

300.706

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI

★ SZEMLE



X. ÉVFOLYAM 12. SZÁM

1960. DECEMBER HÓ

2

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLÉ

A Közlekedéstudományi Egyesület lapja

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

Орган Научного 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 COMMUNICATION

Monthly of the Scientific Association for Communication

Megjelenik havonta

Főszerkesztő:
Harmati Sándor

Szerkesztő:
Dr. Czére Béla

Szerkesztő bizottság:

Dr. Csanádi György, Ertl Róbert, Fekete György,
dr. Gáll Imre, dr. Nemesdy Ervin, Novák István,
Nyári Sándor, dr. Papp Endre, Prohászka László,
Rostásy István, dr. Ruisz Rezső, dr. Szabó Dezső,
Szentgyörgyi Károly, dr. Vásárhelyi Boldizsár

Szerkesztőség:

Budapest, VIII., Múzeum u. 11.
Telefon: 131-819

Felelős kiadó:
Solt Sándor

Kiadja: Műszaki Könyvkiadó
Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22.
Telefon: 113-450, 113-452, 112-291

Terjeszti:

Posta Központi Hírlap Iroda
Budapest, V., József nádor tér 1.
Telefon: 180-850

Előfizetés és ügyfélszolgálat:
V., József nádor tér 1 (üzlethelyiség)
Telefon: 183-022

Előfizetési ára:

1 évre 72,— Ft
Egyes szám ára: 6,— Ft
Csekk számszám: 61.229

X. ÉVF. 12. SZÁM

1960 DECEMBER HÓ

TARTALOM

<i>Lehotzky Kálmán:</i> Az Erzsébet-híd forgalmi vizsgálata	529
<i>Dr. Jenei Kálmán:</i> Az üres vasúti teherkocsik elosztása lineáris programozással	540
<i>Bajza Endre:</i> A mozdonykazan lángboltjának kialakítása	551
<i>Dr. Ruisz Rezső:</i> Az 1958. évi budapesti utasszámlálás főbb eredményei	560
Nemzetközi szemle:	
<i>Jándy Géza:</i> A Nemzetközi Automatizálási Szervezet moszkvai kongresszusa	572
Egyesületi hírek	576

E számunk szerzői:

Lehotzky Kálmán, okl. mérnök, az Út- Vasúttervező V. irányító tervezője; *dr. Jenei Kálmán*, MÁV tanácsos, a Vasúti Tudományos Kutató Intézet tudományos munkatársa; *Bajza Endre*, okl. gépészmérnök, MÁV főmérnök, a Vasúti Tudományos Kutató Intézet tudományos munkatársa; *dr. Ruisz Rezső*, okl. közgazda, a Belkereskedelmi Kutató Intézet osztályvezetője; *Jándy Géza*, okl. gazdasági mérnök, az Út- Vasúttervező V. irányító tervezője.

Címképünk:

Ilyen lesz az újjáépülő budapesti Erzsébet-híd

Az Erzsébet-híd forgalmi vizsgálata

LEHOTZKY KÁLMÁN

Az *Erzsébet-híd* küszöbönálló újjáépítésével a két hídfő környékének jelenlegi forgalmi helyzete lényegesen megváltozik. A híd megnyitásával előálló új helyzet nem lesz azonos a régi Erzsébet-híd fennállásakor létezett helyzettel, mert a főváros közúti forgalma az elmúlt 20 esztendő alatt mind mennyiség, mind összetétel tekintetében nagymértékben fejlődött. Ez a fejlődés koránt sincs még lezárva és a híd forgalombahelyezése elől mintegy 5 esztendő alatt is számottevően módosul.

Mivel a híd — ha még olyan hatalmas műszaki alkotás is — elsősorban nem esztétikai vagy sztatikai remekmű, hanem a forgalom minél tökéletesebb lebonyolításának eszköze: pályája, — nem elegendő csupán építőművészi vagy szerkezeti szempontból megvizsgálni. Létesítése csak akkor indokolt, ha népgazdasági szempontból is előnyös, vagyis a feléje irányuló *forgalmi igényeket* minél tökéletesebben kielégíti.

Az Erzsébet-híd létesítésének népgazdasági előnyeire vonatkozóan már készültek tanulmányok.¹ Ezek egyértelműen kimutatták, hogy az építési költségek — a közúti járművek útrövidülése folytán előálló üzemanyag és egyéb megtakarítások révén — aránylag rövid idő alatt megtérülnek. Egymagában ez a tény is teljes mértékben indokolná a híd mielőbbi felépítésének szükségét. De ezt a dunaátkelési forgalmi igények rohamos növekedése most már égetően sürgőssé is teszi.

Annak érdekében, hogy az újjáépülő híd a főváros forgalmi hálózatába minél tökéletesebben beilleszthető legyen, meg kellett vizsgálni a híd megépülte után várható forgalmi helyzetet. Ennek ismeretében lehet csak az e tekintetben szükségesnek mutató intézkedéseket idejében megtenni. Ez a vizsgálat egyúttal arra is alkalmas volt, hogy a híd várható terhelésének ismeretében, a híd szükséges teljesítőképessége — pályaszélessége — tekintetében is támpontokat nyújtson.

A közúti híd és a hozzá csatlakozó úthálózat jó kapcsolatának nagy jelentőségét legjobban igazolja az a tény, hogy a külföldön újabban épült Erzsébet-híd nagyságrendű városi közúti hidaknál az építési költségeknek általában csak mintegy 1/3 része esett a tulajdonképpeni folyami hidra, míg azok mintegy 2/3 részét a csatlakozó útfeljárók és csomópontok megfelelő kiképzésére fordították.

¹ L. Dr. Gáll Imre: Az Erzsébet-híd szerepe Budapest közlekedésében, Közlekedéstudományi Szemle, 1956. évi, 9. sz.

A következőkben az Erzsébet-híddal kapcsolatos *forgalmi vizsgálatról* kívánunk képet adni, amelyet az *Út- Vasúttervező Vállalat* (UVATERV) végzett el. E munkák az alábbi három főcsoportra tagolhatók:

- I. A jelenlegi forgalmi helyzet feltárása.
- II. A közúti forgalom várható fejlődésének előrebecslése.
- III. A Duna-hidak és az Erzsébet-híddal csatlakozó úthálózat teljesítőképességének és forgalmi fejlődésének vizsgálata.

I. A JELENLEGI FORGALMI HELYZET FELTÁRÁSA

A forgalmi helyzetet megvizsgáltuk: 1. az Erzsébet-híd nélkül és 2. az Erzsébet-híd 1959-ben való létezését feltételezve.

1. Az Erzsébet-híd nélkül

Budapestre vonatkozóan átfogó forgalmi vizsgálat még nem történt, így a forgalmi viszonyok feltárása érdekében *forgalomszámlálások* kellett tartani. Ezek, a lehetőségekhez alkalmazkodva, csak a Duna-hidakra, illetőleg az Erzsébet-híd hídfőinek közvetlen környezetére terjedhettek ki. Az összes Duna-hidak átkelő célforgalmi számlálását az *Útügyi Kutató Intézet* (UKI) 1957. november hóban végezte el. Az UVATERV 1959. október hóban statikus forgalomszámlálást tartott az összes Duna-hidakon, valamint az Erzsébet-híd hídfőjéhez csatlakozó utakon. Ez alkalommal a fontosabb bekanyaradó forgalomra vonatkozóan is végeztünk számlálást.

A napi forgalom évi átlagának számításánál felhasználtuk az UKI által 1955/56. évben végzett országos forgalomszámlálást, valamint az ezt követő időszakban elsősorban végzett néhány számlálás eredményét.

A kapott értékeket azután egységjárműre számítottuk át és így is ábrázoltuk. Az ábrázolásnál az *egység járműben* (=Ejmű=személygépkocsi) megadott terhelést — járműtípusok szerinti megosztásban — a terhelési szalag szélessége jelzi, amely ily módon jól szemlélteti a nehezebb és lassabb járművek útfelület-igénybevévő hatását. A szalagokba a napi forgalom évi átlaga darabszámban számjegyekkel van feltüntetve, a további felhasználás céljaira.

A terhelési térképek tanulmányozása alapján az Erzsébet-hídhídfői környékének *jelenlegi forgal-*

mára vonatkozóan az alább megállapítások tehetők:

A budai hídő környéke

A Gellért rakpart terhelése igen erős, naponta több mint 11 000 Ejmű. Ez a Döbrentei téren több, egymástól csak kisebb mértékben különböző erősségű áramlásra oszlik. Az Árok utca, Attila körút, Döbrentei utca, Ybl rakpart és Hegyalja út terhelése egyenként 2000—2700 Ejmű/nap értékű.

A pesti hídő környéke

Legerősebb a Belgrád rakpart forgalma, mintegy 9400 Ejmű/nap. Ez a terhelés a Petőfi térnél három részre oszlik. Az alsórakpart, az Apáczai Csere János utca forgalma 5000—5400 Ejmű/nap, a volt Piarista ház alatti átjáró kereken 1700 Ejmű/nap.

A Váci utca északi részéről 7250 Ejmű érkezik naponta, amelyből mintegy 5000 a Szabadsajtó útra kanyarodik, mintegy 2000 Ejmű egyenesen tovább halad.

A Felszabadulás téri csomópontba jelenleg (1959) naponta átlagosan az alábbi Ejmű mennyiség lép be:

Honnan	Ejmű/nap
Kossuth Lajos utca	3 375
Egyetem utca	4 025
Petőfi utca	2 385
Szabadsajtó út	2 790
Összesen	12 575

Csúcsóra értékek

A teljesítőképesség szempontjából a csúcsóra terhelések a mértékadók. Az erre vonatkozó részletes vizsgálatok szerint átlagos csúcsóra terhelésként a napi forgalom évi átlagának 9%-a vehető fel. Mértékadó terhelésül ennek 1,2-szerese irányozható elő az egy órán belüli lökészerű terhelésekre figyelemmel.

A forgalom növekedésével azonban a csúcsóra százalék csökken. Külföldi tapasztalatok szerint a Budapest nagyságrendű városoknál a belvárosi forgalomban a 30 órás mértékadó terhelés a napi forgalom évi átlagának 7%-a körül van. Mintegy 15 éves előrebecslésről lévén szó, vizsgálatainknál mértékadó terhelésül — kellő biztonsággal — a napi forgalom évi átlagának 9%-át fogadtuk el.

2. Az Erzsébet-híd feltételezésével

A további vizsgálatok érdekében elő kellett állítanunk azt a forgalmi sémát, amely mutatkozott volna, ha az Erzsébet-híd a forgalomszámlálás alkalmával már állott volna. E célra felhasználtuk az UKI által 1957 november hóban végzett duna-hídi célforgalmi számlálások eredményét. Mivel azonban az azóta eltelt időben a főváros közúti forgalma már erőteljesen növeke-

dett, az 1957. évi adatokat — felhasználásuk előtt — az 1959. évi értékekre kellett átszámítani.

