.
- [10] ORE: A sínek és a kis átmérőjű kerekek a célanyagának viselkedése, Zeitschrift der Forschungs- und Versuchsamtes des Internationalen Eisenbahnverbandes, 1967. évi 25. sz.

Budapest közlekedési problémáinak megoldás-tervezete a Tanácsköztársaság idején

TÓTH MIHÁLY

Az 1918. november 21-én kelt 5488/1918. M.E. sz. rendelet intézkedett a budapesti és Budapest—vidéki közúti és helyiérdekű vasutaknak a közvagyonba való átvételéről. Az idézett rendelet végrehajtásának jelentőségét fokozta az 1919. január 7-én alkotott és 1919. I. 14-én kihirdetett IV. sz. néptörvény. Az 5488/1918. sz. rendelet 5. §-a értelmében az új vállalat neve: „Budapesti Egyesített Városi Vasutak” (BEVV).

Az új vállalatot hattagú igazgatóság vezette, amelyre nagyon súlyos feladatok megoldása várt. Budapest közúti közlekedése, amelyet öt vasúttársaság bonyolított le, a BEVV megalapításával egy kézbe került. A közúti közlekedés közösségi kezelésbevétele lehetőséget adott a fővárosi egységes közlekedéspolitika kialakítására. Az egységes közlekedés megteremtéséhez mindenképp egységes hálózatra és egységes tarifára volt szükség. A főváros közúti vasúti hálózata azonban nem előre elgondolt, egységes terv szerint fejlődött, hanem a profit érdekeknek megfelelően. Meg kellett teremteni az egységes — a lakosság igényeinek megfelelő — hálózatot. Olyan közlekedési rendszer kialakítását tervezték, amely egyrészt a főváros különböző városrészeinek tényleges forgalmi szükségleteihez igazodik, másrészt a rendelkezésre álló közlekedési eszközök felhasználásánál figyelembe vették azok teljesítőképességét, üzemeltetését, gazdaságosságát, hogy a budapesti lakosság számára kényelmes, gyors, olcsó és biztonságos közlekedést tudjanak nyújtani. Az egyik ilyen elgondolás volt a „Gyorsvasút” tervezete.

A Magyar Mérnök és Építész Egylet már 1912-ben rámutatott a budapesti gyorsvasút építésének elengedhetetlen szükségességére, mégis, az akkori irányadó tényezők, különösen pedig a főváros — a maga rövidlátó közlekedéspolitikájával — még csak ahhoz sem ért el, hogy e kérdést komolyan fontolóra vegye.

Csak midőn Bódy Tivadar jutott a polgármesteri székbe, tűzte ki maga elé Budapest közlekedési állapotának gyökeres megreformálását, s így elsősorban a gyorsvasúti hálózat létesítését.

Az idevágó tervezet elkészítését Bódy egy háromtagú bizottságra: Sztrókey István, Kelemen Móric és Voltinyi József mérnökökre kívánta bízni. Az első forradalom azonban e tervek megvalósításával nem sokat törődött. Midőn azután Sajó László (a BEVV termelési bizottságának elnöke) került a közlekedés élére, egyik legsürgősebb feladatának tekintette a gyorsvasúti hálózat terveinek legalább főbb vonásaiban való elkészítését és egy részének — a lehetőségekhez képest — mielőbbi megvalósítását.

Így jött létre a BEVV építési osztályában Sztrókey István irányítása mellett az a nagyszabású gyorsvasúti hálózattervezet, amelyet még a Munkaügyi Tanács Közlekedési Osztályának kellett volna elbírálnia, s amelyet az alantikban a Közlekedési Szemle 1919. I—VII. sz. cikke nyomán ismertettek.

„A gyorsvasúti hálózat tervezete azon helyes és modern elvek alapján készült el, amelyeket mi esztendőnk óta képviseltünk. Elveti tehát azt a megoldást, ame-

lyet különösen a főváros laikus vezetői a régi időben oly szívesen hangoztattak: a periférián végződő helyi érdekű vasutaknak a város belső területére föld alatt behozatalát és azoknak egy központi pályaudvarban való egyesítését. De elveti a laikusoknak másik kedvenc gondolatát: a körvasutat is. A tervezet különálló, s egymástól teljesen független vonalakat kíván építeni, melyek mindegyike a lehető egyenes vonalban met-szené a fővárost. Elveti azt a helytelen gondolatot is, hogy új gyorsvasúti hálózat gerincét a mai földalatti vasút képezze. Helyesen tűzte maga elé a tervezet azt is, hogy a beruházási költség elfogadható határok között mozogjon, ezért alkalmazkodik a meglévő utca-hálózathoz és csak ott épít földalatti vasutat, ahol más megoldás, mint viadukt, töltés és bevágás nem alkalmazható.”

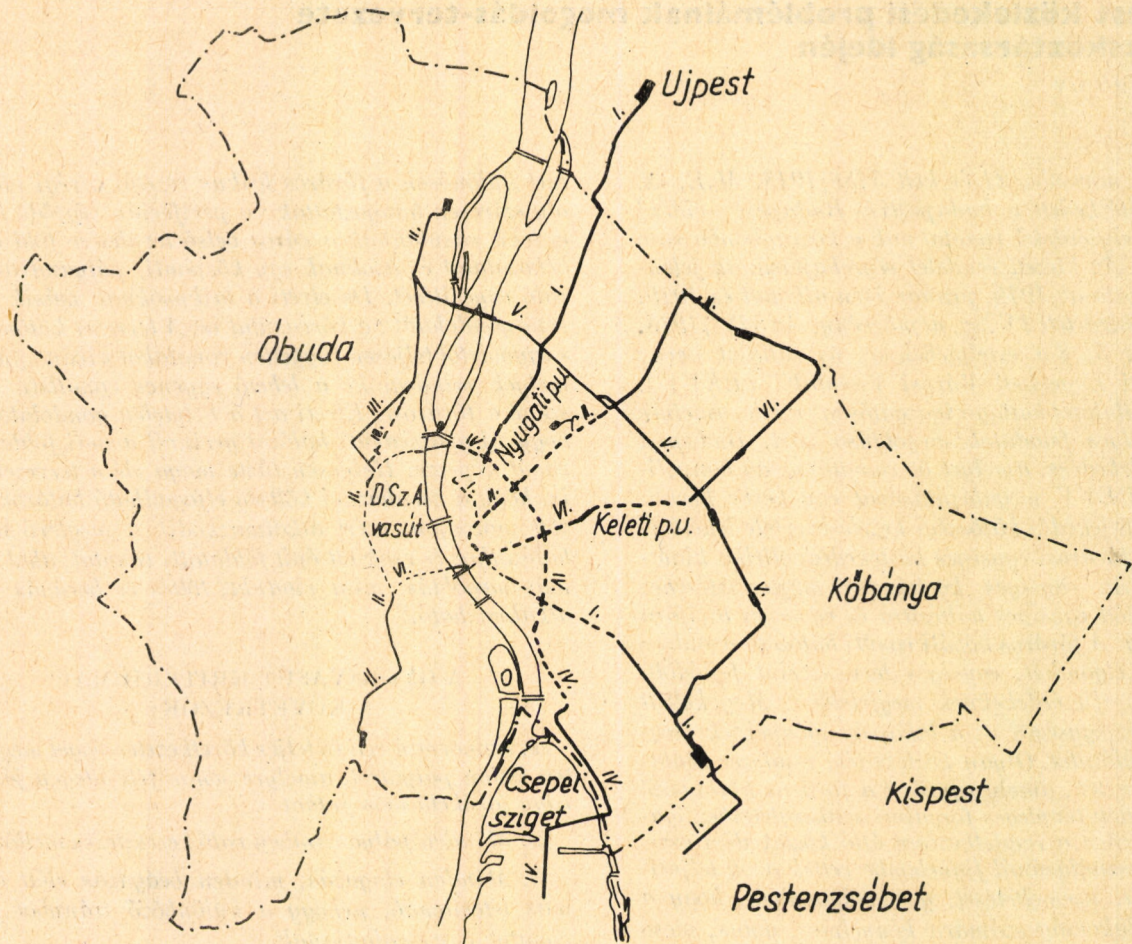
A GYORSVASÚT KRITÉRIUMAI A KÖVETKEZŐK:

1. Szigorúan vett és teljes következetességgel megépített külön pályatest, amelyre semmiféle idegen jármű vagy járókelő nem juthat.
2. Minden pályaszintben való keresztezés mellőzése.
3. Minden elágazás, minden beágazás előtt állomás létesítendő, nehogy a különböző irányból jövő vonatok összeszaladjanak.
4. A közúti vasútnál szokásos megállóhely-távolságoknál lényegesen nagyobb állomásközök.
5. A közúti vasútnál megengedettnél lényegesen kedvezőbb kanyarulati viszonyok.
6. Biztosan működő térközi blokkberendezés.
7. Az állomások olyan megoldása, hogy a tömegforgalom akadálytalanul lebonyolítható legyen, továbbá, hogy az állomási perronokra csakis a jegy megváltása után lehessen lépni. Ily módon nem kell a jegyeket a vonaton kezelni, ami a nagyobb utazási sebesség miatt nehézségekbe is ütköznék. Átszálló állomásokon természetesen gondoskodni kell arról, hogy az átszállás a perronzár átlépése nélkül lehetséges legyen.

8. Olyan al- és felépítmény, amely a célbavett nagyobb menetsebességnek minden tekintetben megfelel.

Ha már most az ily módon megépített vasúton megfelelő méretű és minden tekintetben megfelelő teljesítőképességű járműveket, illetőleg vonatokat helyeznek üzembe, akkor biztosítva van az, hogy a gyorsvonaton valóban nagy utazási sebességgel tömegforgalmat lehet lebonyolítani. Célszerű több motor- és több pótkocsiból alakított, de mégis egy helyről kormányzott rendszerű vonatokat járatni, melyeknek egyes kocsijai között a belső közlekedés biztosítva van. Az elérhető utazási sebesség leginkább az állomásközöktől függ, s megemlíthető, hogy ez pl. Hamburgban óránkénti 28 kilométerre rúg.

A bemutatott térkép (I. ábra) feltünteti a budapesti gyorsvasút tervezett vonalait (I—VI).



Jelmagyarázat

- Magasvasuti szakasz
- - - Földalatti szakasz
- Alagútban lévő szakasz
- Átmeneti szakasz
- Földszinti szakasz
- - - Földszínen lévő kezelő vágány

- = Hidak
- Állomások
- ⊥ Átszállóállomások
- + Torony állomások
- Forgalmi telepek, kocsiszínek, javító műhelyek
- I.-VI. A vonalak száma

1. ábra

I. VONAL, VAGYIS AZ ÉSZAK-DELI FŐIRÁNYÚ VONAL (HOSSZA: 21,63 km)

Legészakibb pontja Újpest északi részén indul. Kezdetül szeli Újpest város súlypontját és onnan az Angyal földön át a Ferdinánd tér (Élmunkás tér), Nyugati pályaudvar, Vilmos császár út (Bajcsy Zsilinszky út), Alkotmány utca, Kossuth Lajos tér, Szabadság tér, Bécsi utca, Petőfi Sándor utca, Ferenciek tere, Egyetem utca, Kecskeméti utca, Kálvin tér, Üllői út, Gyáli út, Wekerle telepen át éri el a vonal legdélibb pontját, amely Erzsébetfalva Fő tér volna. A Kossuth Lajos téri és Szabadság téri kerület azon elgondolásból tervezték, hogy ezáltal a Kossuth Lajos tér közelében levő közhivatalokat, a Szabadság téren a postatakarék és Nemzeti Bank hivatalait és általában az itt levő nagybank- és üzleti környéket kiszolgálják. A gyorsvasút forgalmában ilyen kis kerület a nagyobb utazási sebességnél fogva nem számít, eléggé fontos érdekeket szolgál. Ez a vonal összeköttetést lé-

tesít egyfelől a Belváros és Újpest, másfelől a Belváros Kispest és Pesterzsébet között. E vonalra a következő megállóhelyek voltak kontemplálva: Újpest, Szt. István tér—Budapest, Hungária út—Aréna út (Dózsa György út), Nyugati pályaudvar—Országház tér—Szabadság tér—Erzsébet (Engels) tér—Ferenciek tere (Felszabadulás tér)—Kálvin tér—József körút—Ludoviceum utca—Szt. István Kórház—Hungária út—Ecseri út az V. sz. vonal találkozásánál—Wekerle telep—Pesterzsébet Templom tér.

Ennek a vonalnak az újpesti végállomás és a Ferdinánd (Élmunkás) tér közé eső szakasza, továbbá a Szt. István Kórház és Pesterzsébet közé eső szakasza mint magasvasút, a teljesen lakatlan részeken esetleg töltésen vezetve, a belső városrészekbe eső szakasza pedig — a Ferdinánd (Élmunkás) tértől a Szt. István Kórházig — mint földalatti vasút volt tervezve.

II. VONAL (HOSSZA 7,69 km)

A meglevő *Andrássy (Népköztársaság) úti földalatti vasút* és annak egyenes meghosszabbítása a határig, tehát kezdődik az *Erzsébet (Engels) téren* az I. sz. vonalból való kiágazásnál, innen az *Andrássy (Népköztársaság) úton* végig a mai vonalon, onnan egyenes meghosszabbításban átszelve a *Városligetet*, halad a mai *Eperjes utca* irányvonalában, az *Andrássy (Népköztársaság) út* folytatásaképpen nyitandó új *Sugárúton*, a *Rákospatak megkeresztésével* éri el a székesfőváros és *Palotaújfalu* határát, ahol a határvonalra kanyarodva halad a végállomásig, ami az *Erzsébet királyné út* végpontján nyerne elhelyezést.

Ez a vonal összeköttetést létesít a *Belváros és Angyalföld*, illetőleg *Palotaújfalu és Pestújhely* között.

A vonalnak a *Hungária úti állomástól* kifelé eső szakasza mint *magasvasút*, a belső szakasz mint *földalatti vasút* volt tervezve. A többi gyorsvasúti vonalakat két helyen keresztezi, éspedig az *Oktogon (November 7.) téren* és a *Hungária úton*. Kiágazás van szintén két helyen: az *Erzsébet (Engels) téren* az I. vonal kiágazása, a *Városligetben* az V. vonal kiágazása.

Megállóhelyek: *Opera—Oktogon (November 7.) tér—Körönd—Aréna (Dózsa György) út—Széchenyi fürdő—Hungária út—Rákospatak és végállomás.*

Az átlagos megállóhely-távolság kb. 900 m.

III. ÉSZAK-DÉLI FŐIRÁNYÚ VONAL

⌈(HOSSZA 23,39 km)

Északi kezdőpontja *Óbudán a Filatorigát állomás* közelében, ahol a helyiérdekű vasúttal találkozik. Innen a *Szentendrei úton*, *Vihar utcán*, *Szőlő utcán* és *Bécsi úton* át jut a *Zsigmond térre*, ahol az alagúton bekanyarodik a *Szemlőhegy alá* és egyenes vonalban halad a *Széna térig*, innen tovább a *Vérmező utcán*, a *Krisztina körütn*, *Alkotás utcán* a *Duna—Száva—Adria Vasút területére* ér, ahonnan alagúton át halad a *Villányi út* keresztüléségig, innen tovább a *Karolina és Bartók Béla úton* át a végállomásig.