A célforgalmi vizsgálatokból bizonyos következtetést lehetett levonni arra nézve, hogy mely járművek vették volna igénybe az Erzsébet-hídat, ha abban az időben már állt volna. A célforgalmi számlálásoknál ugyanis a járművezetők arra a kérdésre is feleltek, hogy „igénybevette volna-e az Erzsébet-hídat?” Az erre beérkező feleletek szerint az egész Duna-átkelő forgalom 35%-a az Erzsébet-hídat választotta. Ennek a feltűnő aránynak, vagy inkább aránytalaságnak ellenőrzésére két módot használtunk: 1. megvizsgáltuk a Duna-hidak forgalmának eddigi fejlődését, 2. megállapítottuk az Erzsébet-híd vonzáskörzetét és a célforgalmi vizsgálatból kiválasztottuk azokat az utazásokat, amelyeknek ténylegesen előnyt jelentene az Erzsébet-híd igénybevétele. Mindkét vizsgálatot részletesen elvégeztük és azok egyértelműen azt mutatták, hogy a járművezetőktől beérkezett válaszok egy része nem reális (az új forgalmi létesítmény vonzó hatása) és maximálisan a darabszám szerinti *Duna-átkelő-forgalom mintegy 16%-a* használhatta volna indokoltan az *Erzsébet-hídat*. Ennél nagyobb arányú igénybevétel csak azon időszakokban állhat elő, amidőn a szomszédos Duna-hidak (Lánchíd, Szabadság-híd) már annyira túlterheltek, hogy az eredetileg itt átkelni szándékozó járművek a torlás okozta nagy idővesztés megelőzésére — kerülő útján is — az Erzsébet-hídat veszik igénybe.

Az összforgalom 16%-a a háború előtt tapasztalt 16%-kal szemben forgalomnövekedést jelent, mert a háború előtti legutolsó, 1939. évi számlálás alkalmával még csak 5 Duna-híd volt, most pedig 6 Duna-híd létezését vettük figyelembe, mivel időközben az Árpád-híd megépült.

Az 1957. november 27-én és 1959. október 22-én a Duna-hidakon tartott 14 órás *forgalomszámlálások összehasonlítása az 1. táblázat* szerinti eredménnyel járt.

1. táblázat

Az 1957. és 1959. évi forgalomszámlálások összehasonlítása

Járműfajta	Darabszám		Növekedés	
	1957. évi	1959. évi	db	%
Személygépk.	18 238	24 164	5 926	32,5
Motorkerékpár	3 661	5 381	1 720	47,0
Autóbusz	5 003	6 463	1 460	29,0
Tehergépkocsi	16 399	17 913	1 514	9,3
Összesen :	43 301	53 921	10 620	24,7

A fogat- és kerékpárközlekedés elhanyagolható. A forgalom növekedése tehát évente több, mint 10%.

Az egyes hidak járműfajtankénti terhelésének százalékos növekedése a 2. táblázat szerinti képet adja (1957—1959).

2. táblázat

A Duna-hidak járműfajtánkénti terhelésének százalékos növekedése (1957—1959)

Járműfajta	Petőfi-híd	Szabadság-híd	Lánchíd	Margit-híd	Árpád-híd
Szgek	+75%	+14%	+38%	+23%	+46%
Mkp	+72%	+12%	+40%	+56%	+68%
Aub	+4%	+18%	+18%	+57%	+73%
Tgk	+50%	+4%	-63%	-24%	+32%
Fogat	-40%	—	—	—	-4%

A célforgalmi vizsgálatok során az 1957. évi értékeket a fenti fejlődésnek megfelelően az 1959. évi értékekre számítottuk át. A vizsgálatok alapján az Erzsébet-híd 1959. évi terhelésének valószínű értéke — ha a híd ekkor már állt volna — a 3. táblázat szerint alakulna.

3. táblázat

Az Erzsébet-híd feltételezett terhelése 1959-ben

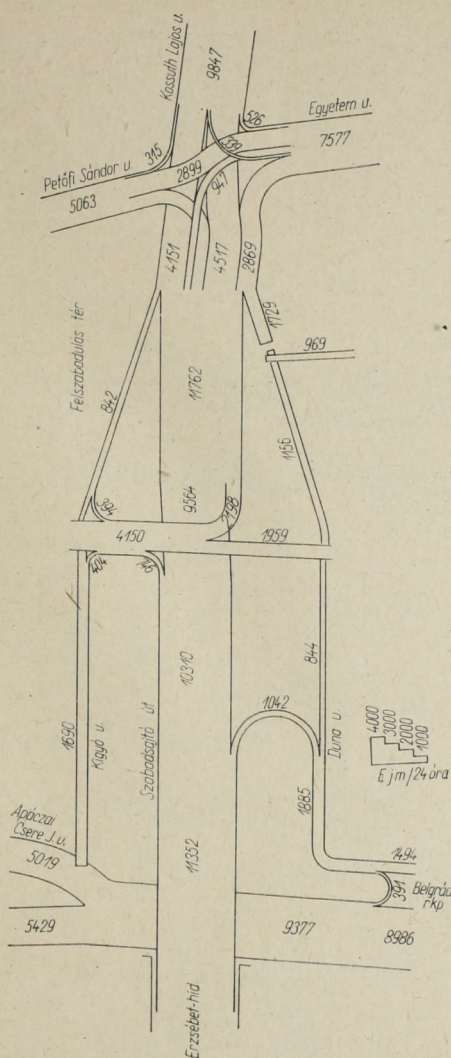
Járműfajta	Darab	Ejmű
	naponta	
Személygépkocsi	4917	4 917
Motorkerékpár	1468	734
Autóbusz	1941	3 882
Tehergépkocsi	910	1 820
Összesen	9236	11 353

Ezt a feltételezett terhelést a célforgalmi vizsgálatok alapján elosztottuk a budai és pesti hídfőkhöz csatlakozó utakon. A pesti oldalra vonatkozó terhelést az 1. ábra mutatja.

A forgalom megfelelő elosztása érdekében az autóbuszjáratok egy részének útvonalát módosítani kellett. Mivel erre vonatkozólag hivatalos állásfoglalás még nem történt, azt tartottuk szem előtt, hogy a Szabadság-híd és Lánchíd az autóbuszjáratoktól lehetőleg mentesüljön, mert ezen hidak teljes leterhelése már most megtörtént. Elsősorban azokat az autóbuszvonalakat helyeztük át az Erzsébet-hídra, amelyek jelenlegi uticéljaik alapján reálisan számbajöhetnek. Ilyenek a 7., 8., 19. jelzésű járatok. Ezeknek száma azonban nem tette ki a híd becsült autóbusz terhelését. Ezért még a 2. járat egy részét is ide terheljük, feltételezve, hogy az Erzsébet-híd forgalombahelyezésével e viszonylat is módosul és részben az Erzsébet-hídon halad át. Erre vagy hasonló intézkedésre a Belváros autóbuszforgalmának tehermentesítése érdekében valószínűleg amúgy is sor kerül.

Figyelembe vettük azt is, hogy az elméleti Erzsébet-hídon áthaladó járművek egy része már ma is terheli a hozzájáró utakat. Így pl. a 7., 8., 2. autóbusz, vagy a Kossuth Lajos utcából jobbra-balra kanyarodó, illetőleg a Lánchídra és Szabadság-hídra a Dunaparttól felhajtó járművek egy része stb. Az 1. ábra ezeknek a feltételezéseknek figyelembevételével készült.

Megjegyezzük, hogy előirányoztuk a 2., 8. és 65. viszonylatú autóbuszok végállomásának jelen-

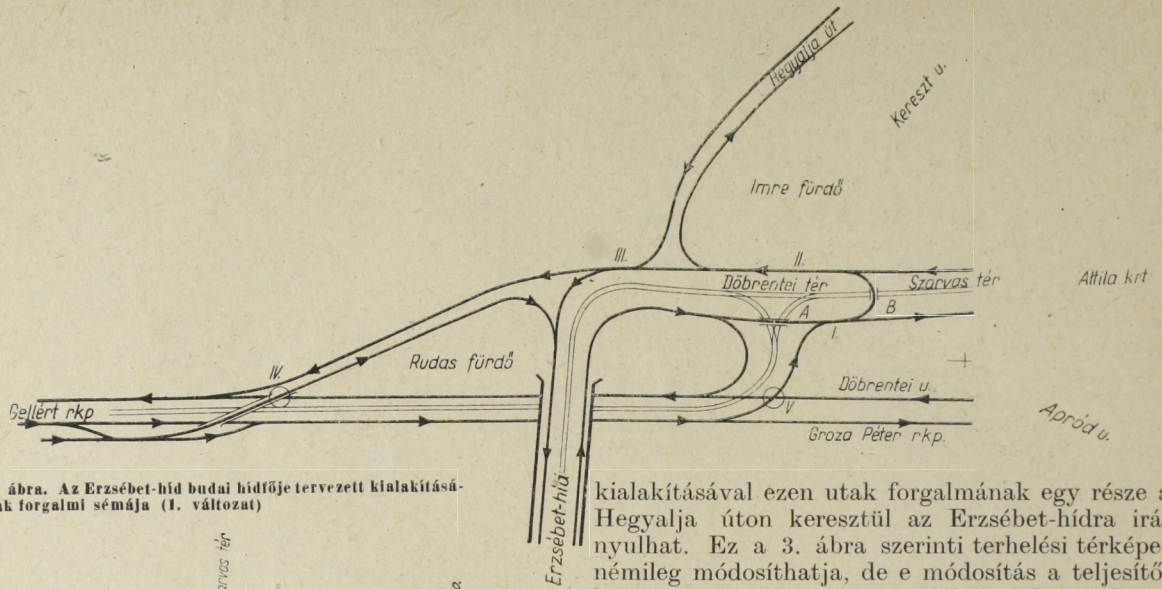


1. ábra. Az Erzsébet-híd pesti hídfőjének terhelési ábrája (1959)

legi helyükről való áthelyezését. A 8. és 65. viszonylaté időközben már meg is történt, a 2. viszonylaté még hátra van. Ez ugyanis igen körültekintő megfontolást kíván és valószínűleg csak a híd forgalombahelyezése alkalmával oldható meg véglegesen.