Ez a vonal az *Óbudai végállomástól* a *Zsigmond térig* *magasvasút*, a *Zsigmond tér* és a *Marcibányi tér* között *alagút*, a *Marcibányi tértől* a *Déli vasútig* földalatti, a *Délivasút* és *Villányi út* között *alagút*, innen a végállomásig ismét *magasvasút* lenne.

Megállóhelyek: *Vörösvári út, Templom tér, Széna tér, Déli vasút, Csened utca, végállomás.*

A megállóhelyek egymástól való távolsága kb. 2600 méter.

IV. VONAL (HOSSZA: 13,23 km)

A *Széna téren* kiágazik az előbbi, III. vonalból. Innen a *Margit körütn* a *Királyhegy utcán* a *Pálffy (Bem József) térről* a *Duna alatt* a *Lipót (Szent István) körút* torkolatáig, innen tovább a *Lipót (Szent István) körúton* a *Berlini (Marx) tér—Nagykörúton* át a *Baross térre*, onnan a *Soroksári úton* a *Vágóhíd HÉV állomásig* vezet, majd az új nagy *Vásárhely* és a kikötő érintésével *Csepel község főtéren* végződik.

Az eddigi vonalak mind *radiális irányúak*, ez a vonal azonban *tranzverzális*. Tulajdonképpen egy körön fut végig a város szívében. A *Boráros téren* elhagyja ezt a *körirányt* és *egyelőrradiális vonalba* átcsapva, *Csepel községbe* jut, azonban — ha későbbi

fejlődés úgy kívánja — a *Boráros térről* a *Duna alatt áthaladva* folytathatja majd a *körirányt* és valahol a *Villányi úton* záródhat a teljes *körforgalom*.

Ez a vonal a kiágazástól a nagy *Vásárhelyig földalatti*, innen pedig a *csepeli végállomásig* mint *magasvasút* volt tervezve és a többi gyorsvasúti vonalakat négy helyen keresztezi.

Megállóhelyek: *Pálffy (Bem József) tér, Nyugati pályaudvar, Oktogon (November 7.) tér, Rákóczi út, Üllői út, Boráros tér, Vágóhíd, Csepel Fő tér.*

Átlagos megállóhely-távolság: 1350 m.

V. VONAL (HOSSZA: 12,67 km)

Az *Óbudai vonalból* ágazik ki a *Flórián téren* és az *Óbudai új Duna-hídon* éri el a *Hungária úti vonalat*, amelyen a *ceglédi fővasúttal* való találkozásig halad. Ettől a ponttól kezdve a fővasút pályájához simulva jut el a *Kőbánya Liget (Zalka Máté) térig*, ahonnan a *Bihari és Ecseri utcákon* át éri el az I. vonalhoz való csatlakozási pontját.

A vonal a *Flórián tértől* a *Fóthy útig* *magasvasút*, innen a *ceglédi vonalig* földalatti, majd a *ceglédi vonaltól* végig ismét *magasvasút*. Keresztezi a többi gyorsvasúti vonalakat: a *Fóthy útnál* az I-est, az *Eperjessy útnál* a II-est és a *Mogyoródi útnál* a VI-ost. Beágazással csatlakozik a II-es vonalba, amely a meglevő *Andrássy (Népköztársaság) úti vonal*.

Megállóhelyek: *Margitsziget, Fóthy út, Szt. László út, Eperjessy út, Thököly út, Mogyoródi út, Kerepesi út, Tomcsányi utca, Liget (Zalka Máté) tér.*

Átlagos megállóhely-távolság kereken 1200 m.

VI. VONAL (HOSSZA: 9,67 km)

A III. vonalból indul ki a *Hegyaljai út*, innen a *Hadnagy utca* irányát követve, a *Duna alatti alagúton* át a *Kossuth Lajos utca, Rákóczi út, Thököly út, Verseny utca, Mogyoródi út vonalán* éri el a székesfőváros határát *Rákosszentmihály és Pestújhely közös határai* közelében, ahol egyszersmind végállomást is terveztek. *Radiális irányú vonal*, előreláthatólag igen nagy forgalommal, összeköti a II., IV. és V. vonalakat.

Megállóhelyek: *Döbrentei tér, Ferenciek (Felszabadulás) tere, József körút, Keleti pu., Ceglédi vonal, Csernyus utca, végállomás.*

A tervezett vonalak a főváros *Duna balparti centrumát* az összes külterületekkel, a szomszédos községekkel közvetlen kapcsolatba hoznák, s közvetlen átszállást biztosítanának a helyiérdekű vasutak vonalaira (*Magyar Hírel, 1928. II.*).

A térképen jól látható a gyorsvasúti hálózat egyes vonalai között az összeköttetés az öt alábbi ponton:

az I. és II. vonalak között az *Erzsébet (Engels) tér*en:

az I. és V. vonalak között az *Ecseri út és Gyáli út* keresztelésénél:

a II. és V. vonalak között a *Városligetben*:

a III. és V. vonalak között a *Kiscelli út és Flórián tér* között:

a III. és IV. vonalak között a *Széna téren*.

A tervezett vonalak érintik a három pályaudvart, a kereskedelmi kikötőt, s az új *Központi Vásárcsarnokot*.

Átszállással közvetlen kapcsolatba kívánta hozni a BEVV a gyorsvonalat az alábbi helyiérdekű vonalakkal:

Az Óbuda—szentendrei,
a tervezett Újpest—Vác—nagygyarosi,
a Cinkota—Kerepes—gödöllői,
a tervezett Kőbánya—péceli,
a tervezett Kőbánya—Gyömrői úti,
a Budapest—szentlőrinci,
a Budapest—ráckevei,
a kelenföldi,
a pesterzsébeti,
a tervezett Svábhegy—budakeszi,
a farkasréti vonalakkal,
a svábhegyi fogaskerekű vasúttal, — ha azt a Krisztina körútig meghosszabbítják,
a zugligeti és a Hidegkúti meghosszabbítandó hűvösvölgyi vonallal,
végül a tervezett Rózsadomb—Budahegyvidéki Vasúttal.

Angyalföld, Óbuda, Rákosi rétek, Kelenföld, Lágymányos, Kőbánya, Zugló közlekedési szempontból sem lennének így Budapest mostohagyermekai. Újpest, Kispest, Pesterzsébet, Csepel, Rákosszentmihály szervesen bekapcsolódnának a főváros közlekedési hálózatába, s ezzel az egyetlen ténnyel egycsapásra megoldódnék Nagy-Budapest kérdése is.

„A hálózaton természetesen pályaszíni keresztezés nem volna és minden elágazás állomáson feküdnék. A hálózat megfelelő forgalmi telepekkel, javítóműhellyel is el volna látva.

A tervezetben a feljáró legnagyobb hossza 250 m, a viadukt legkisebb pályamagassága 6 m, a földalatti részek legkisebb mélysége 4,25 m, a legkisebb görbü-

leti sugár 70 méter lenne. A legnagyobb emelkedés 41%-os, az átlagos állomásköz 1 km, az utazási sebesség 25 km/ó és 50 méteres állomáshosszak mellett 3 kocsiálló vonatok közlekednének.

Az egész hálózat teljesítőképessége 160 millió utas, a hálózat egész hossza 88 km lenne. Az 1919. márciusban érvényes árakkal számolva, a földalatti pályarészeket pályakilométerenként 5 $\frac{1}{2}$ millió koronában, a viadukt részeket 2,3 millió koronában, a Duda alatti alagutat 23 millió koronában értékeli. 44 filléres átlagos viteldíj mellett az üzemet rentabilisnek látja.

Maga az építés a tervezet szerint fokozatosan történik oly módon, hogy az elkészült részek a fokozott kiépítés útjába ne álljanak.” (Közlekedési Szemle, 1919. I.—VII.).

*

Amikor 1969-ben, tehát 50 évvel később olvassuk az 1919. évi tervezetet, és ismerjük a „Földalatti vasút” mai tervét, látjuk annak gigantikus építkezését, akkor a múlt tervezete eltöprel a jelen építkezése mellett. Azonban az akkori viszonyokat tekintve az elgondolás — egy-két részétől eltekintve — nemcsak korszerű volt, hanem olyan elképzeléseket is tartalmazott, amelyeknek megoldása még a mai nemzedék számára is a jövő feladatát képezi, pl. a Duna alatti alagutak létesítése. Az 1919-es tervezet szerint az Országháztérnél egy Duna-híd építése volt tervbe véve. Ezt a hidat a felszabadulás után Budapest dolgozó népe megépítette (Kossuth-híd), azonban mihelyt a többi hidak felépültek — mint sürgősségtelent — le is bontotta. Haladó irányt képvisel a tervezetnek az a része, amely ki mondja, hogy a „hálózaton pályaszíni keresztezés nem volna”. Ezt az elgondolást még ma sem valósította meg a főváros, ez még most is a jövő feladata.

H I R D E S S E N A

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLÉBEN

A hirdetések az alábbi címre küldendők:

LAPKIADÓ VÁLLALAT, BUDAPEST VII., LENIN KÖRÚT 9—11

Az újabb légfék-kutatási eredmények felhasználási lehetőségei az autóközlekedés biztonságának növelésére

Dr. SIDÓ FERENC

1. Bevezetés

A gépkocsinak a biztonság, a gyorsaság és a gazdaságosság követelményeit kell egyidejűleg kielégítenie. A biztonság egyik alapfeltétele a hatásos és megbízhatóan működő fékberendezés. A gazdaságosságra való törekvés ugyanakkor a szállítási sebesség növelésére, és egyre nagyobb gépjárműegységekre ösztönöz, ami által a fékezési biztonság is fokozódó követelményeket támaszt a gépjármű fékberendezésével szemben. E követelmények teljesítése érdekében mindinkább bonyolult fékberendezetekre kényszerülünk, — a fékezési biztonság problémaköre pedig nemcsak a tervezésnek, hanem a gépjárművek üzemeltetésének és karbantartásának is egyik súlyponti kérdésévé vált.

A gépkocsivezető izomereje korlátozott, és mechanikus vagy hidraulikus áttételeken keresztül sem képes 6000—7000 kg-nál nagyobb súlyú jármű hatásos lefékezésére. Ennél nagyobb gépkocsiknál (és a mai szállító járművek zöme ide tartozik) a fékek működéséhez külön erőforrás szükséges. Így az emberi izomerőnek már csupán a vezérlés a feladata.

A műszakilag lehetséges megoldások közül a sűrített levegő nyomását hasznosító *légfékberendezések* terjedtek el világszerte, — elsősorban viszonylagos egyszerűségük folytán. Kézenfekvő azonban, hogy a nagy sebességű, magas súlypontú és ma már 38 tonnáig terjedő összgördülő súlyú gépkocsi szerelvények biztonságos fékezése számos, olykor nem is egyszerűen megoldható műszaki problémát vet fel. Ezeknek egy része a légfékrendszer helyes konstrukciója és arányosan hangolt vezérlésének megoldása tekintetében jelentkezik. Más részük az üzemeltetés, karbantartás és szabályozás területén kíván meg alapos szakismeretet és ennek alapján szervezett gondos, rendszeres autófenn tartási tevékenységet.

2. Az üzemeltető feladatai

Az említett féktechnikai problémák a gépjárműveket felhasználó (üzemeltető) szemszögéből tekintve tehát két különböző síkon jelentkeznek. Először is az adott célra legalkalmasabb *gépjármű-típus kiválasztásánál*: ez esetben a konstrukciós kialakítás kritikai értékelése nyújt támpontot, és a tudatos döntés csak olyan megalapozott műszaki ismeretek alapján lehetséges, amelyek megbízható következtetést tesznek lehetővé a fékrendszer konstrukciójától várható műszaki-gazdaságossági paraméterekre és üzemi sajátságokra nézve. Az *üzemeltetés* során viszont a legfőbb feladat abban áll, hogy az adott típusú légfékberendezést állandóan olyan műszaki állapotban tartsuk, amely a konstrukcióból adódó maximális teljesítőképességet biztosítja, gazdaságosan hosszú élettartam mellett.

Mindkét feladatkör területén jó hasznosítási lehetőségeket nyújtanak azok az újabb légfék-kuta-

tási eredmények, amelyek eddig ismeretlen vagy elhanyagolhatónak tartott problémákra derítettek fényt. Az alábbiakban néhány olyan területre szeretnénk ráirányítani a figyelmet, ahol a tudományos kutatás újabb eredményei állnak rendelkezésre, és gyakorlatban való bevezetésük hasznosan járulna hozzá az autóközlekedés biztonságának növeléséhez. A bemutatott anyag kiválasztása és a tárgyalásmód szándékosan igazodik a felhasznált említett két szempontjához: egyaránt segítséget kíván nyújtani a légfék-konstrukció kritikai megítéléséhez, és az üzemeltetési, karbantartási irányelvekhez.

3. A légfékrendszer késedelmi ideje és a közlekedés biztonsága

A jármű-konstrukciók említett fejlődési tendenciája az egyre nagyobb méretű, valamint a többtagú gépjárművek irányába mutat. Ezáltal a légfékberendezés is bonyolultabbá válik, a csőrendszer hossza megnövekszik. Ennek egyik legkritikusabb mellékjelensége az, hogy nagy mértékben megnő a légfékek működésének késedelmi ideje is, azaz a fékpedál lenyomásától járművenként a fékhengerek maximális nyomása 90%-ának eléréséig eltelt idővesztés. Ez a körülmény lényegesen veszélyezteti a fékezés biztonságát, ezért nemzetközi megállapodások 0,6 mp értékben rögzítik a megengedhető időkéselem felső határát, a működést vezérlő szervtől legtávolabb fekvő fékhengerekre vonatkoztatva [1].

A késedelmi idő alatt a gépkocsi, illetve gépkocsi-szerelvény gyakorlatilag még alig fékeződik és ennek egyik veszélyes következménye a féktávolság megnövekedése [5]. A biztonsági követelmények azonban éppen meghatározott minimális fékút elérését célozzák, amely két részből tevődik össze, és — konstans lassulás feltételezésével — az alábbi általános alakban írható fel:

$$S = A \cdot v + \frac{v^2}{B}$$

A képletben S a fékutat, v a fékezés kezdeti csúsebességét jelenti; az A a késedelmi idő, a B dimenziója pedig lassulás. Látható, hogy a késedelmi idő növekedését csak nagyobb lassulás egyenlítheti ki, ha ugyanazon fékút biztosítása a követelmény [2].

A kívánt lassulásértéket létesítő nagyobb fékező erő egyik előfeltétele az, hogy kellő tapadást biztosító súrlódási viszonyok álljanak rendelkezésre a kerekek és a talaj között. A nagy késedelmi idővel dolgozó légfékrendszer azonban a késedelem kompenzálására szükséges fokozott lassulásigény folytán hamarabb eléri a kerekek megcsúszását. A gördülő kerékhez képest a csúszó kerék jelentősen veszít tapadási tényezőjéből, és teljesen elveszíti oldalirányú ellenállását. Mindkét körülmény fokozza a baleseti veszélyt.

A nagy késedelmi idő további hátránya, hogy (azonos féktávolság feltételezésével) a sebességcsökkenés időbeli lefolyása is előnytelenebbül alakul: az időkéselem kompenzálására megkívánt erőteljesebb lassulás hátrányosan növeli a gépkocsi *belső* balesetveszélyét [3].