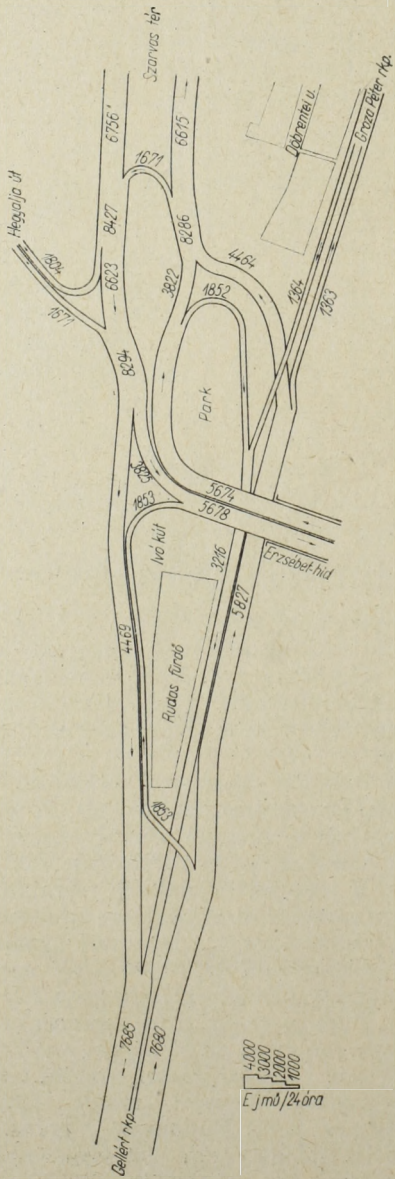
A budai hídfőhöz csatlakozó úthálózat kiképzésére vonatkozóan tervezet készült. E szerint a közúti forgalom a villamos vasúti vágányokat a Döbrentei téren kiképzett körjáratban felüljáróval keresztezi. A tervezett kialakítás forgalmi sémáját a 2. ábra szemlélteti. A jelenlegi úthálózatra kidolgozott terhelést azért a tervezett útrendszerre át kellett dolgoznunk. A 3. ábra a tervezett csomópont mai valószínű terhelését szemlélteti.

A 80. sz. Budapest—győri út korszerű átépítése folyamatban van és ez az út képezi majd az E 5. jelű Európa-út magyarországi szakaszának egy részét. Ugyancsak korszerű autóúttá épül át a közeljövőben a 7. sz. Budapest—Nagykanizsa—varasdi út Székesfehérvárig, illetőleg a Balatonig terjedő szakasza is. Az Alkotás utca és a Hegyalja út, valamint csomópontjaiknak megfelelő

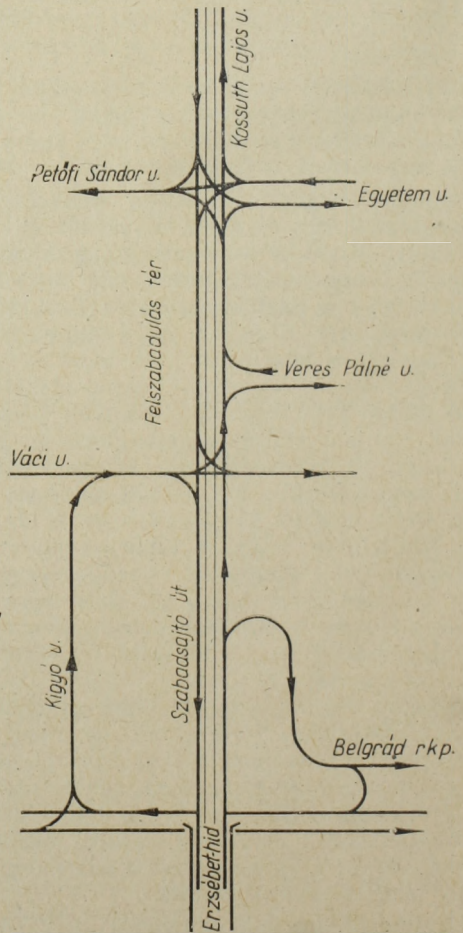


2. ábra. Az Erzsébet-híd budai hídfője tervezett kialakításának forgalmi sémája (1. változat)

kialakításával ezen utak forgalmának egy része a Hegyalja úton keresztül az Erzsébet-hídra irányulhat. Ez a 3. ábra szerinti terhelési térképet némileg módosíthatja, de e módosítás a teljesítő-képesség vizsgálata szempontjából csak azt jelenti, hogy a fonodásoknál előrebecsült terhelések a számított időpontnál előbb következnek be. Ezért, valamint azért is, mert az ebből származó terhelés nagyságára és belépésének időpontjára nézve semminemű megbízható támponttal nem rendel-



3. ábra. Az Erzsébet-híd budai hídfője tervezett kialakításának terhelési ábrája (1. változat, 1959)



4. ábra. Az Erzsébet-híd pesti hídfőjének forgalmi sémája

keztünk, ennek figyelembevételétől eltekintetünk.

A *pesti hídfő* környékének jelenlegi helyzetével szemben lényeges változást — az adottságok miatt — nem terveztek. Itt csupán a Belgrád rakpart felé vezető lejáró, illetőleg az onnan a hídra vezető feljáró teljesítőképesebb kiképzésére kerül sor. A *pesti hídfő* környék forgalmi sémáját a 4. ábra szemlélteti. Terhelése a jelenlegi helyzet alapján kidolgozott terheléssel (1. ábra) azonosnak vehető.

II. A KÖZÚTI FORGALOM VÁRHATÓ FEJLŐDÉSÉNEK ELŐREBECSLÉSE

Tekintettel arra, hogy az Erzsébet-híd csak 1965-ben készül el, amikor a jelenleginél lényegesen nagyobb forgalom várható, vizsgálatainkat a *forgalom várható fejlődésére* is ki kellett terjeszteni.

A *forgalom előrebecslésére* többféle eljárást dolgoztak ki.² Ezeket a célnak és a rendelkezésre álló adatoknak megfelelően lehet alkalmazni. A hazai fogyatékos adatgyűjtemény miatt az előrebecslésnél a külföldi forgalmi fejlődésekre is figyelemmel kellett lenni. Ezért becslési eljárásunknál a „nagyból a kicsibe” elvet tartottuk szem előtt, hogy a hibalehetőségeket minél jobban csökkentjük.

A forgalom előrebecslés érdekében először az ország gépjárműállományának várható fejlődését tettük vizsgálat tárgyává. Erre vonatkozóan a történelmi trend csak igen hézagos és megbízhatatlan támpontot szolgáltat. Ezért a valószínű fejlődésre a második ötéves tervben előirányzott gépjárműállomány növekedést vettük alapul, azzal a feltételezéssel, hogy a további ötéves tervekben a fejlődés legalább ekkora lesz. Ez nyilvánvalóan alacsony előirányzat, mert a fejlődés e téren — a világszerte tapasztalt irányzat szerint — növekvő arányú. Mivel azonban a későbbiekben a forgalom növekedését a gépjárműállomány növekedésével arányosnak vettük, ezzel a mérsékelt feltevessel figyelembe vettük azt a valószínű körülményt is, hogy a gépkocsik számának növekedésével azok kihasználása — az ország kis terjedelme miatt — bizonyos mértékben csökkenni fog.

Az eddigi tapasztalatok szerint az ország gépkocsiallómanyanak mintegy 50%-a *budapesti*. Ezen arány megváltozására egyelőre semmi jel sem mutat és így ezt a tervezési távlatban — 15 év — érvényesnek tekintettük.

Mindezen megfontolások alapján elkészítettük az ország és Budapest gépjárműállományának járműfajták szerinti fejlődési trendjét, valamint az egy gépjárműre eső lakosságot és az 1000 lakosra eső gépjárműszámot. Ezekre az adatokra azért volt szükségünk, hogy becslésünk realitását jobban ellenőrizhessük és összevethessük a fejlettebb országok és nagyvárosok hasonló adataival.

Vizsgálataink a hazai motorizáltsági jelzőszámok alakulására a 4. és 5. táblázat szerinti képet adták.

² *Lehotzky Kálmán*: A közúti forgalom előrebecslésének módszerei. Közlekedéstudományi Szemle 1959. évi 3. sz.

4. táblázat

Az országos motorizáltsági jelzőszámok várható alakulása

Év	Lakos/szgek	Szgek/1000 lakos	Lakos/gjmű	Gjmű/1000 lakos
1949	717	1,4	268	3,7
1956	924	1,1	150	6,7
1959	448	2,2	92	10,9
1965	147	6,8	49	20,4
1975	74	13,5	31	32,3

5. táblázat

A budapesti motorizáltsági jelzőszámok várható alakulása

Év	Lakos/szgek	Szgek/1000 lakos	Lakos/gjmű	Gjmű/1000 lakos
1949	230	4,4	81	12,3
1956	295	3,4	94	10,6
1959	152	6,6	42	23,8
1965	56	17,9	24	41,5
1975	30	33,4	15	66,6

Összehasonlításként néhány kisebb európai ország motorizáltsági fokának alakulását is bemutatjuk (lásd 6. táblázat).

6. táblázat

Néhány kisebb európai állam motorizáltságának alakulása (1950—1958)

Állam	Személygépkocsi/1000 lakos			Fejlődés, % 1950—1958
	1950	1957	1958	
Ausztria	7	33	40	470
Belgium	32	60	63	97
Csehszlovákia	—	8	—	—
Dánia	27	55	63	132
Finnország	—	—	31	—
Görögország	—	—	3,7	—
Hollandia	14	30	38	171
Írország	31	49	—	—
NDK	—	7	—	—
Magyarország	1,4	1,3	1,8	28
Norvégia	20	39	50	150
Spanyolország	3	4	5,8	93
Svédország	36	115	118	228
Svájc	31	68	77	148

A felderített adatok beható mérlegelése alapján a *budapesti gépjárműforgalom minimális átlagos növekedésére* az alábbi *szorzószámokat* tartottuk alkalmazhatónak:

Járműfajta	Növekedési tényezők	
	1959—1965	1959—1975
Személygépkocsi	3	6
Motorkerékpár	1,5	2,5
Tehergépkocsi	1,5	2,5
Autóbusz	1,5	2,5

A Budapestre vonatkozó komplex közlekedés-fejlesztési terv hiányában az egyes forgalmi áramlások intenzitásának növekedését egyenlőnek té-

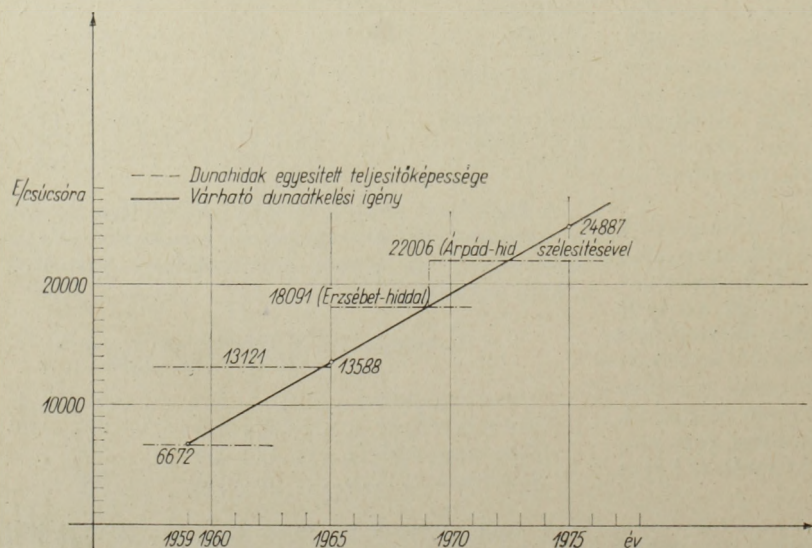
teleztük fel. A Belváros forgalma legalább a város forgalmának átlagos növekedésével egyenlő mértékűen növekszik. Ezért az Erzsébet-híd megnyitása (1965) alkalmával várható forgalmi helyzetet az előzőek szerint az 1959. évre kidolgozott forgalmi terheléseknek a fenti szorzószámokkal történt megnövelésével állítottuk elő.

A budai hídfőkönyök kialakításának módosításával kapcsolatban — amiről később szólunk — 1960. október 4-én a Szarvas tér környékén kiegészítő forgalomszámlást tartottunk. Ennek eredményét összevetve az 1959. évi október 21-i forgalomszámlálással megállapítható, hogy a közben eltelt nem egészen egy esztendő alatt a budai Duna-part forgalma mintegy 20%-kal emelkedett. Ez az általunk végzett forgalomelőrebecslés helyességét alátámasztja.

III. A DUNA-HIDAK ÉS AZ ERZSÉBET-HÍD HÍDFŐIHEZ CSATLAKOZÓ ÚTHÁLÓZAT TELJESÍTŐKÉPESSÉGÉNEK ÉS FORGALMI FEJLŐDÉSÉNEK VIZSGÁLATA

1. A DUNA-HIDAK TELJESÍTŐKÉPESSÉGE ÉS FORGALMUK FEJLŐDÉSE

A Duna-átkelőforgalom lebonyolítása szempontjából alapvető fontosságú a meglévő és létesítendő Duna-hidak teljesítőképességének ismerete. A teljesítőképesség megállapításához a hazai adatokon kívül elsősorban a *Highway Capacity Manual* (HCM) értékeit használtuk fel. Az ott található értékeket az európai tapasztalatoknak megfelelően a folyó pályán átlagosan 25%-kal megnöveltük. A hídfők zavaróhatását 25 km/ó átlagos haladási sebesség alapulvételével vettük figyelembe. Az így nyert értékek megfelelnek a Lánchíd és Szabadság-híd tapasztalati teljesítőképességi értékeinek és így ez a számítások helyességét alátámasztja.



5. ábra. A Duna-hidak összesített teljesítőképessége és a Duna-átkelési igények várható fejlődése

7. táblázat

A budapesti közúti Duna-hidak számított teljesítőképessége

A hid megjelölése	Jellemző adatok	Teljesítőképesség Ejmú/ó
Árpád-híd	11,00 m útpálya, közepén kétvágányú villamos, 20% jobbrakanyarodó szigeti forgalom	1075
	18,20 m útpálya, közepén kétvágányú villamos, 6% jobbrakanyarodó szigeti forgalom (tervezett kiépítés)	4990
Margit-híd	18,00 m útpálya, közepén kétvágányú villamos, 7% jobbra és 7% balrakanyarodó szigeti forgalom	4500
Lánchíd	6,45 m útpálya	1556
Erzsébet-híd	18,20 m útpálya, közepén kétvágányú villamos (tervezett kiépítés)	4970
Szabadság-híd	10,68 m útpálya, közepén kétvágányú villamos.	1050
Petőfi-híd	18,00 m útpálya, közepén kétvágányú villamos.	4940

Az egyes hidakra kapott értékeket a 7. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban feltüntetett teljesítőképességi értékek csak akkor érhetőek el, ha a hídfőknél nincsen lényegesebb keresztező forgalom és az odavezető, valamint elvezető utak és csomópontok kiképzése a feltüntetett forgalmi mennyiségek folyamatos áramlását lehetővé teszi.

Ezután összehasonlítottuk a hidak teljesítőképességét a várhatólag feléjük irányuló forgalmi igényekkel. A szemléletesség érdekében az összehasonlítást grafikusán is elvégeztük (5. ábra). A forgalom fejlődését az egyes hidakon egyenletesnek feltételezve, az alábbi következtetésekre juthatunk:

A Duna-hidak összesített teljesítőképessége jelenleg (1959) 13 121 Ejmú/ó, csúcsóra terhelése 6672 Ejmú/ó. Ez a terhelés azonban nem a teljesítőképességek arányában oszlik meg az egyes hidakon. Amíg ugyanis a Szabadság-híd és a Lánchíd a csúcsidőszakban már teljesítőképessége határán van és az Árpád-híd is néhány éven belül eléri azt, addig a másik két hídon — különösen a Petőfi-hídon — még jelentős szabad kapacitás mutatkozik.

Az Erzsébet-híd terve-

zett megnyitása idejében — 1965-ben — a helyzet lényegesen súlyosabbá válik. Figyelembe véve az Erzsébet-híd természetes tehermentesítő hatását — amely főképpen a Szabadság-hídon és a Lánchídon, kisebb mértékben a Margit-hídon mutatkozik majd — a Szabadság-híd és elsősorban a Lánchíd felé irányuló átkelési igények olyan nagymértékben megnövekednek, hogy a két hídnál ennek ellenére a legsúlyosabb forgalmi nehézségek állnak elő. Ezért a két híd felé irányuló forgalomnak lehetővé kell tenni, hogy gyorsan és minél akadálymentesebben elérhesse az Erzsébet-hídat, illetőleg az átkelés után eltávozhassék onnan. Ha ezt sikerül megoldani, akkor az Erzsébet-híd részesevé a hidak össz-forgalmából a csúcsidőszakokban lényegesen nagyobb lehet a feltételezett 16%-nál.

Az átkelőforgalomban való 16% részesevé 1965-ben a csúcsórában mintegy 2200 Ejművet jelent. Ez az érték jóval nagyobb a mindkét irányban csak 1—1 forgalmi sávval rendelkező híd teljesítőképességénél, különösen akkor, ha figyelembe vesszük, hogy a forgalom a csúcsóra idejében az egyik irányban 10—18%-kal nagyobb, mint a másikban. Ha tehát az Erzsébet-hídat a régi formájának megfelelően mindkét irányban csak 1—1 közúti és villamos forgalmi sávval építenék meg, akkor már megnyitásakor sem volna képes a csúcsóraforgalom zavartalan lebonyolítására, még azon esetben sem, ha a szomszédos hidakról a túlterhelés miatt nem irányulna ide forgalom.

Ha most a Duna-hidak összesített átkelési igényének fejlődését vizsgáljuk (5. ábra), akkor megállapítható, hogy az előzőekben vázolt forgalomnövekedést és a túlterhelt szomszédos hidakról az Erzsébet-hídra való forgalomátterelődést figyelembe véve, a napi csúcsórák *összesített Duna-átkelési igényei mintegy 1970-ig elégíthetők ki* nagyobb torlódások nélkül. Ezen időszakban már az *Árpád-híd* kétszer-két közúti nyomra való *kiszélesítése* is időszzerűvé válik. Ennek megtörténnel az összesített csúcsóra igények mintegy 1975-ig levezethetők.

Ezen időpont után a csúcsórákban már olyan torlódások és késedelmek várhatók, hogy *újabb Duna-átkelés létesítését* kell megfontolás tárgyává tenni. Ez az átkelés lehet híd, de lehet alagút is aszerint, hogy városrendezési szempontból melyik megoldás kedvezőbb és könnyebben keresztülvihető. Az átkelési igények növekedése előreláthatólag a Belváros környékén lesz a legnagyobb, ezért az átkelést is ezen a környéken kell majd létesíteni. Az előkészítő tanulmányokat kívánatos már most megkezdeni, hogy az átkeléshez vezető útvonalak céljaira a területkijelölés és biztosítás mielőbb megtörténhessenek.

2. A HÍDFŐKÖRNYÉK ÚTHÁLÓZATÁNAK TELJESÍTŐKÉPESSÉGE

Az előző vizsgálatokból két fontos megállapítás érdemli meg a különös figyelmet:

1. *lehetővé, sőt kívánatosá kell tenni, hogy a már ma túlterhelt Lánchídról és Szabadság-hídról a*

csúcsórában a forgalom egy része az Erzsébet-hídra átterelődjék;

2. *a hídfeljárókat és a rajtuk levő csomópontokat úgy kell kiképezni, hogy az Erzsébet-híd teljesítőképessége kihasználható legyen.*

Ha az a forgalom, amelynek egyébként a Lánchíd és Szabadság-híd volna a legkedvezőbb átkelés, az Erzsébet-hídon akar átkelni, akkor már elindulásától kezdve olyan útvonalra igyekszik jutni, amelyen a hidat a legkönnyebben megközelíti. Így tehát a VI., VII., VIII., valamint az ezekhez csatlakozó külső kerületek gépkocsivezetői a Rákóczi útra igyekeznek, mert a Belvároson keresztül a hídra való jutás igen kedvezőtlen.

Az V., IX. és az ezekhez csatlakozó külső kerületek gépjárművezetői, továbbá azok a gépjárművezetők, akik a Lánchíd-fő és Szabadság-hídfő környékéről — a túlterhelés miatt — az Erzsébet-hídra iparkodnak, a Duna-partot kívánják igénybevenni.

Ebből következőleg az Erzsébet-híd kihasználása érdekében egyrészt a Rákóczi út—Kossuth Lajos utca útvonalat és a rajtuk levő csomópontok teljesítőképességét kell fokozni, másrészt biztosítani kell a Duna-partra való zavartalan lejutást, az ottani gyors közlekedést és az Erzsébet-hídra, illetőleg onnan való akadály nélküli forgalmat.

A budai hídfőnél a hídra a Gellérthegy miatt egyenes ráhajtási lehetőség nincsen. Mindenféle forgalom tehát kétoldalról irányul az Erzsébet-hídra. Itt elsősorban a hídfő környék teljesítőképés kiképzése a feladat.

Az elfogadott tervezet szerint a budai hídfőnél a Döbrentei téren elhelyezett körjárón keresztül bonyolódna le a forgalom zöme. A pesti oldalon nagyjából a jelenlegi helyzet maradna, csupán a híd és a Dunapart között készülne jobban kiképzett összekötő út. Mindenekelőtt tehát azt kell megvizsgálni, hogy a tervezett hídfeljárók milyen feltételek mellett képesek az előrebecsült forgalom levezetésére.

a) Budai hídfő

A budai parton teljesen új, a villamost kétszintben keresztező körjárós megoldás terve készült el. Ennek forgalmi vázlatát a 2. ábra szemlélteti. A teljesítőképesség szempontjából e megoldás legterheltebb I—V. szakaszainak vizsgálatát végeztük el. Az I—III. szakaszok fonódások, míg a IV—V. szakaszok között és villamosvasút keresztezései.

A fonódások vizsgálata

A fonódásoknál először azt vizsgáljuk, hogy mennyi a szükséges forgalmi sávok száma, majd azt, hogy milyen hosszú kell legyen a fonódási szakasz a fonódások zavartalan lebonyolítása érdekében. A vizsgálatokat a HCM alapján végeztük el. A vizsgálat céljaira megállapítjuk az egyes irányok előrebecsült mértékadó csúcsóra terhelését. A kapott eredményeket a 8. táblázat tartalmazza.