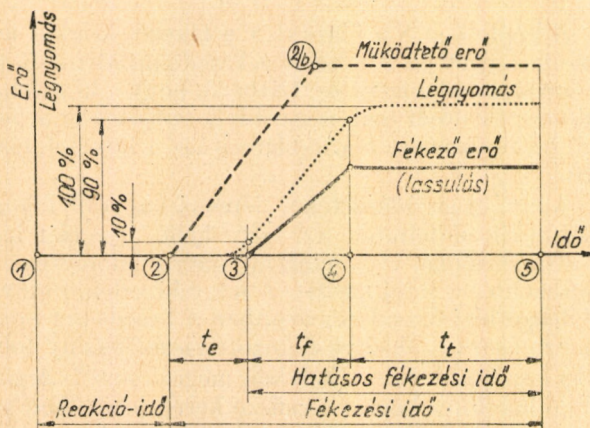
Nem utolsó sorban említendő kedvezőtlen körülmény továbbá, hogy minél nagyobb a légfékberendezés késedelmi ideje, annál kevésbé biztosított a vezető közvetlen kapcsolatérzése járművéhez, illetve az úttesthez.

Mindezek figyelembevételével egyfelől a féktervezésnek, másfelől a biztonságos üzemeltetésnek és karbantartásnak egyaránt fontos feladatát képezi az óhatatlanul fellépő fék-késedelmi idő lehető csökkentése. Az erre irányuló fokozódó követelmények kielégítését az egyes országok és a különféle típusú légfékrendszerek konstrukciós vonalon más-más úton közelítik meg [4]. A fejlődéssel lépést tartanak azonban az autóközlekedés fenntartási igényeit szolgáló kutatás és ellenőrzés tudományos módszerei és mérőműszerei is.

Tapasztalataink szerint a jármű lassulási tulajdonságainak makroszkopikus figyelembevétele, és az egyes légfékserelvényeknek elkülönített vizsgálata [5, 6] *önmagában* ma már nem elegendő. Elsősorban a teljes légfékrendszer dinamikus viselkedésének kísérleti analízise [7] nyújthat lehetőséget az időkéselemet okozó tényezők helyes felismerésére és számszerű összefüggéseik megállapítására.

A kutatási gyakorlatban erre a célra előnyösnek mutatkozott a valósághű kialakítású, teljes *légfékmodellek* laboratóriumi vizsgálatának módszere. A gyors, dinamikus nyomásfolyamatoknak a levegő-rendszer különböző jellegzetes pontjain egymással egyidőben történő regisztrálására többcsatornás oszcillográf alkalmas, elhanyagolhatóan kis időkéselemű elektromos nyomásadókkal.

A légfékberendezés késedelmi viselkedésének analízisére alkalmas vizsgálatok elvi módszere a légfékhengerekben regisztrált légnyomás-görbék elemzése. A légfékezés komplex lefolyását ábrázoló sematikus diagramon (1. ábra) pontozott vonal tünteti fel a fékező légnyomás görbéjét. A képen a 2. és 4. jelzésű jellegzetes pontok között fekvő diagramszakasz képezi elsősorban fejtegetéseink tár-



1. ábra. A légfékezés kezdeti szakaszának komplex folyamatai, elvi ábrázolásban. A pontozott vonal tünteti fel a fékező légnyomás lefolyását, amint az a kerék fékhengerekben kialakul

gyát, minthogy ez a szakasz képviseli a fékpedál megmozdulásától a maximális nyomás 90%-nak kialakulásáig eltelő ún. *késedelmi időt* [1].

4. Kutatási eredmények az üzemeltetés szolgálatában

Korábbi vizsgálati tapasztalatok már utaltak arra, hogy a légfékrendszer így definiált késedelmi idejének nagyságát — a többi között — két tényező erőteljesen befolyásolja. Az egyik maga a *főfékzelep*, illetve annak belső szerkezeti kialakítása. Az átömlési terek és keresztmetszetek áramlási szempontból előnytelen konstrukciója nagy mértékben fékezheti a munkaberendezésekbe vezérelt levegő átáramlását, és ezáltal károsan megnyújtja a késedelmi időt. Elsőrendű fontosságú tehát közlekedésbiztonsági szempontból, hogy a nagy számban való üzemeltetésre kiválasztott járműtípusnál a főfékzelep konstrukciója ebben a tekintetben is kedvező tulajdonságokkal rendelkezzen.

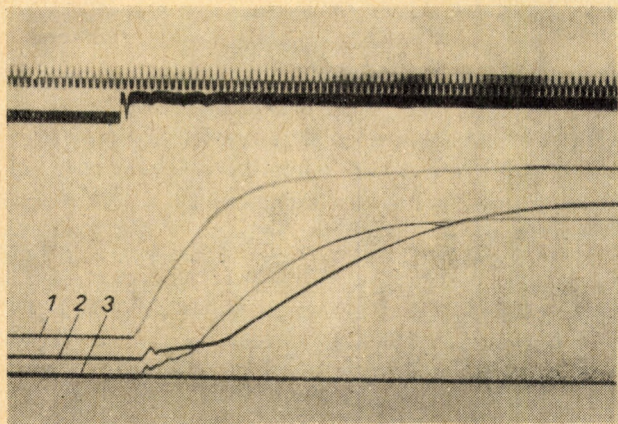
A másik, szintén erőteljes befolyást gyakorló tényező (első közelítésben) a fékhengerek üresjáratú lökethosszának nagysága. Mennél nagyobb ez az *üresjáratú löket*, annál inkább megnyúlik a késedelmi idő. Az összefüggések részletezésére a későbbiekben még visszatérünk, azonban ezen a helyen sem lesz érdektelen, ha utalunk a következőkre:

A kerékfékberendezet sajátosságai folytán egy bizonyos nagyságú üres löket a fékhengereknél elkerülhetetlen, amely azonban az üzem folyamán a fékbetét természetes kopásának következtében állandóan nő. Minthogy a fékhatásosság felületen ellenőrzése (pl. állóra fékezéssel) nem mutatja ki a fékhengerek üresjáratú löketének rendellenes mértékű felnövekedését, a karbantartás során gyakran el is marad annak rendszeres utánállítása. Az így karbantartott járművek azután látszólag hatásosan működő légfékberendezéssel, valójában azonban lényegesen meghosszabbodott késedelmi idő mellett közlekednek.

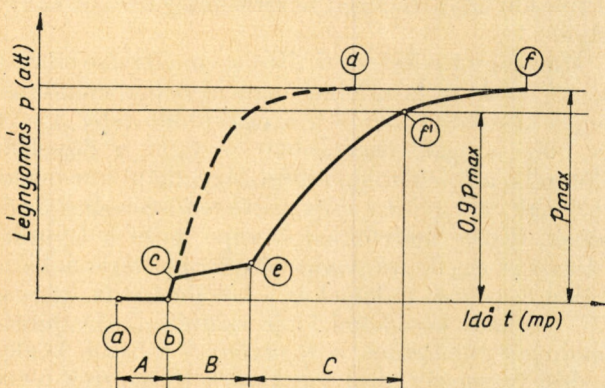
A teljesség kedvéért rá kell mutatnunk továbbá arra, hogy a légfékrendszert összekötő *csővezetékek hossza* is befolyást gyakorol a késedelmi idő nagyságára, amint ezt már említett, közelítő vizsgálatunk igazolták. Ez a vizsgálati mód a 2—4 szakaszt (1. ábra) még elemzés nélkül, *egy tételben* kezelte, s így számadatai csak közelítően pontosak, a fenti megállapítások pedig kvalitatíve értelmezendők.

Az időkéselem, valamint a légfékberendezés adottságai között fennálló összefüggések *részletes* megállapítását további elvi kísérletek készítették elő. Ezek tanúsága szerint a légfékrendszerben lefolyó nyomáskiegyenlítődéssel ideje gyakorlatilag független a fékrendszer tartálynyomásától. Nagyságát egyrészt a feltöltendő jellemző térfogat, másrészt az áramlási ellenállás határozza meg. Mindkét tényező azonos értelemben, jellegtartó módon arányosan nyújtja a nyomásgörbét, azaz növeli a késedelmet.

A görbék részletes elemzésére az a felismerés nyújt lehetőséget, hogy a légfékhengerben regisztrálható nyomásgörbék nagyon változatosak lehetnek ugyan (2. ábra), de mindig beilleszthetők egy egységes, három szakaszra tagolódo értékelési



2. ábra. Oszcillogram a feltöltési nyomásgörbék összehasonlítására, különböző üresjáratú lökettel rendelkező kerékfékhangerek esetén



3. ábra. A kerékfékhangerekben lejátszódó feltöltési nyomásfolyamat általános, elvi sémája

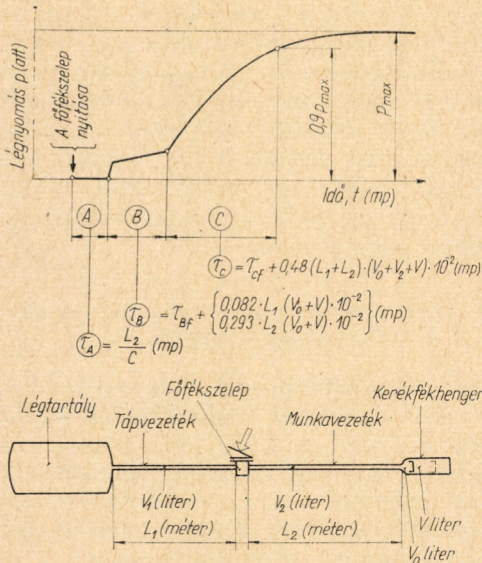
sémába (3. ábra), és szakaszonként, azonos elvek szerint értékelhetők.

A 2. oszcillogram 1-es görbéje pl. olyan fékkört jellemez, ahol a fékhangerekben a dugattyúknak gyakorlatilag elhanyagolható az üresjáratú löketük. A második görbének nagy átmérőjű fékhangerek felelnek meg, hosszú üresjáratú lökettel. A 3-as görbéhez tartozó fékkör hengerei kisebb átmérőjűek, de ugyanolyan nagy üresjáratú löketűek. Jól látható, hogy mindhárom görbe beleillik a 3. ábrán bemutatott általános sémába, és annak szakaszfelosztása is jól követhető.

A 3. ábra jelölései szerint az *a* pontnak megfelelő pillanatban nyílik a főfékszelep. A *b*-vel jelölt pontban jelenik meg a nyomás a kerékfékhangerekben. Az *e* pontban fejeződik be a fékdugattyú üresjáratú elmozdulása, majd a fékező légnyomás az *f'* pontban éri el legnagyobb értékének 90%-át.

Adott nyomásgörbe értékelésénél a három (*A*, *B*, *C*) jellemző szakasz időtartamának összege adja a EGB-konvenció szerint vett időkésedelmet. Lényeges körülmény azonban, hogy mind a három szakasz időtartama más-más tényezőktől függ.

Az egyes szakaszok által jellemzett késedelmi idő-komponensekre (τ_A , τ_B , τ_C) vonatkozóan kísérleti úton megállapított számszerű összefüggéseket a 4. ábra foglalja össze (felső rész). Az ábra alsó részén látható sematikus rajz utal a képletekben szereplő betűjelzések értelmezésére és dimenzió-



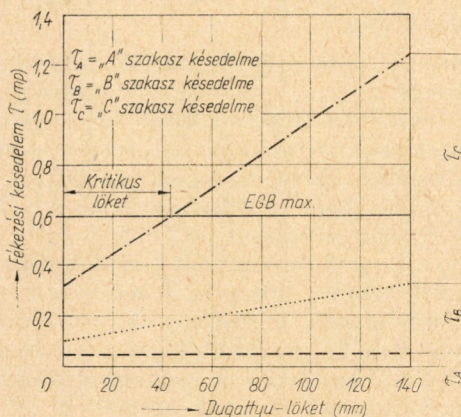
4. ábra. A késedelmi idő-komponensekre vonatkozóan kísérletileg megállapított számszerű összefüggések. Az alsó ábrarészen a betűjelzések értelmezése és dimenziója

jára. Az említett számszerű összefüggések kapcsán az üzemeltető számára az alábbi hasznos megállapítások tehetők.

4.1. A késedelmi idő „A” szakasza : a nyomáshullám terjedési ideje

Az „A” szakasz késedelmi ideje (τ_A) lényegében a nyomáshullám tovaterjedése a csővezetékben, ami közelíti a hangsebességet. Ezen idővesztés nagyságát a munkavezeték hossza (L_2) és a hangsebesség (*c*) hányadosa határozza meg, semmi más körülménytől nem függ, s szabályozási és utánállítási tevékenységgel sem befolyásolható. Jelenlétét a fékezés folyamatból nem küszöbölhetjük ki, minthogy a csővezetékek révén egyértelműen adott. Csökkentése érdekében olyan vezetékrendezésű légfékrendszert tartunk alkalmazsnak, ahol a főfékszeleptől a kerékhengerekig vezető csőszakasz nincs feleslegesen nyújtva, és a két fékkör hossza lehetőleg nem sokkal tér el egymástól.

Az „A” szakasz késedelmi ideje azonban a teljes késedelmi időhöz viszonyítva nem jelentős, annak



5. ábra. A késedelmi idő-komponensek egymáshoz viszonyított nagyságrendje és alakulása a fékhangerdugattyú üresjáratú löketének függvényében, egy kéttengelyű nagyméretű tehergépkocsi hátsó fékkörére vonatkoztatva

legfeljebb 8–10%-át teszi ki, minthogy századmásodperc nagyságrendben mozog. Az egyes késedelmi időkomponensek egymáshoz viszonyított alakulását egyébként az 5. ábra szemlélteti, a fékhen-gerdugattyúk üresjáratú löketének függvényében, egy szokványos nagyságú nagyméretű tehergép-kocsi hátsó fékkörére vonatkoztatva. Látható, hogy τ_A nagysága a többi késedelmi időkomponen-shez képest jelentéktelen.

4.2. A késedelmi idő „B” szakasza: az üresjáratú lökettér-fogat feltöltődése

A „B”-vel jelölt második szakaszban (4. ábra) a fékhengerek üresjáratú lökettér-fogata töltődik fel, a visszatoló rugó és a súrlódási ellenállások által meghatározott, közel állandó nyomáson. Az erre fordított időkéselem (τ_B) a hengerek üresjáratú lökettér-fogatával arányos, az áramlásban részt vevő csőszakasz össz-ellenállásától függően.

A feltöltendő hengertér-fogatba beleszámít a dugattyú löketén (V) kívül a holtponthelyzet előtt levő holt hengertér-fogat (V_0) is. Az áramlási ellenállás tekintetében a tápvezeték (L_1) fajlagos késleltető hatása lényegesen kisebb, mint a munkavezetéké (L_2), amint az a 4. ábrán szereplő 0,082, illetve a 0,293 faktorok összevetéséből is látható. Elsősorban tehát a munkavezetékéknél kell megkövetelni a jó konstrukciótól a csőhossz lehető rövidítését és a felesleges csőgörbületes szakaszok elkerülését.

A τ_B képletéből látható, hogy a csővezetékek által létesített késleltetéshez hozzáadódik még a fékszelep ellenállása miatt előálló késedelmi idő (τ_{BF}), és a kettő összege határozza meg a „B” szakasz késedelmét. Itt bukkan fel tehát újra a típuskiválasztás jelentősége. Ha ugyanis a főfékszelep áramlástechnikai szempontból előnytelen belső konstrukciójú, leronthatja az egyébként előnyösen és szakszerűen kialakított fékvezetékrendszer késedelmi idejét is.

A kísérleti tapasztalatok szerint a jelenleg használatos légfékrendszereknél a „B” szakaszban létesülő időkéselem közelítőleg fele-fele arányban tulajdonítható a főfékszelep, illetve a csővezetékek hatásának. Előnytelen konstrukciójú főfékszelep azonban ennél jelentősen nagyobb késedelem-résznek is oka lehet.

Amint az 5. ábra nagyságrendi összehasonlításából is kivehető, a „B” szakasz már tekintélyes hányadát teszi ki a légfékrendszer teljes késedelmi idejének. Ennek megfelelően kell érvényre juttatni az előidézésben szerepet játszó kialakítási szempontok mérlegelését az alkalmas típus kiválasztásánál. Lényeges szempont továbbá, hogy amíg pl. az „A” szakasz időkéselemét karbantartási tevékenységgel befolyásolni nem lehet, addig a „B” szakaszban létesülő késedelmi idő erősen függ a dugattyúk üresjáratú löketétől, azaz messzemenően befolyásolható az alapos és rendszeres utánállítással a karbantartási munkák keretében. (Kivételt jelent, ha automatikus löketállító berendezés van felszerelve, ami azonban a hazai gyakorlatban még nem terjedt el.)

4.3. A késedelmi idő „C” szakasza: a fékező nyomás kialakulása

A harmadik, „C” jelű szakasz ideje alatt a fékező nyomás eléri max. értékének 90%-át. Az itt előálló késedelem (τ_C) a feltöltendő összes térfogattal, és a teljes rendszer ellenállásával arányos. Feltűnő a „B” szakaszhoz képest, hogy a feltöltendő össztérfogat itt magában foglalja a fékhengerek lökettér-fogatán (V) és a dugattyúk előtt levő holt hengertéren (V_0) kívül a munkavezeték-rendszer térfogatát (V_2) is. A késedelmi időnek ebben a „C” jelű fázisában a főfékszelep előtt és után levő csőszakaszok fajlagos késleltető hatása közelítőleg azonos, amint azt a közös 0,48 faktor is mutatja.

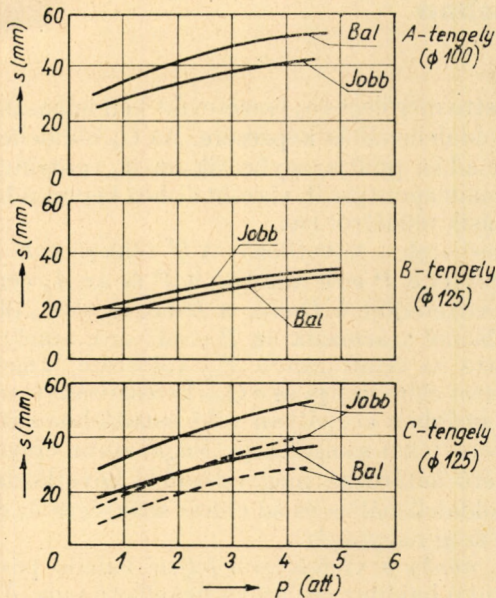
Hasonlóan a „B” szakaszban tapasztalhatóhoz, a csővezetékek késleltető hatásához itt is hozzáadódik még a fékszelep ellenállásából létesülő késedelmi idő (τ_{CF}), és azzal hozzátéve azonos nagyságú.

Minthogy továbbá a 5. ábra szemléltetése szerint a „C” szakasz késedelme teszi ki a fékberendezés teljes késedelmi idejének a nagyobbik felét, ismét és még hangsúlyozottabban nyomul a figyelem előterébe a főfékszelep áramlástechnikai konstrukciójának, valamint a csővezetékrendszer elhelyezésének, illetve méreteinek szerepe, mint a típuskiválasztás egyik irányadó tényezője. Ugyanakkor külön figyelmet érdemel az a körülmény is, hogy a „C” szakasz késedelmi ideje szintén az üresjáratú fékdugattyú-löketnek a függvénye, tehát a közlekedési biztonság által megkívánt határérték alatt való tartása bizonyos határon belül a karbantartási munkák feladatát képezi.

Az 5. ábra szemlélete meggyőző arról, hogy lényegében a teljes késedelmi idő nagysága az üresjáratú lökettől, azaz a rendszeres és szakszerű utánállítástól függ, — a főfékszelep és a csővezetékrendszer konstrukciós adottságaival meghatározott mértékben. Valójában tehát a fékezési biztonság az üzemi feltételek kezében van, amikor az ítélete szerint legalkalmasabb fékrendszer-típust kiválasztja, és karbantartási szolgálata vállán nyugszik annak felelőssége, hogy gondoskodik a fékberendezés biztonságos üzemállapotáról. Ebben a tekintetben a késedelmi időnek a nemzetközileg elfogadott határérték alatt való tartása egyike a leglényegesebb követelményeknek. Ez a határérték (0,6 mp) meglehetősen szigorú. Viszonylag kis lökethossznál (lásd az 5. ábrát) elérkezünk ahhoz a kritikus határhoz, amelyen felül a közlekedés biztonságának műszaki feltételei már nem teljeseek, és megnő a baleset kockázata.

5. A kerékfékszerkezet deformációs viselkedése

A megelőző fejtegetésekből látható, hogy a légfék-henger dugattyúk üresjáratú lökete nemcsak igénybe veszi a hatásos dugattyúút egy részét, hanem a feltöltődési folyamat torzulásai révén lényegesen megnöveli a légfékrendszer teljes késedelmi idejét (5. ábra). A dugattyúk üresjáratú lökete — így tudtuk eddig — csupán a kerékfékszerkezet mechanikus részeinek csatlakozási hézagaival, valamint a betétkopással függ össze, így minimális



6. ábra. A rugalmas deformációk hatása. Egy csuklós autóbusz három tengelyénél a fékhengerdugattyúk elmozdulása a fékező légnyomás függvényében

értéken való tartása beállítási tennivalókkal szabatosan kézbe tartható.

Ez a felfogás a kísérleti eredmények alapján lényeges kiegészítésre szorul, legalábbis a fékezési folyamat lebonyolódásainak körülményeit illetően. Megállapításaink szerint ugyanis a munkahengerben megjelenő légnyomás hatására — még kb. a „B” szakasznak megfelelő mérsékelt nyomás mellett — a fékdugattyú üresjáratú lökete kapcsán megtörténik először a szerkezeti hézagok kiküszöbölése és a fékpofák felfektetése; azonban a fékező légnyomás fokozatos növelése mellett a fékdugattyú további, jelentős elmozdulást is végez.

A viszonyok illusztrálására bemutatjuk a 6. ábrán egy csuklós autóbusz-típus három tengelyén megállapított fékhenger dugattyú elmozdulást a fékező légnyomás függvényében. Látható a diagramokból, hogy a fékpofák felfektetését követően a légnyomás növelése még további, számottevő dugattyú elmozdulást okoz, kimutathatóan a kerékfék szerkezet mechanikus részeinek (fékdob, fékpofa, fékkarok) rugalmas deformációja kapcsán. A fékdob jelentős mértékű méretnövekedését más vizsgálatok is igazolták.

Figyelemre méltó körülmény, hogy a megállapított deformációk kizárólag a légnyomás hatására jöttek létre; a számértékek hideg állapotban és a súrlódás okozta hőtágulás nélkül értendők. Ha tehát figyelembe vesszük a rugalmas deformációk és hőközta méretváltozások (pl. hosszabb lejtmenetnél) együttes hatását is, akkor könnyen belátható, hogy az 5. ábra kapcsán tárgyalt kritikus üresjáratú lökethossz betartása sem lesz elegendő arra, hogy minden üzemállapotban belül maradjunk a biztonsági határon. Következésképpen a karbantartás csak lényegesen kisebb üresjáratú lökethosszra engedhet meg.

Az ismertetett deformációs jelenség méretén és jellegén semmit sem változtat az a körülmény, hogy

a fékpofa-hézagok beállítása milyen értékű. Ezt igazolja a „C” tengelynél kétféle beállítási helyzetben felvett diagram, ahol a folytonos vonal az eredeti (nagy kopáshézagú) állapotnak, a szaggatott vonal pedig a fékpofák szabályosan utánállított helyzetének felel meg. A görbék egymáshoz képest úgyszólván csak párhuzamos eltolódást szenvedtek, jelül annak, hogy a deformáció jellege és mértéke azonos maradt, és csak a kiindulást meghatározó alap hézagrendszer módosult.

A diagramból látható, hogy pl. teljes fékhatás (max. légnyomás) kifejtése esetén a légfékhengerekben a feltételezethez képest jelentősen nagyobb elmozdulás jön létre, amiről eddig pontos tudomásunk nem volt. Ez a körülmény fontos szempontot képezhet annak eldöntésében is, hogy adott esetben a kerékfékberendezéseket membrános vagy dugattyús rendszerűnek válasszuk-e meg: a kétféle elvű berendezés között köztudott az elmozdulási lehetőségekben fennálló jelentős különbség.

6. Összefoglalás

A gépkocsi-légfékberendezések a fejlődés során szükségszerűen egyre bonyolultabbá válnak, hogy a fokozódó követelményeket ki tudják elégíteni. Ennek kapcsán olyan új problémák merülnek fel, amelyek körültekintést és kiterjedt szakismereteket kívánnak meg a típusválasztás, az üzemeltetés és a karbantartás területén egyaránt.

A légfék késedelmi viselkedése jelentősen befolyásolja a közlekedés biztonságát. A késedelmi idő nagy mértékben függ a csőhálózat-rendszer kialakításától, a fékszerelvények típusának helyes megválasztásától, de nem utolsósorban a karbantartási tevékenység szakszerűségétől.

A késedelmi idő alakulására és a befolyásoló tényezőkre nézve a rendszerben fékezéskor kialakuló nyomásfolyamat elemzése nyújt részletes felvilágosítást. El nem hanyagolható tényezőként jelentkezik a mechanikai kerékfék szerkezet elemeinek (fékdob) rugalmas, illetve hőközta deformációja is.

Az ismertetett kutatási eredményeket az üzemeltetés és a karbantartás jól hasznosíthatja a közlekedés biztonságának növelésére.

IRODALOM

- [1] Economic Commission for Europe: Braking regulations for motor vehicles trailers and power-assisted cycles, W/TRANS/WP 29/157.
- [2] Poggi, G.: Le problème de freinage des véhicules routiers examiné du point de vue des prescriptions techniques, FISITA, 1960.
- [3] Müller, G.: Moderne Bremsprüfungen, Würzburg, 1963.
- [4] Habeck, A.: Vergleichende Betrachtungen über Druckluft-Bremssysteme in den verschiedenen Ländern, Hannover.
- [5] Sidó, F.: Fékvizsgálatok, Bp. 1963. Mérnöki Továbbképző Intézet.
- [6] Sidó, F.: A főfékszelep karakterisztikájának hatása a gépkocsi fékezésére, Autóközlekedési Kutatások, 1962. Bp. ATUKI.
- [7] Sidó, F.: Analyse des Verzugsverhaltens von Druckluftbremsanlagen durch Modellversuche, A.T.Z. Automobiltechnische Zeitschrift, 1969. évi 3. sz.

A merev vagy csuklós kapcsolat a tolóhajózásban

SCHILLING FERENC

A *tolóhajózás* európai bevezetése számos új problémát vetett fel, amelyeket már hosszabb ideje vizsgálunk. A problémák közül egyik leglényegesebb az, hogy a kontinens víziútrendszerének sok keskeny, kanyargós vízfolyására és csatornájára való tekintettel nem kell-e áttérni az eredetileg használt *merev tolatmányok* helyett a *csuklósan kapcsolt tolatmányokra*, amelyek a kanyargós, keskeny víziutakon sokkal jobban belesimulnak a görbületekbe.

Ennek a vizsgálatnak már múltja van, és mivel a csuklós kapcsolat bizonyos nehézségekkel és mindenestre költségtöbblettel jár, sokan jutottak már arra az eredményre, hogy bevezetése nem gazdaságos.

A csuklós kapcsolatnak az egyetlen előnye, hogy a kanyarokban kisebb útszélességet igényel, illetve adott útszélesség mellett ugyanazon a szakaszon hosszabb csuklós, mint merev tolatmány közlekedhet. A következőkben ezt az előnyt kívánjuk elméletileg közelebbről megvizsgálni.

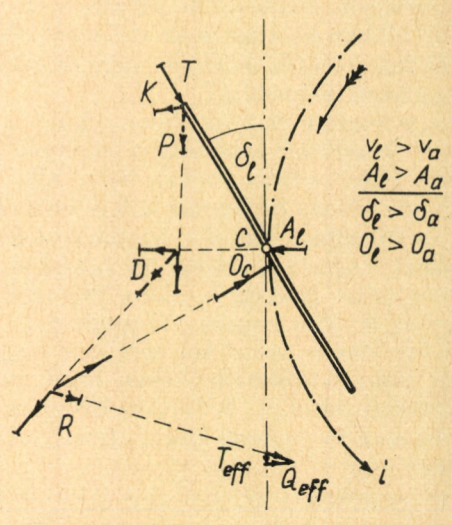
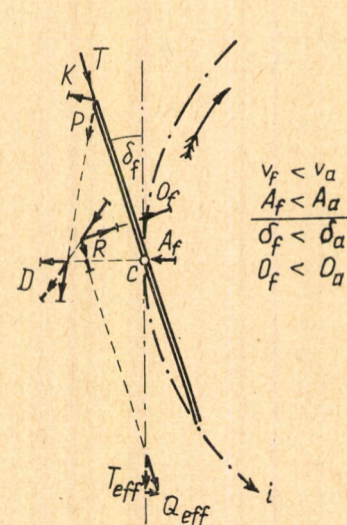
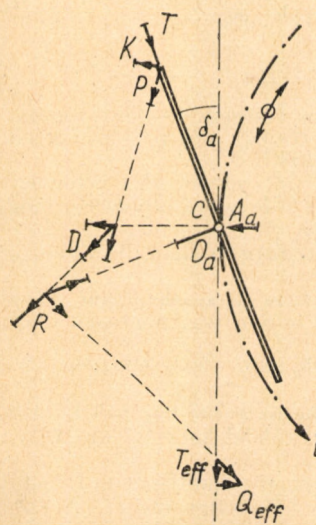
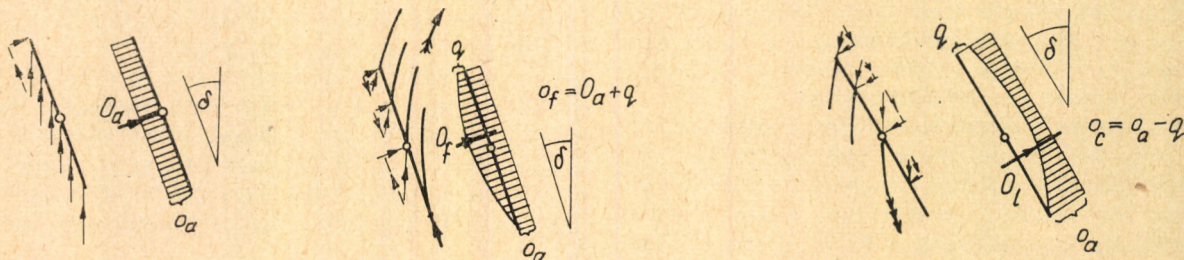
Mindenekelőtt nézzük meg azt az alapesetet (1. ábra), amikor egy *merev tolatmány* csak *passzív kormányval* holtvízben kanyarodik.