8. táblázat

A Döbrentei téri tervezett csomópont 1965. évre becsült esősóra terhelése

Szakasz	Jel	I r á n y	Csúcsóra Ejmmű/ó	
			1965	1975
I	F ₁	Hidról a Hegyalja útra .	268	405
	W ₁	Hidról a Szarvas térre ..	494	939
	W ₂	Gellért térről a Hegyalja útra	42	76
	F ₂	Gellért térről a Szarvas térre.....	701	1256
II	W ₁	Szarvas térről a Gellért térre és az Erzsébet-hídra tartó forgalom keresztül való vezetése a nagy kerülőtől eltekintve azért sem mutatkozik célirányosnak mert ez esetben sokkal nagyobb hosszak kialakítására lett volna szükség, amelyet a terepadottságok nem tesznek lehetővé.	1010	1718
	F ₁	Szarvas térről a Hegyalja útra	23	41
	W ₂	Hidról és Gellért térről a Hegyalja útra	309	571
III	W ₂	Hegyalja útról az Erzsébet-hídra	268	496
	F ₂	Szarvas térről az Erzsébet-hídra	495	940
	F ₁	Hegyalja útról a Gellért térre.....	41	76
	W ₁	Szarvas térről a Gellért térre.....	702	1268

A szükséges forgalmi sávok számát (S) az alábbi tapasztalati képlettel számítottuk :

$$S = \frac{F_1 + F_2 + W_1 + 3W_2}{K_{gy}}$$

Egy forgalmi sáv gyakorlati teljesítőképességül (K_{gy}) a csatlakozó hídpálya számított gyakorlati teljesítőképességének megfelelően 1250 Ejmmű értéket vettünk fel.

A szükséges fonódási hosszakat ugyancsak tapasztalati grafikon segítségével állapítottuk meg, 32 km/ó átlagos sebesség felvételével. A vizsgálatokat a második időszak végére (1975) becsült for-

galom alapulvételével elvégezve az egyes fonódási szakaszokra az alábbi értékeket kaptuk :

Szakasz	Forgalmi sávok száma	Min. fonódási hossz. (32 km/ó sebesség)
I.	3 × 3,0 m	40 m (lehetőleg 60 m)
II.	3 × 3,0 m	130 m
III.	4 × 3,0 m	70 m

A méretek nem változnak, ha a Gellért térről a Hegyalja útra irányuló csekély forgalmat más útra tereljük.

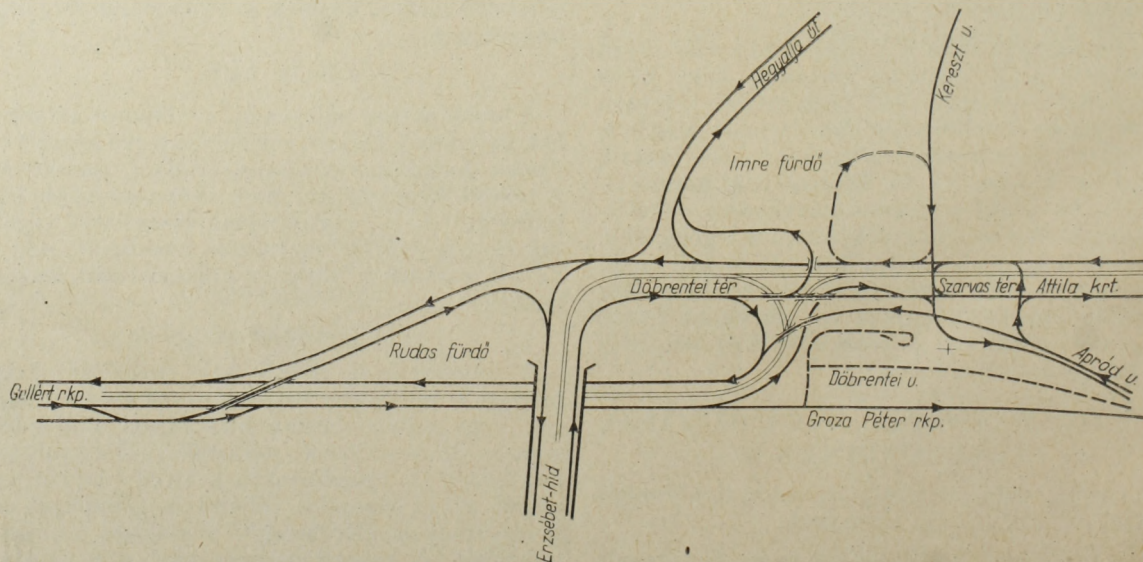
A keresztezések vizsgálata

A IV. szakaszon az Erzsébet-hídról a Gellért tér felé és a Gellért térről az Erzsébet-hídra tartó forgalom kereszteződik. Ez utóbbi forgalomnak a körjáron keresztül való vezetése a nagy kerülőtől eltekintve azért sem mutatkozik célirányosnak mert ez esetben sokkal nagyobb hosszak kialakítására lett volna szükség, amelyet a terepadottságok nem tesznek lehetővé.

A IV. szakaszon a szintbeni keresztezés a kezdeti időben megfelelő, mert az 1975-ig várható forgalom 80 mp periódusú fényjelzéssel szabályozással átbecsatható. Mindenesetre nehézséget okoz a 3 egymás melletti felálló sáv (9 m) kiképzése, amire a növekvő forgalom késedelem nélküli, zavartalan levezetése érdekében szükség lenne. Ezért itt is kétszintű keresztezés volna előbb kialakítandó.

Az V. szakaszon a Gellért térről a Krisztina körútra tartó járművek keresztezik a Gróza Péter rakpartról a Gellért tér felé irányuló forgalmat. Ezen a helyen a két irányban — vizsgálataink szerint — 3, illetőleg 2 egymás melletti felállási sáv szükséges.

Mindkét helyen a kétvágányú villamosvonal keresztezése is szükséges. A villamosok áthaladására a számításoknál felvett 80 mp periódus idők mellett 45, illetőleg 57 mp áll rendelkezésre. Amennyiben a villamosok a fényjelzőberendezés jelzéseihez alkalmazkodnak, ez az idő az áthaladásukra elengedő.



6. ábra. Az Erzsébet-híd budai hídfő környékének terhelési sémája a módosított kialakításban (2. változat)

Az előzőekben vázolt forgalmi vizsgálatok eredményeinek a csomópont kialakításánál való felhasználása azt mutatta, hogy a helyes megoldás csak a szomszédos Szarvas tér forgalmi rendezésével együtt lehetséges. Emellett a számítások szerint szükséges méretekkel való kiképzés, valamint a villamosok szintbeni keresztezése nehézségekkel járt. Mindezek a körülmények szükségessé tették a forgalmi vizsgálatoknak a Szarvas tér környékére történő kiterjesztését.

A kiegészítő forgalmi vizsgálatokat 1960. október 4-én és ezt követően végeztük el. Az eljárás lényegileg a már ismertetett módon történt és a forgalmi áramlások jobb vezetését tette lehetővé. A módosított (2. változat) csomóponti kiképzés forgalmi sémáját a 6. ábra szemlélteti. Mivel a 9. j. villamos vonal csak szintben keresztezhető és a rendelkezésre álló útterületet rendkívül leszűkíti, a forgalmi séma e villamos vonal megszűnésével számol. A villamos vonalnak akár ideiglenes megmaradása is a csomópont teljesítőképessége és a forgalom biztonsága szempontjából súlyos veszélyt jelent. A többi villamos vonal keresztezése mindenütt felüljárókkal történhet. Az erre vonatkozó vizsgálatok szerint a tervezett *körjáronak* a villamos vonalakkal való szintbeni keresztezése már a híd megnyitása alkalmával várható csúcsóra forgalom levezetésére sem kielégítő.

b) Pesti hídfő

A terhelési térkép tanulmányozása alapján megállapítható, hogy a pesti hídfőre irányuló forgalom kulcsfontja a Felszabadulás téri csomópont. A Váci utcai kereszteződés ugyancsak fontos, de kisebb terhelésű csomópont és forgalmi áramlásai könnyebben módosíthatók. A hídról a Duna-partra vezető lejáró, illetőleg az onnan felvezető feljáró teljesítőképesebb kialakítása — miután nem jár keresztezéssel — megfelelő kiképzés esetén nem befolyásolja hátrányosan a csomópont teljesítőképességét.

Az előzőekben már ismertetett feltevések alapján kiszámítottuk a 4. ábrában feltüntetett forgalmi áramlások 1965-ben várható csúcsóra értékeit. Ezek a Felszabadulás téri csomóponton a 9. táblázat szerint alakulnak.

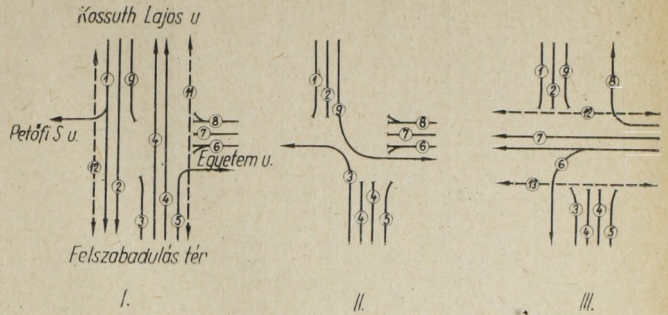
9. táblázat

A Felszabadulás téri csomópont 1965. évre becsült csúcsóra terhelése

Hely	Irány	Jel	Csúcsóra Ejmű/6
Kossuth Lajos utca	Jobbra	1	69
	Egyenes	2	794
	Balra	9	71
Egyetem utca	Jobbra	8	113
	Egyenes	7	555
	Balra	6	198
Szabadsajtó út	Jobbra	5	540
	Egyenes	4	862
	Balra	3	399

Petőfi Sándor utca : egyirányú forgalom, csak ki.

Már az első közelítő vizsgálat során is megállapítható, hogy a csomópont jelenlegi kiképzésében a várható forgalom levezetésére semmiképpen sem



7. ábra. A Felszabadulás téri csomópont fázisterve

alkalmas. Ezért a vizsgálatot a csomópont megfelelő átalakításának előirányzásával végeztük el. Az átalakítás a helyszín adta lehetőségek alapján csak a beáramló forgalom részére megfelelő felállási sávok létesítésére terjedhet ki. Ez a környező épületek árkaodásával és a gyalogjárók kiejebb helyezésével megoldható. A villamos megállóhelyek megszüntetésével számolni lehet, mivel a belvárosi templom mellett létesítendő megállóhely elég közel van. Ezenfelül az összes becsatlakozó utcákon a járda melletti parkolás megszüntetését is előirányoztuk, az autóbusz, illetőleg trolibusz megállóhelyekkel együtt.