A *C* súlypontú, kettős vonallal ábrázolt hajótest az *i* irányban az eredményvonallal ábrázolt körívén halad és reá az *A_a* centrifugális erő hat. Ezt a *T* tolóerő egymagában nem tudja ellensúlyozni, ezért a *K* kormányerővel a hajótestet a körív érintőjéhez képest δ_a derivációs szöggel el kell fordítania és a haladási irányú (érintőirányú) vízellenállásnak a

hajótestre merőleges *o_a* összetevőit kell felhasználni az *O_a* oldalellenállás képzésére. Az *O_a* oldalellenállás támadási pontja egybeesik az *A_a* centrifugális erő támadáspontjával, viszont ahhoz képest a hajótest másik oldaláról hat.

Az erőjáték a következő: A *T* tolóerő a *K* kormányerővel a *P* erőt alkotja; a *P* és az *A_a* centrifugális erő eredője a *D* erő; a *D*-ből és az *O_a* oldalellenállásból származik az *R* eredő erő, amely felbontható az érintőirányú *T_{eff}* tolóerőre, amely a hajótestet előre hajtja és a *Q_{eff}* keresztirányú erőre, amely utóbbi a körpályán való haladáshoz szükséges nyomatóköt szolgáltatja. Végző soron éppen ez a *Q_{eff}* erő határozza meg visszafelé következtetve az *O_a* oldalellenállás és az ehhez szükséges δ_a derivációs szög nagyságát.

A 2. ábrán a vízfolyáson *felfelé* haladó passzív kormányú hajótest erőjátéka figyelhető meg. A különbség az előző esethez képest kettős: a vízfolyással szemben haladó hajó sebessége kisebb, ezért kisebb az *A_f* centrifugális erő is és vele szemben kisebb *O_f* oldalellenállásra van csak szükségünk. A másik különbség, hogy az *O_f* oldalellenállás képzésében ezúttal nemcsak a hajónak az állóvízben történt mozgásakor szerepet játszott *o_a* erők, hanem a vízsebességből származó, egymástól helyzetükhöz képest kissé eltérő irányú és nagyságú *q* erők is részt vesznek. Az *O_f* eredő oldalellenállás támadási pontja az előző *O_a* támadási pontjához képest kedvezőtlenebb — mégis végeredményben a



1. ábra

2. ábra

3. ábra

δ_f derivációs szög most kisebb lehet, mint előbb a δ_a volt.

A 3. ábrán a passzív kormányú merev tolatmányt lefelé haladás közben szemlélhetjük. A hajó sebességét és az A_l centrifugális erőt a lefelé folyó víz sebessége megnöveli, nagyobb O_l oldalellenállásra lesz szükségünk. Az O_l támadáspontja most kedvezőbb helyzetű, de az erő nagyságát a víz sebességéből adódó q erők csökkentik. Végeredményben a köríven való haladáshoz szükséges Q_{eff} keresztirányú erő képzéséhez itt nagyobb δ_l derivációs szögre van szükségünk, mint az állóvízi δ_a szög volt.

Ezek után vizsgáljuk meg az ugyancsak passzív kormányú csuklós hajótestet alapesetét állóvízben (4. ábra). Az egyszerűség kedvéért a sok lehetséges eset közül induljunk ki abból a legésszerűbb helyzetből, amelynél a csuklós tolatmány hátsó tagja párhuzamos az i körív érintőjével. A derivációs szög ekkor kiegészítő szöge a csuklónál az első és hátsó tag által bezárt szögnek. A tolatmány C súlypontja a csuklóponthoz közelében van és erre hat az A_a centrifugális erő. Minthogy a T tolóerő most párhuzamos az érintővel, vagyis a pillanatnyi haladási iránnyal, a hátsó tagon nem keletkezik oldalellenállás, hanem csak az első tagon. Az eredő O_a oldalellenállás támadáspontja az első tag közepe, ami kedvező a köríven haladáshoz szükséges Q_{eff} keresztirányú erő szempontjából.

Az 5. ábrán ábrázolt, felfelé haladó csuklós tolatmány esetén az O_f képzésében ismét közrejátszanak a vízsebességből származó, mind az első, mind a

hátsó tagra ható q_1 és q_2 erők is és az O_f eredő támadási helyét és irányát kissé befelé térítik el. Az A_f centrifugális erő és a kiadódó δ_f derivációs szög ismét kisebb lesz, mint állóvíz esetében a δ_a volt.

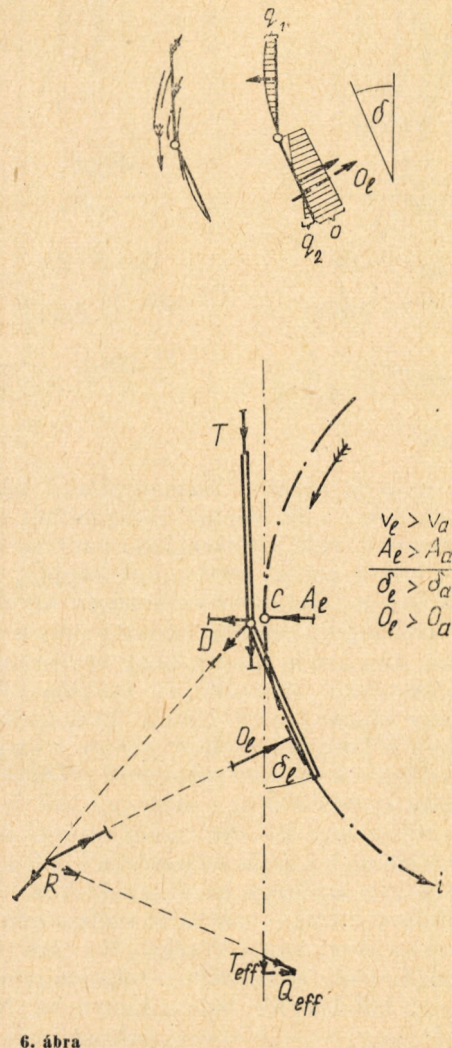
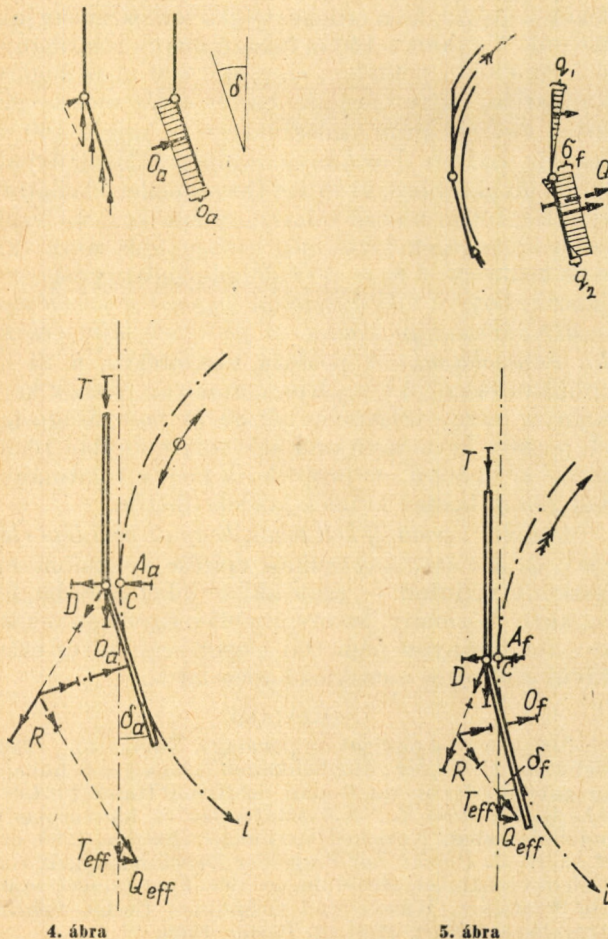
A lefelé haladó passzív kormányú csuklós tolatmány erőjátékát a 6. ábra mutatja be. Az O_l eredő oldalellenállás támadási helye és iránya távolodik a súlyponttól, az A_l centrifugális erő és a δ_l derivációs szög is nagyobb lesz, mint volt állóvíz esetében.

Mint láthatjuk, az erőjáték holtvízben, felfelé és lefelé menetben igen hasonló, a fő eltérés a derivációs szög nagyságában van. Hasonlítsuk össze ugyanabban a kanyarban a merev és a csuklós tolatmány által separt sáv szélességét (7. ábra). Mint az ábrából következik, a merev tolatmánynál az s_m szélesség jó megközelítéssel

$$s_m = L \sin \delta + B$$

ahol L a kötelék hossza, B a szélessége és δ a derivációs szög. A separt szélesség tehát a tolatmány szélességén és hosszán kívül csak a derivációs szög nagyságától függ. Csuklós tolatmánynál a separt sáv közelítő szélessége

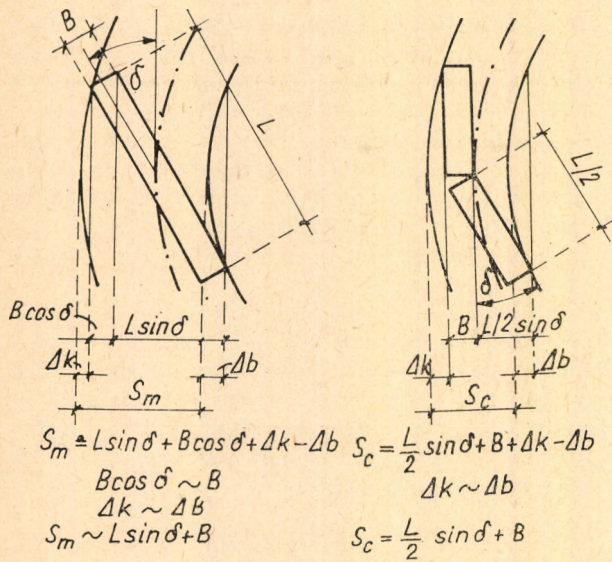
$$s_c = \frac{L}{2} \sin \delta + B$$



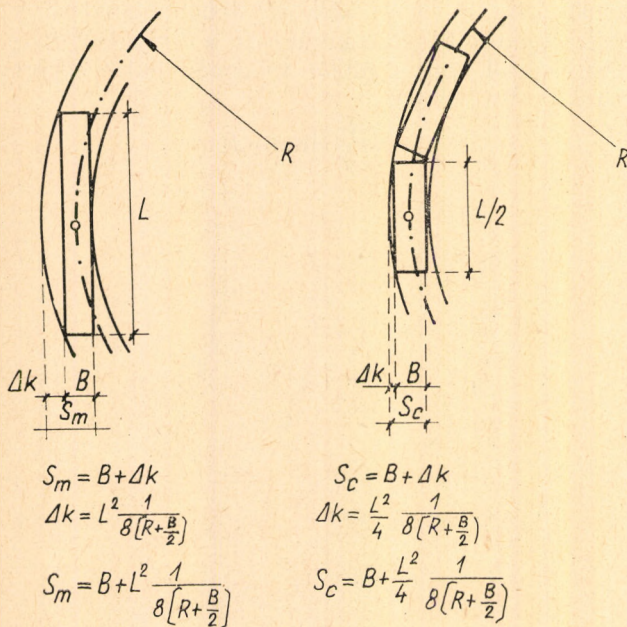
4. ábra

5. ábra

6. ábra



7. ábra



8. ábra

Ha még azzal a megengedhető feltételezéssel élünk, hogy a derivációs szög mindkét esetben — a merev és a csuklós tolatmány esetében — közel azonos, akkor azt az eredményt kapjuk, hogy a kanyarban a tolatmány szélességén kívül *feleakkora sáv* szükséges a csuklós, mint a merev tolatmány részére, ami azt is jelenti, hogy egyforma szélességű hajótestekből összeállított csuklós tolatmányból *kétszer olyan hosszú kötelék* közlekedhet ugyanabban a kanyarban, mint merev tolatmányból.

Világítsuk ezt meg számszerű példával. A kanyar sugara legyen 300 m, s ezen egy 160 m hosszú merev tolatmány 15° derivációs szöggel haladjon át. E köteléknek a saját szélességén kívül 41,5 m széles sávra van szüksége az áthaladáshoz. Ugyanitt a csuklós tolatmányának saját szélességén kívül csak 21 m-es sávra van szüksége. Ha csak ez a 21 m áll rendelkezésre, akkor merev tolatmányból csak 80 m hosszú kötelék fér bele a kanyarba. Nyilvánvaló tehát, hogy a *csuklós tolatmány*nak *keskeny, kanyar-*

gós víziúton jelentős az előnye a merev kötelékkel szemben. Vizsgálódásainkat tovább folytatva, állítsuk szembe a merev és a csuklós tolatmányt abban az esetben is, ha mindkét kötelék *aktív kormány*val van ellátva, — amikor tehát hátul két, bármely irányba állítható, egymástól függetlenül mozgatható és változtatható tolóerejű propellerrel van felszerelve, illetőleg, ha ezenkívül orrpropellerje is van. Előnyösen használható ilyen célra a Z-hajtás, Schottel Navigator, a Voith—Schneider hajtás stb. (8. ábra). Ekkor a merev tolatmány által igényelt sáv szélessége közelítőleg

$$s_m = B + L^2 \frac{1}{8 \left(R + \frac{B}{2} \right)}$$

a csuklósé pedig

$$s_c = B + \frac{L^2}{4} \frac{1}{8 \left(R + \frac{B}{2} \right)}$$

ahol *R* a görbületnek a kötelék tengelyvonaláig mért sugara.

Önmagában véve ebben az esetben a csuklós tolatmány még előnyösebbnek tűnik fel, mint az előbb, hiszen saját szélességén kívül a kanyarban csak *negyedakkora szélességű sávra* van szüksége, mint a merev tolatmányának. Ugyanolyan széles úton — ha a csuklós tolatmányának csak egy csuklója lehet — akkor ugyanúgy *kétszer olyan hosszú* csuklós tolatmány közlekedhetik, mint merev.

Ha azonban ezt az esetet is számszerű példa keretében vizsgáljuk és összehasonlítjuk az előzőleg tárgyalt, derivációs szög képzésével áthaladó kötelék esetével, igen érdekes végkövetkeztetésre juthatunk. Ugyanis a 160 m hosszú merev tolatmányának az előbbi példában szereplő, 300 m-es sugarú kanyarban aktív kormány esetén saját szélességén kívül csak 11 m-re van szüksége — míg a 160 m hosszú, passzív kormányú csuklós tolatmányának ennél jóval többre, 21 m-re! Orrpropellerrel ellátott csuklós, 160 m hosszú tolatmányok természetesen saját szélességén kívül még keskenyebb sávra van csak szüksége: 3 m-re. A példából azonban világosan látszik, hogy a *tolóhajózásban nagyobb a jelentősége az aktív kormány*nak, az *orrpropellernek*, mint a *csuklós kapcsolat*nak. A példára visszatérve, a 21 m többlétszélességű kanyarban, amelyen passzív kormányú merev tolatmányból 80 m hosszúságú fér el, passzív kormányú csuklós tolatmányból 16 m, aktív kormányú, orrpropelleres merev tolatmányból 225 m hosszú kötelék közlekedhetik.