Vizsgálatainknál az alábbi felállási hely szélességekkel számoltunk :

Kossuth Lajos utca,

3 forg. sáv á 2,85 = 8,55 m

Egyetem utca, 3 forg. sáv ... á 2,85 = 8,55 m

Felszabadulás tér, 4 forg. sáv á 2,90 = 11,60 m

A vizsgálatot az e lapban már ismertetett módszerrel végeztük el.³ A legcélszerűbbnek mutatkozó 3 fázisú periódus fázistervét a 7. ábra tartalmazza. A fázistervbe a gyalogos átkelés fázisait bejelöltük, de az átkelési sáv méretezésével nem foglalkoztunk, mert ez későbbi feladat lehet. Elkészítve a fázisfelolvasási tervet, a csomópont teljesítőképességének vizsgálatát az 10. táblázat szerint végeztük el.

A közúti vasút (villamos) forgalmát külön nem vizsgáltuk. Feltételeztük, hogy — miként ma is — a jövőben is a gépkocsiforgalom jelzőberendezéseihez alkalmazkodik. A rendelkezésre álló zöld idő — 38 mp — egymás után két szerelvény áthaladására is elegendő.

A vizsgálatból megállapítható, hogy az előrebecsült csúcsóra forgalom a Felszabadulás téri csomópont legtöbb irányát gyakorlati teljesítőképességének 1,52—2,50-szeresével terhelné. A csomóponton tehát a forgalmi csúcsokban igen nagy torlódások és késleltetések állnának elő, és a baleseti veszély is jelentősen fokozódnék. A torlódó járművek hosszú sorokban várakoznának az áthaladásra, és a csomópont egész környékén akadályoznák a közlekedést.

Kiszámítva az átlagos torlódási hosszakat, ez az Egyetem utcában 65, a Felszabadulás téren

³ Lehotzky Kálmán: Közúti csomópont forgalmi megtervezése, Közlekedéstudományi Szemle, 1960. évi 8. sz.

10. táblázat
C = 100 mp

A Felszabadulás téri közúti csomópont forgalmi vizsgálata az Erzsébet-híd forgalombahelyezését feltételezve (1965)

Megjelölés	Rendszer	Jel	Zséltség	Hozzájárás				Egy hozzájárás forgalma										Külön lek. sáv		Eredmény																	
				Fázis	Zöld idő mp	Alap- telj. képes- ség	Zöld idő (Z)		Módosító tényezők						Gyak. telj. síftett pesség		Jobbra	Balra	Tényl. telj. síftett pesség	Ter- helés	Ter- heltség																
							Z/C	mp	Jobbra kanyarodó		Balra kanyarodó		Össze- síftett tényező	E/Z ó	E/Z ó	E/Z ó						E/Z ó	E/Z ó	E/Z ó													
									%	szám	t	%													szám	t											
1. Kossuth L. utca	↖ ↗	I E I EJ I B	5,70 2,85	I	0,38 0,27	38 27	1300	8	$\frac{10-8}{2} = +1$	1,01	0	10-0=10	1,10	1,11	1443	545	863	1,58																			
																			2. Egyetem utca	↖ ↗	I EJ I EB	8,55	III	0,26	26	1940	14	$\frac{10-14}{2} = -2$	0,98	23	10-23=-13	0,87	0,85	1646	428	866	2,03

55 m-re adódik, ami azt jelenti, hogy legalább ilyen hosszú felállási helyekről kell gondoskodni, bár esetenként a járművek ennél hosszabb sorban is állnának.

A vizsgálat eredményeképpen megállapítható, hogy a pesti hídfő környékének úthálózata a híd üzembehelyezése utáni megnövekedett forgalom levezetésére jelenlegi állapotában nem képes, és a belvárosi zavartalan forgalom biztosítása érdekében a hídhöz vezető utak megfelelő átalakítását, valamint ezzel kapcsolatban az egész Belvárosra kiterjedő forgalomrendezést kell végrehajtani.

KÖVETKEZTETÉSEK

A terhelési térkép és a számítások részletesebb vizsgálata azt mutatja, hogy a *pesti hídfeljárón* lévő csomópont túlterhelésének előidézésében nagy része van az erős bekanyarodó forgalomnak. Ennek nagy százaléka autóbusz és trolibusz. Kívánatos tehát — a betorkoló utak megfelelő kiszélesítésével — *felállóhelyek* létesítése és emellett a *bekanyarodó*, különösen pedig a *balrakanyarodó* forgalom lehető megszüntetése.

A csomópont túlterhelését az is enyhítené, ha az Erzsébet-híd forgalmát minél nagyobb mértékben sikerülne a *hidról közvetlenül a Duna-partra levezetni*, illetőleg közvetlenül onnan a hídra vezetni. Ez azonban csak akkor sikerülhet, ha a Duna-partra, illetőleg a Duna-partról a város egyéb részeibe is kényelmes, zavartalan és biztonságos összekötő útvonalak állnak rendelkezésre.

A *Lánchíd* irányában csupán az Apáczai Csere János utca jöhet számításba, mivel a duna-parti úton való vezetés a villamos vonal kétszeri keresztezésével járna. Az Apáczai Csere János utcába viszont *szállodasort* kívánnak telepíteni, és a *Vigadót* kívánják újjáépíteni. Mindkét létesítmény rendkívül erős forgalomvonzó hatású. Így pl. 3000 fős vigadói hangversenyterem a távlatban legalább 500 személygépkocsi 15—20 percen át való odajutását és parkolási lehetőségének biztosítását kívánja meg. Hasonló nagy igényeket támasztanak a duna-parti szállodák is. Az ily módon fellépő parkolási igények 15—20 000 m²-re tehetőek.

A Vigadó újjáépítése ezenkívül véglegesítené az Apáczai Csere János utca jelenlegi, a forgalomra rendkívül veszélyes kialakítását. Az útvonalba beugró és az előrelátást lehetetlenné tevő Vigadó-épület a növekvő forgalommal négyzetes arányban növekvő forgalmi veszélyt jelent, amely az Erzsébet-híd forgalmától függetlenül is hamarosan egyre növekvő számú balesetben jelentkeznek.

De meg kell oldani az Erzsébet-híd és *Szabad-ság-híd* közötti jobb összeköttetést is, mert különben az Erzsébet-híd nem tudja tehermentesítő hatását kifejteni. Mindkét irányban a *duna-parti gyorsforgalmi út* mikénti kiképzése és a *villamos vágányok* megfelelő elhelyezése a feladat, amely igen gondos tanulmányozást követel.

Mindezekből nyilvánvaló, hogy a Belváros forgalmának növekedése az Erzsébet-híd 1965-ben tervezett forgalombahelyezésének időpontjára igen komoly feladatok elé állítja a forgalom tervezőket.

A feladat oly komplex, hogy lokálisan, ad hoc javításokkal meg nem oldható, mert a forgalmi áramlások még kisebb módosítása is távolra kiható jelentőségű. Így a Belváros forgalmának szabályozása összefügg a Népköztársaság útja—Bajcsy-Zsilinszky út keresztezésének, a Deák térnek, a Rákóczi út—Múzeum körút keresztezésének, a Kálvin térnek, a Dimitrov térnek teljesítőképesebb kiképzésével, sőt a Gellért tér, Clark Ádám tér átépítésével is.

Múlthatatlanul szükséges tehát a *Belváros forgalmi rendezési tervének* sürgős elkészítése. E tervnek — beható forgalomtechnikai vizsgálatok alapján — fel kell ölelnie a Belváros összes közlekedési kérdéseit és a közúti vasút, autóbusz, trolibusz vonalak vezetése mellett gondoskodni kell a rohamosan fejlődő gépkocsiközlekedés zavartalan és biztonságos levezetéséről, a mind nyomasztóbbá váló parkolási szükségletek kielégítő megoldásáról.

Mindazon ideig, amíg ezek a város életében döntő jelentőségű forgalmi kérdések megnyugtató megoldást nem találnak, a *Belváros területén minden újabb forgalomvonzó létesítmény (szálloda, hangversenyterem, iroda és üzeltház stb.) építését kerülni kell*, mert ezzel esetleg jövőtehetetlen károkat okozunk. Szem előtt kell tartani, hogy amíg a már most nagy közlekedési nehézségekkel küzdő európai nagyvárosokban a közlekedési célokra átlagosan a belváros területének 18—20%-a áll rendelkezésre, addig Budapesten csak 16,4%-a.⁴ A közlekedés csődjének elkerülésére vagy legalábbis csökkentésére a közlekedési területeket mindenképpen növelni kell, elsősorban alkalmas parkoló területek biztosításával.

Az *utak* aránylag hosszabb ideig képesek a forgalom levezetésére, az akadályozások legkorábban a forgalmas *csomópontoknál* jelentkeznek. Ezeket kell tehát — még nagyobb áldozatok árán is — teljesítőképesebbé tenni.

Fővárosunk örvendetesen gyarapodik, szépül; élete, idegenforgalma mind mozgalmasabbá válik. Ezzel együttjár azonban a közúti közlekedés eddig el nem képzelt arányú fejlődése is.

A közúti közlekedés új arányai új megoldásokat tesznek szükségessé, amelyek csak egységes, átfogó közlekedésfejlesztési tervezés útján valósíthatók meg. A nagyvárosok komplex (a tömegközlekedésre, egyéni közlekedésre és parkolásra vonatkozó) közlekedésfejlesztési vizsgálat és tervezés segítségével igyekeznek forgalmi problémáikat megoldani. *A korszerű közlekedésfejlesztési tervet, egészséges fejlődésének veszélyeztetése nélkül, Budapest sem nélkülözheti tovább.*

⁴ *Lehotzky Kálmán*: Közlekedés és városépítés, Közlekedéstudományi Szemle, 1959. évi 11—12. sz.