Az aktív kormány kell tehát, hogy az első lépés legyen és a tolatmány csuklós építése — különösen keskeny víziúton — csak akkor jöhet számba, ha az aktív kormány, az orrpropeller egymaga a merev tolatmányon nem tud eleget segíteni és ezen kívül szükséges a csuklós kapcsolat is.

IRODALOM

A. Melchior : La navigation poussage, Navigation, 1960. évi 6. sz. H. Völker : Möglichkeiten gelenkiger Schubaggregate auf der oberen Donau, Schiff und Hafen, 1964. évi 11. sz. Schilling F. : Keresztáramlás és kanyarulat a tolóhajózásban, Közlekedéstudományi Szemle, 1965. évi 2. sz. H. J. Pusch : Zur Frage der Zweckmäßigkeit von Gelenkverbänden, Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau, Berlin, Schriftenreihe Schifffahrt, Heft 14. Berlin, 1968.

NEMZETKÖZI SZEMLE

Az Osztrák-Alpok újabb autópálya-tervei

KORBONITS DEZSŐ

Az Alpok hegylánca, amely Magyarország határától Ausztrián, Svájcban, majd Francia- és Olaszország határára végighaladva a Földközi-tengerig húzódik, Európa északnyugati és déli (Németország—Olaszország), illetve nyugati és déli (Franciaország—Olaszország) részeit egymástól elválasztja.

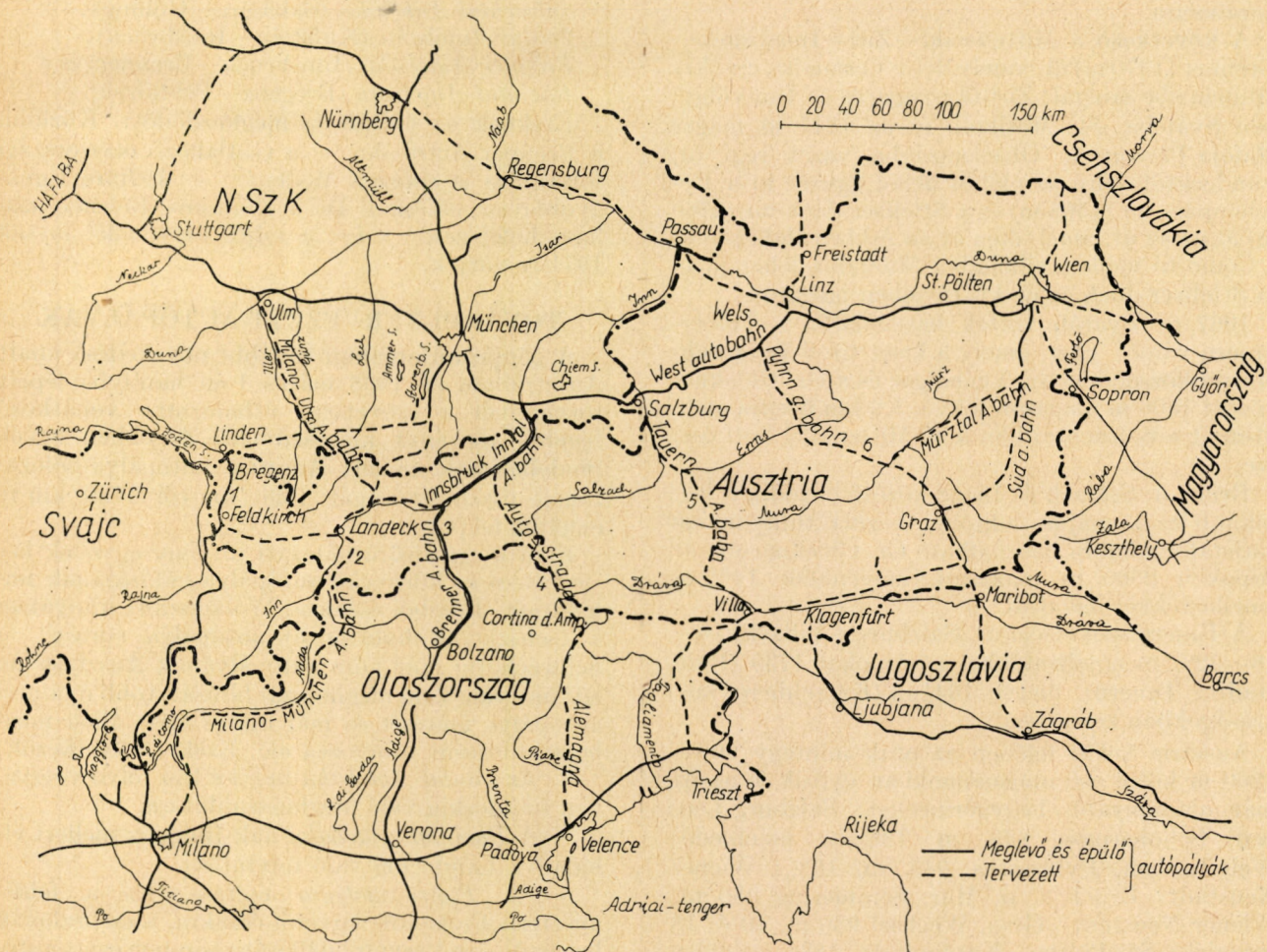
Az Alpokon át való közlekedés mindig nagy nehézségekkel és jelentős erőfeszítéssel volt csak megvalósítható. A nagy alpesi vasútvonalak és alagútjaik elkészültéig — a XIX. század utolsó negyedéig — inkább csak a késő tavaszi, nyári és a korai őszi évszakokban lehetett a hegységen átkelni. De a hirtelen érkező rosszidő-betörések még ezekben az évszakokban is napokra, hetekre lehetetlenné tették az Alpok főgerincén való átjutást; ilyen esetek során számos emberélet veszett oda. A fontosabb hágók tengerszint feletti magasságai általában 1300—2700 m közé esnek, kivéve a Földközi-tengerhez közeleső és az Ausztria keleti részén

fekvő átkelési helyeket, amelyek tengerszint feletti magasságai 900—1400 m körüliek.

A gépjármű-közlekedés általános elterjedésével az Alpokon való átkelés nehézségei újból előtérbe kerültek. Az első megoldás az volt, hogy télen a gépjárműveket vasúti kocsikra rakták és a nagy alpesi alagutakon vasúton szállították azokat át.

Az utolsó évtizedben azonban több új út és ezek részeként nagy közúti alagutak készültek. Ezek és a tervezett újabb autópályák nagy alagútjai is az Alpok főgerince alatt 1200—1300 m tengerszint feletti pályaszint magasságban haladnak át, illetve kerültek megtervezésre. Ily magasságig a gépjárműforgalom folyamatossága hó- és lavina-védőművekkel, megelőző és olvasztó-sózással, továbbá a korszerű hóeltakarító szolgálattal még télen is jól fenntartható.

Az Alpok környékén levő országok — Ausztria, Franciaország, a Német Szövetségi Köztársaság, Olaszország és Svájc — gépjármű forgalma az el-



I.ábra. Az Osztrák-Alpok autópályái

múlt néhány év alatt ugrásszerűen fejlődött. Kétségtelenné vált, hogy ezen országok belső és egymás között fellépő közúti forgalmi igényeit a már megkezdett, épülő autópályák a lehetőségek keretei között korszerűsített régi utakkal együtt sem láthatják el.

Ezért olyan újabb autópályák tervei merültek fel — és azok nagyobb részét az úthálózatfejlesztési programokba már be is illesztették — amelyek az említett országok ugyancsak erősen fejlesztendő autót- és autópálya-hálózatához csatlakozva, a mai gépjármű-forgalom többszörösének igényeit is kielégíthetik. Ugyanakkor — képletesen szólva — ezek az új autópályák a fenti területeket az Alpok hatalmas hegylánc ellenére is egymáshoz egészen közel hozzák.

Az alábbiakban e fejlődésnek Ausztriával kapcsolatos részét, a fontosabb ausztriai alpesi utakat, valamint az építés alatt levő és programba vett, tervezett vagy még csak javasolt autópályákat vázlatosan áttekintjük.

MEGLEVŐ UTAK

Ausztria nyugati szélén halad a Lochau—Bregenz—Feldkirch városokat érintő szövetségi út. Északra Lindaun át München és Ulm, délre Svájc-on át, a 6,6 km hosszú S. Bernardino alagúton keresztül Milánó irányában, keletre pedig Landeck-en át ugyancsak Svájc és Olaszország felé van kapcsolata.

A következő a Mittenwald—Zirl—Innsbruck—Brenner (1370 m) út, amely délre Veronába, északra Münchenbe szolgál; Zirltől nyugatra az Inn-völgyben Svájcba, St. Moritzon és az 1817 m magas Maloja-Passon át Olaszországba vezet régi út. Landeck-től délre az előbbi útból ágazik ki a Reschenpass-on (1508 m) és a Stielfser-Joch-on (2760 m) át az az út, amelyiken át az Adda-völgyében és a Como-tó mellett elhaladva Milánóba lehet jutni (a Stielfser-Joch az év kis részében járható).

1967 év nyarán vették használatba a Felbertauern vámos utat, amely a kelet-tiroli Windisch-Matrei községet a Gr. Venediger és a Gr. Glockner között 1600 m magasan fekvő, 5,2 km hosszú alagúton át a Salzachtal-ban levő Mittersillel köti össze.

Bruck a. Salzach és Lienz között húzódik a leginkább csak május—október között, túlnyomóan turistaforgalomra használható Gr. Glockner-út; az Alpokon 2500 m magasan, helyenként 14%-os emelkedőkkel halad át.

A Tauern szövetségi út (Salzburg—Villach) 10—18—22%-os emelkedőkkel az Alpokat 1739 (Radstadter Tauern), illetve 1641 m (Katschberg) magasságokban keresztezi.

Ausztria keleti felében az utak mintegy 900—1200 m körül eső magasságokban győzik le az itt már alacsonyabb hegygerinceket: Salzburg-Leoben, Schoberpass, 849, m 18%-os emelkedő; Wels-Leoben, Pyhrnpass 945 m, 10%; Wiener Neustadt—Bruck a. d. Mur, Semmering 980 m; Wiener Neustadt—Graz, Wechsel 980 m, 10 és 18 százalék; St. Pölten—Kapfenberg, 18%; végül a Graz—Klagenfurt, Pack Sattel, 1166 m, 10%.

ÉPÜLŐ AUTÓPÁLYÁK

Az osztrák szövetségi úthálózat forgalmi terhelése 1951—1960 között 88%-kal [1], 1960 és 1964 között pedig további 50%-kal növekedett. Az előzőleg felsorolt utak — az 1967-ben megnyitott Felbertauern utat kivéve — az így megnövekedett közúti forgalmat a korszerű közlekedés biztonsági és gazdaságossági követelményei szerint — jellemzőik miatt — lebonyolítani már nem voltak képesek; ugyanis 3%-nál nagyobb emelkedőkön a nehéz gépjárművek üzemeltetési költségei rohamosan emelkednek, továbbá a régi utak teljesítő-képessége sem volt elegendő.

Ezért — és mivel az 1950-től bevezetett szövetségi ásványolaj-adóptlék azt lehetővé is tette — az osztrák szövetségi úthálózat pályáinak korszerű megerősítését az 1958—1962 és 1963—1967. évi programokban, részben átépítésekkel is, jelentősen előrevitték. Az 1965—1970. évi program keretében pedig 4670 km átmenő forgalmú szövetségi út megerősítése és fagybiztos átépítése történik meg.

A szövetségi úthálózat átépítésével párhuzamosan 1090 km hosszúságú autópálya-hálózat építését is törvényben biztosították. Ezekből 1965 év végéig 336 km készült el és került forgalomba [1].

Ebből az 1090 km hosszú autópálya-hálózatból a következők az alpesi autópályák:

Südautobahn (Bécs—Villach—Arnoldstein);

Salzachtal-Autobahn (Salzburg—Golling);

Inntal-Autobahn (Kufstein—Innsbruck);

Brenner-Autobahn (Innsbruck—Brenner) és a

Rheintal-Autobahn (Bregenz—Feldkirch).

Ezeknek az építése is megkezdődött. Közülük a Brenner-Autobahn — a csatlakozó olaszországi folytatása is egészen Modenáig — 1970-re legnagyobb részét elkészül. De a Klausen—Bolzano szakasz befejezését, s így a teljes útvonalát is csak 1971-re várják.

TOVÁBBI TERVEZETT AUTÓPÁLYÁK

A gépjárműforgalom további növekedése miatt Ausztriában az 1968 május 1-én hatályba lépett törvénnyel a szövetségi úthálózatra vonatkozó régebbi törvényt kiegészítették és ebben egyéb rendelkezések mellett Ausztria autópálya-hálózatának összhosszúságát 1090 km-ről 1780 km-re emelték fel [6].

Ez a kiegészítő úthálózati törvény egyebek között Bécs és környéke autópálya-hálózatának fejlesztését, Bécsből északra, Wolkersdorf irányában a csehszlovák határig új autópálya építését, a Schwechatig már kész autópályának Ausztria keleti határáig való meghosszabbítását, több új alpesi autópálya építését és már építés alatt állók meghosszabbítását irányozza elő. Ezek a következők:

— Az *Inntal-Autobahn*-nak az Inn folyó völgyében Landeckig való meghosszabbítása.

— A *Rheintal-Autobahn*-nak Bludenz mellett elhaladva Landeckig való folytatása.

— A *Pyhrnautobahn* építése. Ez a felső-ausztriai Freistadt várostól északra, a csehszlovák határról — a Prágától déli irányban tervezett autópálya folytatásaként — kiindulva. Linznél a West-

autobahn-ba csatlakozik és vele 30 km hosszúságban közös nyomon halad. Majd abból Sattledtnél délkeletre tartással kiágazva a 945 m magas Pyhrn-pass-on át, továbbá Leoben és Bruck a. d. Mur mellett elhaladva Grazba érkezik. Onnét pedig délkeletre irányulva Spielfeldnél éri el a steierországi jugoszláv határt (Maribortól északra 24 km-re). Hossza a csehszlovák és a jugoszláv határok között mintegy 380 km; ebből 350 km lenne új építés [6].

— A *Tauernautobahn* építése. Ez az autópálya a Salzachtal-Autobahn folytatásaképpen Salzburgot és Karintiát köti össze. Először nagyjában délkeleti, majd déli irányban haladva, az Alacsony-Tauern főgerince alatt 6,2 km hosszú alagúttal 1340 m, a Katschbergen pedig 5,3 km hosszú alagúttal 1200 m tengerszint feletti magasságban halad keresztül. Tovább a Millstatti tónál és a Dráva völgyében vonul, végül Villachtól keletre a Südautobahn-ba csatlakozik. Előtervét 1965–1967 között már a legmodernebb felvételi és számítási eljárásokkal kidolgozták. Emelkedői általában 4%-nál kisebbek; csupán a Tauern-alagút feljáróin terveztek rövid szakaszon 4,65%-ot. A 3,5%-nál nagyobb emelkedőin a nehéz gépjárművek részére harmadik nyomot is irányoztak elő. Építendő hossza 155 km (Salzburg és Villach városok távolsága 170 km). Vámos út lesz [2].