IRODALOM

- AASHO*: A Policy on Arterial Highways in Urban Areas, Washington, 1957.
- Brunner, K.*: Städtebau und Schnellverkehr, Wien, 1955.
- Bureau of Public Roads*: Highway Capacity Manual, Washington, 1950.
- Deutsche Bauakademie*: Verkehr und Stadtplanung, Berlin, 1956.
- Evans, H. K.*: Traffic Engineering Handbook, New Haven, Connecticut, 1950.
- Feuchtinger, M. E., Schächterle, K. H.*: Verkehrsuntersuchungen städtbaulicher Probleme, gezeigt an Beispiel der Rheinbrückenfragen Mannheim—Ludwigshafen, Die Bautechnik, 1955. évi 4. sz.
- Dr. Gáll Imre*: Az Erzsébet-híd szerepe Budapest közlekedésében, Közlekedéstudományi Szemle, 1956. évi 9. sz.
- Hanker, R.*: Die Bewältigung des innerstädtischen Verkehrs, Österreichische Bauzeitschrift, 1956. évi 3. sz.
- Highway Research Board*: Bulletin 153. Urban Arterial Planning, Washington, 1957.
- Humber, R. C.*: Circulation Urbaine, Techniques et Architectures, 1955. november XIV. 3—4. sz.
- Kearns, E. E.*: Recognizing and Realistically Planning for Large City Transportation Growth, Traffic Engineering, 1956. évi 3. sz.
- Korte, J. W.*: Grundlagen der Strassenverkehrsplanung in Stadt und Land, Berlin, 1958.
- Stadtverkehr gestern, heute und morgen, Berlin, 1959.
- Korte, J. W., Mäcke, P. A., Leutzbach, W.*: Die Leistungsfähigkeit von Verkehrsanlagen des motorisierten städtischen Strassenverkehrs, Köln/Opladen, 1956.
- Lehotzky Kálmán*: A közúti forgalom előrebecslésének módszerei, Közlekedéstudományi Szemle, 1959. évi 3. sz.
- Közlekedés és városépítés, Közlekedéstudományi Szemle, 1959. évi 11—12. sz.
- Közúti csomópont forgalmi méretezése, Közlekedéstudományi Szemle, 1960. évi 8. sz.
- Leibbrand, H.*: Verkehrsingenieurwesen, Basel und Stuttgart, 1957.
- Matson, T. M., Smith, W. S., Hurd, F. W.*: Traffic Engineering, New York, 1955.
- Mertz, W. L., Hamner, L. B.*: A Study of Faktors Related to Urban Travel, Public Roads, 1957. évi 7. sz.
- Márfai Tibor*: Az interjú-módszer alkalmazása a városi célforgalmi vizsgálatoknál, Közlekedéstudományi Szemle, 1958. évi 10—11. sz.
- Murányi Tamás*: Közúti közlekedés és városrendezés, MTI jegyzet, Bp. 1955.
- Owen, W.*: The Metropolitan Transportation Problem, Washington, 1956.
- Radicke, E.*: Klassifizierte Stadtstrassen und ihre Knotenpunkte, Berlin, 1955.
- Risch, C., Lademann, F.*: Der öffentliche Personenahverkehr, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1957.
- Rayfiel, F. A.*: The Planning of Ring Roads with Special Reference to London, Proceedings the Institution of Civil Engineering Part II. 1956. jun.
- Spring, A.*: Städtische Verkehrsplanung für gemischten Verkehr, Strasse und Verkehr, 1959. évi 6. sz.
- Ruhlmann, H.*: I trasporti nelle grandi città, Ingegneria Ferroviaria, 1954. évi 9. sz.
- Schmidt, R. E., Campbell, M. E.*: Highway Traffic Estimation, Saugatuck, Connecticut, 1956.
- Soucek, J.*: Mestské ulice Silnice, 1953. évi 5. sz.
- Sztramentov, A. E., Merkulov, E. A.*: Projektirovanje gorodszkyh dorog, Moszkva, 1952.
- Tripp, H. A.*: Town Planning and Road Traffic, London, 1953.

Az üres vasúti teherkocsik elosztása lineáris programozással

DR. JENEI KÁLMÁN

A mai gazdasági élet jól érzékelhető irányzata, hogy a termelés növelése és a termelékenység emelése érdekében — a fejlett technika alkalmazása mellett — egyre fokozottabb jelentőséget tulajdonít az *üzemi munka irányításának és szervezésének*. Ez a törekvés arra a felismerésre támaszkodik, hogy korszerű irányítással és szervezéssel — alig számottevő ráfordítás-többlet ellenében — lényeges mennyiségi és minőségi eredmények érhetők el a termelésben.

A vezetés színvonalának az emeléséhez, az irányító és szervező munka hatékonyságának a növeléséhez nélkülözhetetlenül szükséges a termelés egyes jelenségeinek az eddigieknél sokkal szélesebbkörű számbavétele, elemzése és értékelése. Nem kíván azonban külön bizonyítást, hogy az utóbbi követelmény — nagyobb munka- és időigénye miatt — nem oldható meg a korábban használt módszerekkel, eszközökkel és a kialakított személyi apparátussal. Szükségszerűen került tehát előtérbe azoknak a legújabb *matematikai módszereknek és nagyteljesítményű számoló berendezéseknek* használata, amelyek együttesen szinte korlátlan lehetőséget nyitnak meg ezen a területen.

A *vasúti üzemben* számos az olyan munkafolyamat, amely szinte önként kínálkozik az olyan módszerek bevezetésére, amelyek a jelenségeket dinamikus, folyamataiban megfigyelve, számszerű alapokat nyújtanak az egyes helyzetekben megkívánt döntésekhez, lehetővé teszik a különböző változatok közül az *optimum meghatározását*. Egyik ilyen vasútüzemi tevékenység pl. az *üres vasúti teherkocsik elosztása*.

I.

Az áruforgalom összetételéből és a szállítási viszonylatok alakulásából származóan hazánkban a *naponta kiürülő kocsimennyiségnek* mintegy 70—75%-át kell a hálózat más pontjain levő *berakó állomások között elosztani*, azaz a kocsikat ezekre a berakóhelyekre továbbítani. A kocsi-elosztást realizáló üres koci továbbítás igen költséges művelet, mert a rakott futáshoz viszonyítva az üresfutások hálózati aránya átlagban kb. 46%, amelynek már 1—2%-os csökkentése is jelentős az üzemköltségekben. A vasúton szállítandó áruk berakásának tervszerűségét is befolyásolja bizonyos mértékben a vasúti kocsik elosztásának módja. A szállítandó áruk teljes mennyiségének berakása csak akkor valósulhat meg, ha a vasúti kocsik a berakó helyeken az igényelt mennyiségben és a kívánt időre rendelkezésre állnak.

A kocsiintézési munka méreteinek érzékelte-
tése céljából megemlítjük, hogy pl. egy *igazgató-
sági kocsiintézőség* — mint a legfrekvenciáltabb
elosztó szerv — kocsielosztása az igazgatóság forgal-

mától és az elosztandó kocsi típusok különbözőségétől függően *naponta kb. 200—400 diszpozíciót tartalmaz*, amelyben kb. 60—80 főlös kocsival rendelkező állomásról kb. ugyanennyi állomásra küldendő kocsik elosztására rendelkezik. A kiadott diszpozíciók mennyisége — a főlös kocsival rendelkező és kocsit igénylő állomások száma mellett jelentős mértékben függ az elosztásra kerülő kocsik *típusának sokféleségétől* és csak kisebb mértékben az elosztandó *kocsik mennyiségétől*. A vasúti kocsik elosztása ugyanis az általános fedett, nyitott, különleges és idegen koci főcsoportosításon túl a szállítandó áruféleségtől (pl. terjedelmes, ömlesztett, tűzveszélyes stb.), a szállítás viszonylatától (pl. gyenge felépítményű pálya, kompon történo szállítás stb.), a kocsik szerkezetétől és a fenntartási állapotától (pl. fékrendszer, külföldre kiléptethető állapotú koci stb.) függően további 80—120 jellemző figyelembevételével történik. Természetesen, a széles skálán tagozódó vasúti kocsik alkalmasak egymás helyettesítésére is, s a különböző típusok összevontan kerülnek elosztásra, de még így is *50—80-féle kocsival* dolgoznak a naponkénti elosztásnál.

Az elosztási viszonylatok lehetséges változatainak nagy száma és az elosztandó kocsik sokfélesége nehéz feladat elé állítja a kocsiintézőket, akiknek mind a rendelkezésre álló kocsikra, mind pedig — a szállítandó áru fajták mellett — a szállítás körülményeire vonatkozóan is részletesen tájékozva kell lenniök, hogy a szállítás követelményeinek megfelelő kocsikat lehetőleg a legkedvezőbb helyekről tudják intézni. Ezen túlmenően a vázolt feladat gazdaságos megoldásához bizonyos kocsiintézői adottság, kombinatorikus képesség, a lehetséges változatok gyors áttekin-
tése, az évtizedek folyamán kialakult és helyes-
nek ítélt áramlatok ismerete is szükséges. Mindezek mellett sem biztos azonban, hogy az elosztások minden esetben optimálisak. Az optimum ismeretének hiányában az attól való eltérés mértéke sem állapítható meg.

A kocsielosztás helyességére és gazdaságosságára jelenleg egy mérőszám: az *üres kocsi futás aránya* utal. E mérőszám alakulását azonban az üres kocsielosztási változatok mellett sok egyéb olyan tényező is (az áru összetételben, a viszonylatban beálló változás stb.) befolyásolhatja, amely független a kocsielosztás módjától: ezeknek a tényezőknek az üres kocsi futás alakulására gyakorolt hatása azonban számszerűen a legritkább esetben értékelhető, így a kocsielosztás helyes vagy helyesebb volta is nehezen elemezhető.

A vázolt jellegzetességek mellett is a vasutak állandó törekvése az üres kocsik elosztásának gazdaságosabbá tétele és minthogy a sok változatban végezhető üres kocsielosztásban a tényezők kapcsolata lineáris, illetőleg lineárizálható, továbbá

a vasútüzemi munkák egyik jól elkülöníthető fázisa, elsőnek vetődött fel a vasút üzemi problémák közül a kocsielosztás optimalizálásához a lineáris programozás alkalmazása. A rövid múltra visszatekintő „operation research” (operáció-kutatás) leghatékonyabban használható modellje „sokkal nagyobb valószínűséget nyújt az üres futások csökkentésére, mintha az elosztást mégoly tapasztalt közeg ítélőképességére bizzuk is [17].

A lineáris programozással való kocsielosztásnál a kijelölt és elérendő közvetlen cél: az elosztás optimalizálása, azaz minimális ráfordítással történő megvalósítása mellett gyakran egyéb, közvetett eredmények is jelentkezhetnek, mint pl. a kocsiforduló idő, az üzemanyagfelhasználás, a melléktelejesítmények csökkenése, a kisebb jármű-szükséglet, esetleg egyes beruházások megtakarítása stb. A módszer amellet, hogy a teljes problémára összhatásban az optimális változatot adja, az összes lehetséges változatokat feldolgozza: ezzel lehetővé teszi egy esetleg időlegesen előnyben részesítendő szempont vagy cél érvényesítését [14, 15].

II.

A kocsielosztás optimalizálása az „*m*” helyeken levő fölös kocsik „*n*” igénylő helyre való továbbításnál felmerülő km, idő és költség ráfordítások, fajlagos jellemzők figyelembevételével végezhető. A kocsihelyzet és a fuvarozási feladatok adta körülmények esetenként azonban más-más célok előnyben részesítését kívánhatják, ezeket — legalábbis egyes időszakokban, vagy egyes kocsi típusoknál — egyetlen paraméter nem tudja kielégíteni. A célnak megfelelően tehát előfordulhat egyes időszakban több, vagy időszakonként változó paraméterek szükségessége.

A vasúti kocsielosztási munka minőségét, amint említettük, általában az elosztás végrehajtása során felmerülő üres kocsi futás nagysága jellemzi. Ezért került azoknál a külföldi vasutaknál is, ahol a gépi elosztás kérdésével foglalkoznak, illetőleg kísérleteznek, az *út-paraméter* alkalmazása előtérbe. Előnye, hogy könnyen kiszámítható és tartósan azonos, nincs kitéve nagy változásnak.