— A kb. tizenkét év óta — ugyancsak vámos útként — tervezett, ún. „*Autostrada Alemagna*” szintén a megvalósuláshoz közeledik; olaszországi részén az első csákányütést 1968 év őszén megtették. Ez az Alpokat átszelő, tervezett autópálya Velencétől kiindulva, valószínűleg Cortina d'Ampezzo mellett elhaladva a Zillertal-on át Kufsteinig vezetne és ott az Inntal-Autobahnhoz csatlakozna (onnét Münchennel Rosenheimen át a salzburg—müncheni autópálya révén lenne összeköttetése). Ha elkészül, rajta a münchen—velencei utazás személygépkocsin 4–5 óra lenne. Elkészülése idejére a salzburg—müncheni autópálya tehermentesítésére Rosenheim és München között újabb négy nyomú autópályát terveznek. Az Ausztriába eső szakasza, mintegy 60 km, több mint 600 millió DM-ba kerülne, amelyből körülbelül 220 millió DM esne a Zillertalban fekvő Mayrhofen és a kelet-tiroli St. Jakob közé eső vonalrészen szükséges 7 km hosszú alagútra.

Ezen autópálya osztrák szakasza építésének megkezdését pénzügyi nehézségek — oly aggály, hogy a beruházás a vámbevételekből megtérül-e — hátráltatták. Erre nézve megnyugtatónak tekintik, hogy a Felbertauern út és alagút beruházásai az eddigi bevételek szerint az előirányzott 8 év helyett 5 év alatt visszatérülnek; de ugyanakkor tartanak a többi alpesi autópálya versenyétől. Arra is utalnak, hogy az 1968-ban a Német Szövetségi Köztársaságban fennállott „5 fő:1 gépjármű” arány (Ausztriában 1968-ban ez 7:1 volt) 12–15 év múlva 3:1 arányra fog változni [9].

— A gépjárműforgalom igen erős növekedéséből előállott helyzet következtében az 1968 év október elején Innsbruckban tartott közös értekezleten Ausztria, Olaszország és a Német Szövetségi Köztársaság megbízottjai elhatározták, hogy a *Mi-*

lánó—Stielfser Joch—Landeck—Lermoos—Garmisch—München, illetve Lermoosból kiágazva a *Lermoos—Kempten—Ulm* nyomvonalon új gyorsforgalmi utat létesítenek, amelynél az autópálya jelleget biztosítják; építését mielőbb megkezdik. Ugyanakkor az út vonalvezetése tekintetében is egyetértés alakult ki [8].

A Milánó—Stilfsi hágó—Lermoos—München (illetve Lermoos—Ulm) gyorsforgalmi út Milánóból Lecco érintésével a Como-tó keleti oldalán, majd a Valtellina völgyben, az Adda folyó mentén, Bormionál elhaladva, a 2760 m magas Stilfsi hágó, az Alpok főgerince alatt 1300 m tengerszintfeletti magasságban építendő, kb. 15,8 km hosszú alagúton át éri el Spondiniget. Onnét nyomvonala az 1508 m magas Reschenpass-on, Landecken, az 1209 m-es Fernpass-on és Lermooson át a Zugspitze-től nyugatra elhaladva, Garmisch érintve Murnauba érkezik. Ott a már csaknem odáig elkészült München—Lindau autópályához csatlakozik. Lermoostól Kemptenen és Memmingen át Ulmig kiágazása lesz. Esetleg a Fernpass-tól Füssen át a Starnberg-tó nyugati oldalán Starnbergbe, az odáig már elkészült autópályáig is lenne összeköttetése. Hossza Milánótól Münchenig 498 km, az ulmi kiágazásé 152 km lesz. Nagy gazdasági jelentőségéért európai út („E”) is lesz.

Az út munkái Olaszországban jól megindultak és már ki is fejlődtek. Bajorországban Kempten és Memmingen között egy keresztezésmentes, egypályájú (kétnyomú) szakaszt már forgalomba helyeztek, Memmingen és Ulm között már a kétpályás építés folyik. Ausztriában először a Reschenpass és Füssen közé eső részt egypályás, 7,5 m széles, keresztezésmentes autótútként építik át és később második iránypályával egészítik majd ki.

Az Osztrák-Alpokat tehát egy évtizeden belül már hat, észak—déli, illetve délkeletre irányuló, négy nyomú autópálya szeli majd át.

— Végül, mint javaslatról, a „*Mürztal-Autobahn*”-ról kell említést tenni [4]. Ez az autópálya a Südautobahn-ból, Wiener Neustadtnál kiágazva a Semmeringet 890 m magasságban 6,5 km hosszú alagúttal keresztezve, a Mürz folyó völgyében dél-nyugatra vezetve, Lainsachnál (Leoben közelében) a Pyhrnautobahn-ba csatlakozna. Hossza 114 km, legnagyobb emelkedője 3%, a legkisebb ívsugara 500 m lenne.

A Mürztal-Autobahn létesítését az teszi szükségessé, hogy a Mürztal környéke Ausztria egyik igen magas fejlettségű iparvidéke, s ennek kielégítéséhez az ott haladó bécs—trieszti szövetségi útnak közel 1400 db gépjármű/ó forgalmat kellene egyes szakaszokon lebonyolítani, de erre az nem alkalmas.

GAZDASÁGI VONATKOZÁSOK

Az Alpok ausztriai részén át a nagyjából észak—déli irányban épülő, illetve tervezett autópályák hazánkat gazdasági tekintetben némely vonatkozásban kedvezőtlenül érinthetik.

Ezek egyike az, hogy a hazánktól 800—1000 km közúti távolságra eső délnémetországi gyümölcs- és zöldségfelvevő piacok majd akkor, ha az épülő-

1. táblázat

A magyar és az olaszországi gyümölcs- és zöldségtermelőhelyeknek a délnémet piacoktól számított távolságkülönbsége

Termelőhelyek központjaitól	A szállítási távolságok tájékoztató nagyságai, km					
	Münchenbe	Ulmba	Stuttgartba	Regensburgba	Nürnbergbe	Frankfurtba
Milánóból	500	520	610	603	660	790
Veronából	450	510	600	580	610	780
Padovából	380	540	630	480	540	800
Kecskemétről	790	920	1010	740	840	1100
Átlagos szállítási távols.-többség Kecskeméttől	347	397	397	177	237	310

illetve tervezett osztrák alpesi autópályákat forgalomba veszik, az olaszországi hasonló termelési központokból igen kedvező útkörülmények között (az emelkedők csak nagyon rövid szakaszokon haladják meg a 3–3,5 %-ot, nagy teherbírású és nagy teljesítőképességű utak, kifogástalan pályákkal állanak majd rendelkezésre), 500–800 km távolságú úttal már elérhetőek lesznek. Az 1. táblázat adatai erre kellő tájékoztató áttekintést nyújtanak.

A táblázatban felsorolt rendeltetési városoknak Magyarországtól (Kecskeméttől) számított együttes közepes szállítási többlet-távolsága 310 km-re tehető. Ha 1,40 Ft/netto tonnák szállítási önköltséggel számolunk, a 310 km többlet szállítási távolság költsége a szállítmány minden kg-ja után 43,4 fillér; rezsivel együtt azonban mintegy 52–55 fillér/kg.

Ezt a hátrányt — csak részben — a termények érési idejének befolyásolásával lehetne enyhíteni, ha csak az nem jelentene nagyobb kiadásokat, hogy hamarabb érkezzenek a piacokra.

A másik kedvezőtlen hatás, amelyet országunkra az új alpesi autópályák megnyitásuk után kifejtenek, abban foglalható össze, hogy a Tauernautobahn Európa északnyugati részéből, a Pyhrnautobahn pedig a Német Demokratikus Köztársaságból és Csehszlovákiából Jugoszláviába és az egész Balkánra rövid és jó, gazdaságos út-összeköttetéseket biztosítanak majd, amelyek hazánktól az e viszonylatba eső átmenő forgalmat részben vagy túlnyomóan elvonhatják. Ennek a hátrányai kétségtelenek lennének [3].

Megelőző kivédésére — kihasználva kedvező földrajzi helyünket, igen jó topográfiai és meteorológiai körülményeinket — a már meglévő Sopron — Keszthely — Balatonszentgyörgy autótutunkat keresztésmentessé téve és négynyomú autópályává átalakítva, továbbá azt ugyancsak autópályaként

a Dunántúl délkeleti részébe a megfelelő jugoszláviai csatlakozási hely irányában meghosszabbítva, lehetne eredményes lépést tenni.

Ennek a kérdésnek a mielőbbi való megvizsgálása célszerű lenne.

A fent javasolt autópálya Európa északnyugati és délkeleti részei, különösen pedig Belgrád és Bécs között, Magyarország nyugati részén át — a Balaton érintésével — igen előnyös, rövid és gyors összeköttetést adna, amely a személygépjárművek számára az utazási idő tartamában, a nehéz gépjárművek részére pedig időben és az üzemeltetési költségekben is figyelemreméltó megtakarítást jelentene.

IRODALOM

- [1] Kodrić, E.: Der Stand des Ausbaues der Bundesstrassen und Autobahnen in Österreich. Österreichische Ingenieur-Zeitschrift, 1967 szept.-i és okt.-i sz.
- [2] Dr. Fornara, G.: Das Projekt der Tauernautobahn, Österreichische Ingenieur-Zeitschrift, 1967 szept.-i sz.
- [3] Korbonits D.: A Tauernautobahn tervezetének magyar vonatkozásai, Közlekedéstudományi Szemle, 1968 évi 3. sz.
- [4] Petrović, P.: Gedanken über eine neue Autobahnverbindung zwischen Niederösterreich und Steiermark, Österreichische Ingenieur-Zeitschrift, 1968. jún.-i sz.
- [5] Seltenhammer, U.: Ankermauer an der Brenner-Autobahn, Österreichische Ingenieur-Zeitschrift, 1968 jún.-i sz.
- [6] Kodrić, E.: Das vorgesehene Netz der Autobahnen in Österreich, Österreichische Ingenieur-Zeitschrift, 1968 jún.-i sz.
- [7] Korbonits D.: Az osztrák szövetségi utak és autópályák építésének két évtizede, Közlekedéstudományi Szemle, 1968. évi 8. sz.
- [8] Schmidt, K. H.: Bayern und die Lombardei kommen sich näher, Süddeutsche Zeitung, 1968 okt.
- [9] Sturm, N.: Wettlauf um neue Alpenstrasse, Süddeutsche Zeitung, 1968 nov.
- [10] Ducati, S.: Autostrada del Brennero, Segnalazioni Stradali, 1969 febr.-i sz.

- Ференц Такач: Венгерский метод определения размера движения по шоссе на дорогах в перспективе** 481

Будапештский Исследовательский Институт Шоссеиных Дорог в рамках планирования развития сети шоссе определил удельный уровень обеспеченности парка средств передвижения по шоссе на дорогах. На основании вышеуказанных и демографических данных, институт вывел ожидаемые размеры движения по отдельным типам средств передвижения до насыщенности. На основании вышеуказанной работы автор статьи знакомит читателей с ожидаемым размером выработки автопередвижных средств Венгрии до 1990-го года.

- Д-р Эндре Керкапой—д-р Йозеф Надь: Научное развитие строительства и содержания железных дорог** 485

Секция по Железнодорожному Транспорту Венгерской Академии Наук закончила работу по составлению международного состояния железнодорожной транспортной науки. Данная статья является одной из разделов вышеуказанного труда. Авторы статьи дают полный круговой обзор о всех важнейших проблемах развития железнодорожного пути, и относящихся научно-исследовательских работах.

- Шандор Лэринц—д-р Карой Вейхингер: Оформление окрестности автомобильных дорог** 494

Авторы статьи рассматривают эстетические потребности, связанные с оформлением окрестности автомобильных дорог и одновременно сделают конкретное подробное предложение для создания открытых музеев для выставления палеонтологических экспонатов, найденных при строительстве венгерской автомобильной дороги „М-7“.

- Лайш Буза Киш: Взаимосвязь между диаметром колеса железнодорожного подвижного состава, давлением колесных пар, скоростью и сопротивлением рельса** 496

Движение по железнодорожному пути оказывает большое касательное давление на головку рельса. С непрерывным ростом скорости и размера движения вышеуказанное явление всё более имеет большое значение. Автор статьи подробно рассматривает взаимосвязь между давлением колеса и диаметром колеса и на основании этого делает важные выводы о развитии сопротивления рельса принимая во внимание при этом ожидаемые предъявляемые требования к подвижному составу в перспективе.

- Михай Тот: Проект разрешения транспортной проблемы Будапешта во время Советской Республики** 505

Автор статьи знакомит читателей с проектом по созданию сети скоростной железной дороги столицы, который был разработан в 1919-ом году во время Венгерской Советской Республики. Данная статья сообщит важнейшие данные и строительные характеристики 6 запланированных скоростных железнодорожных линий.

- Д-р Ференц Шидо: Возможности использования новых результатов в области исследования воздушных тормозов с целью увеличения безопасности движения автомобильного транспорта** 509

Данная статья знакомит читателей с новыми исследовательскими результатами, достигнутыми в области действия оборудования воздушных тормозов автомашин. Эти результаты реализуются при выборе типов и содержания автомашин.

- Ференц Шиллинг: Жёсткое или шарнирное соединение при осуществлении судоходства толкач-буксиром** 514

Автор статьи сравнивает жёсткое и шарнирное соединение в случае пассивного и активного руля. Он докажет, что у толкача-буксира больше значение имеет активный руль, т. е. носовой пропеллер, чем шарнирное соединение. Последнее на исключительно узком водном пути можно принять во внимание, и только в том случае, если активный руль в недостаточном размере управляет жёстко соединённые баржи.

Международный Обзор:

- Дэжэ Корбонич: Новые автострады в Австрийских Альпах** 517

Статья кратко знакомит читателей со существующими и строящими автострадами в Австрийских-Альпах. Вслед за этим он информирует читателей о запланированных строительствах автомобильных дорог и излагает их ожидаемые влияния на размеры венгерского движения, на экспорт венгерских овощей и фруктов. Далее он делает предложение на строительство одной новой венгерской автострады.

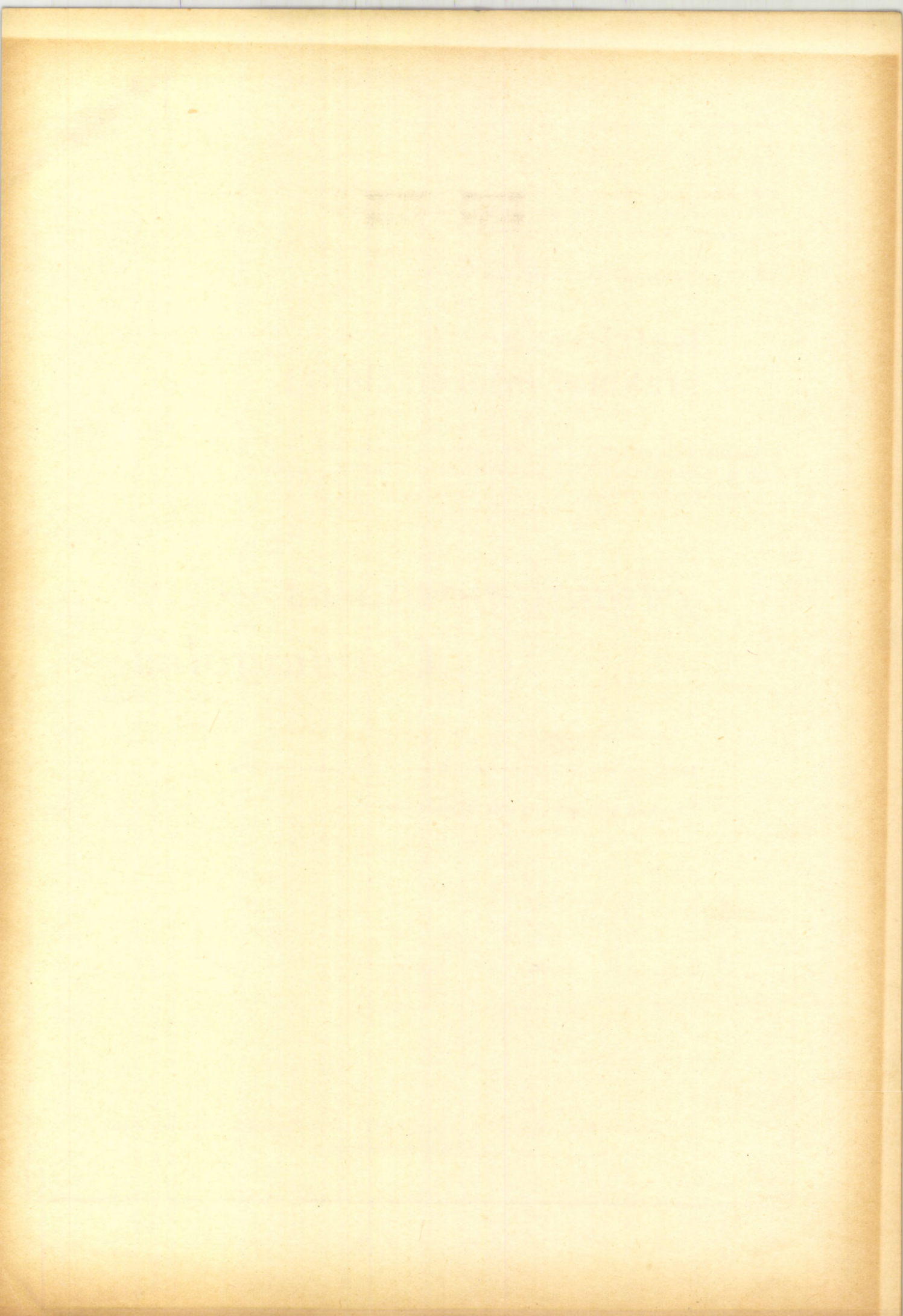
- Ferenc Takács: Methode der Bestimmung des auf lange Sicht zu erwartenden Strassenverkehrs in Ungarn* 481
 Das Budapester Forschungsinstitut für Strassenwesen hat im Rahmen der Entwicklungsplanung des Landesstrassennetzes das spezifische Versorgungsniveau des Strassenfahrzeugbestandes ermittelt und auf Grund dessen und der demographischen Daten die zu erwartenden numerischen Werte der Sättigung je Fahrzeugart abgeleitet. Der Verfasser gibt darauf gestützt die bis 1990 auf den Strassen von Ungarn zu erwartenden Kraftfahrzeugleistungen bekannt.
- Dr. Endre Kerkápoly—Dr. József Nagy: Wissenschaftliche Entwicklung des Eisenbahnstreckenbaus und der Gleisunterhaltung* 485
 Der Unterausschuss Eisenbahnverkehr der Ungarischen Akademie der Wissenschaften hat den internationalen Lagebericht der Eisenbahn-Verkehrswissenschaft zusammengestellt. Die Studie ist ein Kapitel aus diesem Werk, sie bemüht sich einen vollen Rundblick sämtlicher Entwicklungsprobleme des Eisenbahngleises und der bezüglichen wissenschaftlichen Forschungsarbeit, bzw. der in dieser Hinsicht bestehenden Anforderungen zu geben.
- Sándor Lőrinc—Dr. Károly Weichinger: Gestaltung der Umgebung von Autobahnen* 494
 Die Verfasser werfen die ästhetischen Ansprüche im Zusammenhange mit den Autobahnen, bzw. ihrer Umgebung, auf, und stellen ausführliche Anträge betreffend die Errichtung von Museen im Freien neben der Autobahn M 7 in Ungarn, für die Demonstration von geologischen Gebilden, einheimischen Pflanzen, paläontologischen Funden und archäologischen Ausgrabungen.
- Lajos Buza Kiss: Zusammenhänge des Raddurchmessers von Eisenbahnfahrzeugen, des Raddruckes, der Geschwindigkeit und der Schienenfestigkeit* 496
 Während der Abwicklung des Eisenbahnbetriebes wird ein sehr grosser Berührungsdruck auf den Schienenkopf ausgeübt, dessen Bedeutung mit der Erhöhung der Geschwindigkeit und der Last ständig zunimmt. Der Verfasser untersucht den Zusammenhang zwischen Raddurchmesser und Raddruck ausführlich und leitet daraus wichtige Folgerungen betreffend das Eisenbahngleis und die Entwicklung der Schienenfestigkeit, ab, mit Rücksicht auf die Anforderungen die künftig durch die Fahrzeuge gestellt werden.
- Mihály Tóth: Lösungsentwurf für die Verkehrsprobleme von Budapest in der Zeit der Räterepublik* 505
 Der Verfasser gibt den Plan bekannt, der in 1919, in der Zeit der Räterepublik, in der Hauptstadt bezüglich Ausgestaltung eines grossangelegten Schnellbahnnetzes ausgearbeitet wurde. Die Abhandlung gibt die wichtigsten Daten und Konstruktionsmerkmale der geplanten 6 Linien bekannt.
- Dr. Ferenc Sidó: Anwendungsmöglichkeiten der neuen Forschungsergebnisse betreffend die Druckluftbremse zwecks Erhöhung der Sicherheit des Kraftwagenverkehrs* 509
 Nach der Schilderung der Verzögerungsdauer bei der Betätigung der Druckluftbremsvorrichtung des Kraftwagens, sowie der Sicherheitsforderungen, gibt der Verfasser die neuen Forschungsergebnisse bekannt, die bei der Typenwahl, bzw. bei der Instandhaltungstätigkeit verwertet werden können.
- Ferenc Schilling: Starre oder Gelenkkupplung in der Schubschiffahrt* 514
 Der Verfasser vergleicht die starren und Gelenkkupplungen im Falle eines Passiv- und Aktivruders. Er weist nach, dass das Aktivruder und die Bugschiffschraube in der Schubschiffahrt eine grössere Bedeutung als die Gelenkkupplung haben. Die Letztere kann nur auf besonders schmalen Wasserstrassen in Betracht kommen, wenn das Aktivruder der starren Schubeinheit nicht genügend Hilfe leisten kann.
- Auslandschau:*
- Dezső Korbonits: Neue Autobahnen in den Österreichischen Alpen* 517
 Die Abhandlung beschreibt kurz die vorhandenen Strassen und die Bau im befindlichen Autobahnen in den Österreichischen Alpen. Anschliessend informiert er über die geplanten Autobahn-Bauten und behandelt deren voraussichtlichen Einfluss auf den Verkehr in Ungarn und auf die Gemüse- und Obstausfuhr, dann beantragt er den Bau einer neuen ungarischen Autobahn.

- Ferenc Takács: Méthode de la détermination prospective du trafic routier à attendre en Hongrie* 481
 L'Institut des Recherches de la Route à Budapest a déterminé dans le cadre des projets du développement du réseau routier de la Hongrie le niveau de l'équipement du parc des véhicules routiers et sur la base de celui-ci on a déduit — pour les différentes espèces des véhicules — les valeurs exprimées en chiffres à attendre jusqu'à la saturation. L'auteur expose sur cette base les rendements des véhicules automobiles à attendre sur les routes de la Hongrie jusqu'à 1990.
- Dr. Endre Kerkápoly—Dr. József Nagy: Développement scientifique de la construction et de l'entretien de la voie ferroviaire* 485
 La Sous-Commission des Communications ferroviaires de l'Académie des Sciences de Hongrie a fait un tour d'horizon de la science des communications ferroviaires. L'étude constitue un chapitre de cette enquête. Les auteurs tâchent de faire un tour d'horizon complet sur tous les problèmes importants du développement de la voie ferroviaire ainsi que sur le travail des recherches scientifiques y relatives et sur les demandes présentées sur ce domaine.
- Sándor Lőrinc—Dr. Károly Weichinger: La construction des alentours des autoroutes* 494
 Les auteurs posent les demandes esthétiques se présentant en rapport avec la construction des autoroutes et de leurs alentours et font des propositions détaillées concernant l'établissement de musées en plein air à constituer des formations géologiques, des plantes indigènes, des trouvailles paléontologiques, des explorations archéologiques à côté de l'autoroute M-7 en Hongrie.
- Lajos Buza Kiss: Connexion entre le diamètre de roue du véhicule ferroviaire, la pression de la roue, la vitesse et la résistance du rail* 496
 L'exploitation ferroviaire se déroule en exerçant une très grande pression de contact sur le champignon du rail dont l'importance devient toujours plus grande à cause de l'accroissement de la vitesse et de la charge. L'auteur examine d'une façon approfondie la connexion entre la pression et le diamètre de la roue et tire de celle-ci des conséquences importantes concernant le développement de la voie ferroviaire, de la résistance du rail en tenant compte des exigences que soulèveront prévisiblement les véhicules dans l'avenir.
- Mihály Tóth: Projet pour la solution des problèmes de communications de Budapest à l'époque de la République des Conseils* 505
 L'auteur expose le projet qui a été élaboré en 1919 à l'époque de la République des Conseils en Hongrie pour le développement d'un réseau express d'une grande étendue dans la capitale. L'étude décrit les données principales des 6 lignes projetées et leurs caractéristiques de construction.
- Dr. Ferenc Sidó: Possibilités de l'utilisation des résultats nouveaux sur le domaine de la recherche des freins à air comprimé pour augmenter la sécurité de la circulation des automobiles* 509
 Après avoir esquissé le temps de retard dans le fonctionnement des installations des freins à air comprimé des automobiles et les exigences de la sécurité, l'auteur décrit les résultats des recherches récentes qu'on peut faire valoir lors du choix du type et de l'activité de l'entretien.
- Ferenc Schilling: Accouplement rigide ou accouplement à articulation dans la navigation à pousse* 514
 L'auteur compare les accouplements rigides et les accouplements à articulation dans les cas d'un gouvernail passif et actif. Il démontre que le gouvernail actif, l'hélice de nez, a une importance plus grande que l'accouplement à articulation. Ce dernier n'entre en ligne de compte que sur les voies navigables particulièrement étroite ou le gouvernail actif ne peut pas assez aider à la péniche poussée rigide.
- Revue Internationale:*
- Dezso Korbonits: Autoroute récente dans les Alpes autrichiennes* 517
 L'étude expose brièvement les routes existantes dans les Alpes autrichiennes ainsi que les autoroutes sous construction. Après il renseigne sur la construction projetée d'autoroutes, esquisse l'influence de celle-ci à attendre sur la circulation en Hongrie, à l'exportation des légumes et des fruits et fait une proposition pour la construction d'une nouvelle autoroute hongroise.

SUMMARY

Page

- Ferenc Takács: Evaluation Method of the Prospective Road Traffic in Hungary* 481
 In the framework of the planning scheme of the national road system development the Budapest Road Research Institute has evaluated the specific provision level of road vehicle stock and based on that and on demographic data it has derived numerical values of each kind of vehicles to be expected until saturation. On this basis the author describes the motor vehicle performances to be expected on the roads of Hungary until 1990.
- Dr. Endre Kerkápoly—Dr. József Nagy: Scientific Development of the Construction of Railway Tracks and of their Maintenance* 485
 The Railway Transport Subcommittee of the Hungarian Academy of Sciences has collected the international situation report of railway transport sciences. The study represents one chapter of that work. It makes an attempt to give a full picture of all important development problems of the permanent way and of the related scientific research work as well as of the relevant requirements, respectively.
- Sándor Lőrinc—Dr. Károly Weichinger: Shaping of the Environment of Motorways* 494
 The authors raise the aesthetic requirements related to motorways and their environment, respectively, and suggest the establishing of open-air museums by the side of the motorway M-7 in Hungary for the exhibition of geological formations, indigenous plants, palaeontological finds and archeological excavations.
- Lajos Buza Kiss: Connection of the Diameter of Railway Vehicle Wheels, of the Wheel Load, of the Velocity and of the Rail Strength* 496
 The railway traffic takes place by exerting a great contact load on the railway head, the significance of which increases more and more with the growth of the speed and load. The author investigates in detail the connections between the wheel diameter and load and derives important consequences for the development of the railway track and rail strength regarding to the requirements to be expected on the side of vehicles.
- Mihály Tóth: Draft Solution of Communication Problems in Budapest at the Time of the Republic of Councils* 505
 The author describes the plan elaborated in 1919 at the time of the Republic of Councils for the establishing of a large-scale rapid transit system in the capital. The study informs on the main data and constructional features of the planned 6 lines.
- Dr. Ferenc Sidó: Possibilities of the Utilization of New Research Results in Air Braking for the Sake of the Increasing of Safety of Automobile Traffic* 509
 After having outlined the delay time occurring in the functioning of automobile air braking installations and the safety requirements the study describes the new research results that can be realized in the choice of types and at the maintenance activity, respectively.
- Ferenc Schilling: Rigid or Articulated Coupling in Push-Boat Operated Navigation* 514
 The author compares the rigid and articulated couplings in the case of an active or passive rudder, respectively. He demonstrates that the active rudder and the bow-propeller have more importance in pushed operating than the articulated coupling. The latter can be taken into consideration only on extremely narrow waterways, if the active rudder can't give enough assistance to the rigidly coupled barges.
- Foreign Review:*
- Dezső Korbonits: New Motorways of the Austrian Alps* 517
 The study briefly describes the existing roads of the Austrian Alps, then the motorways under construction. Further it informs of the planned motorway constructions and shows their influence to be expected on the traffic in Hungary and on the export of fruits and vegetables then it suggests the construction of a new Hungarian motorway.



A vállalati gazdálkodás eredményessége, a termelékenység emelése
és az önköltség csökkentése szempontjából alapvető fontosságú
az anyagmozgatás és csomagolás fejlesztése

A különböző ágazatok sokrétű igényeinek megfelelő

legfrissebb szakmai információkat

szolgáltatja e téren a MTESZ Központi Anyagmozgatási Bizottsága
és az Anyagmozgatási és Csomagolási Intézet közös gondozásában megjelenő
műszaki-gazdasági folyóirat, az

Anyagmozgatás — Csomagolás

Nélkülözhetetlen minden érdekelt gazdálkodo szerv számára!

Megjelenik kéthavonta, 48 oldal terjedelemben

Előfizetési ára:	fél évre	30,— Ft
	egy évre	60,— Ft
	egy példány ára	10,— Ft

Előfizethető a Posta Központi Hírlap Iroda 61066 közületi csekk számlán vagy átutalható
az MNB 8. egyszámlájára