Az *út-paraméterrel* végzett kocsielosztásnál a megtakarítás közvetlenül az üres futások csökkenésében mutatkozik. Ha azonban feltételezzük, hogy az úton töltött idő bizonyos esetekben függ az út hosszától — az előny a továbbítási, valamint az ehhez kapcsolódó tartózkodási idő és ezen keresztül a kocsi forduló idő rövidülésében is jelentkezik, ami viszont kedvezően befolyásolja a továbbítással kapcsolatos melléktelejesítmények alakulását. Ezeknek az előnyös jelenségeknek bekövetkezése a kocsi forduló idő és a tolatási teljesítmények mutatószámaiból ellenőrizhető.

Az elosztás *gazdaságosságát* ennek megfelelően a következőképpen állapíthatjuk meg:

A továbbítási költségkülönbséget (T_{tk}) az elegytonakm-re átszámított teljesítmények alapján kapjuk, vagyis:

$$T_{tk} = \left(\sum_{i=1}^n k_{kmi} - \sum_{i=1}^n k_{kmsz} \right) \cdot (g_{k\bar{o}} \cdot k_{etkm}) \quad (1)$$

ahol $g_{k\bar{o}}$ = egy kocsi átlagos önsúlya, t,
 k_{etkm} = egy elegytonakm továbbítási költsége, Ft,
 k_{kmi} = a hagyományos kocsiintézés típusok szerinti kocsi km teljesítménye,
 k_{kmsz} = az optimalizált kocsielosztás kocsi-típusonkénti kocsi km teljesítménye.

Az útrövidülésnek megfelelő arányban csökken az úton töltött és az út hosszával arányosnak tekintett tartózkodási idő, melynek kocsióra értéke (T_{ko}) a következő:

$$T_{ko} = \left(\frac{s}{v_u} \cdot \beta + t_{\bar{u}t} \cdot \beta \right) \cdot (w_i \cdot k_o) \quad (2)$$

ahol s = az átlagos üresfutás, km,
 v_u = az utazási sebesség, km/ó,
 β = az útrövidülés viszonyozása,
 $t_{\bar{u}t}$ = a tartózkodási idő továbbítás közben, ó,
 w_i = az intézett kocsi száma, db,
 k_o = egy kocsióra értéke, Ft.

Általában elfogadott — az önköltségszámításoknál is használt eljárás — hogy a kocsi-átrendezések számát a befutott út és a rendezőpályaudvarok átlagos távolságának függvényében számítjuk. Ez esetben, vagyis a számláló csökkenése és a nevező változatlanlansága kisebb hányadost ad, feltehető tehát, hogy az átsorozások számában is előnyös változás áll be, s így a tolatási költségek-nél is megtakarítás (T_{atr}) érhető el:

$$T_{atr} = \frac{s - (s \cdot \beta)}{s_{atr}} \cdot (w_i \cdot k_{atr}) \quad (3)$$

ahol s_{atr} = az átrendezendő állomások átlagos távolsága, km,
 k_{atr} = egy kocsióra eső átrendezési költség, Ft.

A megtakarítás teljes értékét az így kiszámított költségek összege (L_{pmup}) adja:

$$L_{pmup} = T_{tk} + T_{ko} + T_{atr} \quad (4)$$

Az *idő-paraméter* kiszámítása jóval körültekintőbb és nagyobb munkát igényel; nehezíti ezt a menetrendváltozásokként szükséges átdolgozás és revízió. Teljes tájékoztatást nyújt viszont a kocsi üresen (fuvarozáson kívül) töltött idejéről, a felmerült üres kocsiórák mennyiségéről.

Adandó alkalmakkor, illetőleg bizonyos kocsi-típusoknál elsőrendű követelmény lehet a kocsi-nak minél rövidebb időn belül újabb megrakáshoz való állítása. Ez — a befutandó út hossza mellett — gyakran a továbbítási viszonylattól és annak körülményeitől is függ. Ezért nemcsak a továbbítás időtartamát, hanem a kiürüléstől a megrakás megkezdhetőségéig terjedő teljes üres időt kell figyelembe venni. A kocsi újbóli megrakásáig terjedő idő tehát több részből áll, amelyeket a paraméterbe feltétlenül be kell építeni. Pl. a kiürült kocsi a szobajöheto irányokba a legritkább esetben indíthatók azonos időpontban, s így esetleg meddő várakozás áll elő; a továbbítás módja is lényegesen befolyásolhatja az időigényt (gyorsabb járatú vonat, átrendezések száma stb.); a kocsinak a megrakó állomásra történő érkezési időpontja és a rakodás kezdésének ideje közötti

eltérés feleslegesen növelheti az üres kocsiórát; az állandóan rakodóhelyeken az éjszakai órákban érkezett kocsik azonnal beállíthatók és megrakhatók, viszont a csak nappal rakodó állomásokon a kocsik várakoznak a rakodásra, tehát az ilyen helyekre a később érkező kocsik is megfelelnek stb. A hagyományos kocsintézésnél ezeket a körülményeket, ha nem is számítással és az abszolút optimum megállapításával, de minden esetben mérlegelik. Figyelembe veszik az útközből felmerülő munkafázisok (gépcseré, átrendezés stb.) vagy egyéb tartózkodások időigényét is. Ezért történik gyakran a kocsintézés — még az üres futás növelése ellenére is — úgy, hogy az intézett kocsikat továbbító vonatokkal a túlterhelt rendezőpályaudvarok kikerülhetnek legyenek.

Az idő-paraméter ilyen átfogó és minden momentumot felölelő kidolgozásához, az igen részletes üzelemzés mellett, a kocsintézési relációkban a rakodási idővel összehangolt, viszonylag állandó továbbítási lehetőségek biztosítása szükséges.

Az idő-paraméter használata mellett az optimalizálás célja a *kiürülés és felhasználás közötti idő minimalizálása*. A megtakarítás kocsiórában jelentkezik. A futási távolság ez esetben csak annyiban szerepel, amennyiben ez az idő-paraméterbe beépítésre kerül. Ennek megfelelően a kocsi típusonként felmerült és összegezett kocsiórák különbségének értéke (L_{pmip}) mutatja a módszer gazdaságosságát:

$$L_{pmip} = \left(\sum_{i=1}^n k_{oi} - \sum_{i=1}^n k_{osz} \right) \cdot k_o \quad (5)$$

ahol k_{oi} = az intézés során és

k_{osz} = a lineáris programozás mellett felmerült kocsiórák összege.

Amennyiben azonban az elosztás során nemcsak a kocsióra ráfordítás, de a futási távolság (és az átrendezési költség) is csökkent, ennek eredményét is értékelni kell: a megtakarítás ezek összege. Ha viszont az út hossza az időráfordítás csökkentése érdekében növekedett, ennek költség-többlete az elért kocsióra megtakarítás értékéből levonandó. Ez utóbbi levonásra kerülő érték természetesen azt is mutatja, hogy az elért időmegtakarítás milyen áldozatot kívánt. Az úthossz és az időráfordítás együttes értékelése alapján adódó megtakarítás (L'_{pmip}) tehát a következő lesz:

$$L'_{pmip} = \left(\sum_{i=1}^n k_{oi} - \sum_{i=1}^n k_{osz} \right) \cdot k_o \pm (T_{tk} + T_{átr}) \quad (6)$$

A *költség-paraméter* kínálkozik — jelenlegi ismereteink szerint — olyan jellemzőnek, amely jórészt összefogja azokat az összes előnyöket, amelyek az út- és idő-paraméter használatából külön-külön adódnak. Az időtényező ugyanis a kocsiórában, a befutott út hossza pedig a továbbítási költségben érvényesíthető. A költség-paraméter felépítésében tehát helyet kell adni mindazon költségelemeknek, amelyek tükrözik a kocsi-elosztás változatainak közvetlen és közvetett költségkihatását. Ilyenek a járművek amortizációja,

felújítási, karbantartási, üzemanyag és kenőanyag-költsége, a mozdony- és vonatkísérő személyzet anyag- és bérköltsége, a fűtőházi munkák (szénfelrakás, pernyetisztítás, víz stb.), az átsorozások költsége stb. A költségmutatókat az egyes viszonylatokra általában külön-külön kell képezni, mert ezek vonalanként, sőt vonalszakaszonként változnak. Erőteljesen befolyásolják a továbbítás költségét a pálya lejtviszonyai (emelkedők, kanyarok stb.), mert ettől nagymértékben függnek a tüzelőanyag, olaj, mozdonykarbantartás költsége, a mozdony személyzet bére (pl. több mozdony: toló vagy előfogat-mozdony használata). A vonalak költségei a költségesebb létesítményektől (pl. hidak, alagutak, völgyhidak stb.), a szerelvények súlyától, a vonatba sorozott kocsik típusától függően is változhatnak.

A költség-paraméter kidolgozása az út- és idő-paraméter megállapításához viszonyítva jóval szélesebbkörű vizsgálatot, a tényezők sokaságának, egyedi és összefüggő költségalakító hatásának numerikus megjelölését kívánja, ennél fogva csak a kocsielosztás céljaira kidolgozni túlzott követelménynek látszik. Lehet, hogyha ezt valóban csak az üres kocsielosztás céljaira szándékozónak kimunkálni, valóban erre a következtetésre jutnánk. De már ma látnunk kell azokat a más célú, holt napi igényeket (pl. a teljes elegyáramlás leggazdaságosabb továbbítási változatának a meghatározása, koordinációs problémák számszerű vizsgálata stb.), amelyeknél ezekre a költségmutatókra elengedhetetlenül szükség lesz.

A költség-paraméter szerinti elosztás gazdaságossága — minthogy e paraméter tartalmazza mind az út, mind az idő függvényében felmerülő költségeket — az elosztási változatok kocsi-típusonként kiszámított és összegezett költségének a különbségéből adódó megtakarításban (L_{pmkp}) mutatkozik meg:

$$L_{pmkp} = \sum_{i=1}^n k_{koi} - \sum_{i=1}^n k_{kosz} \quad (7)$$

ahol:

k_{koi} = az intézéssel és

k_{kosz} = a lineáris programozással végzett elosztás során felmerülő összköltség, Ft.

III.

A lineáris programozással történő vasúti teherkocsielosztással elérhető megtakarítások mértéke tekintetében a legutóbbi időkig csak a néhány külföldi vasúton eddig végzett reprezentációs számításokra, illetőleg egyes szakemberek kalkulációira támaszkodhattunk. Ezek az irodalomban ismertett adatok általában egymáshoz közeleső értékek (kb. 1–3%), annak ellenére, hogy eltérő sajátosságokkal, hálózati és egyéb adottságokkal, kocsiáramlati viszonyokkal rendelkező vasutakra vonatkoznak. Ez a hasonlóság annak tulajdonítható, hogy a sok évtizedes vasúti gyakorlat kialakította a teherkocsi-elosztásnál az elérhető optimumhoz közel eső változatokat. Ezt csak alátámasztja az a tény, hogy a fiatalabb közlekedési ágazatnál: a gépkocsiközlekedésnél jóval magasabb az eddig

számított megtakarítások arányszámái, mint a vasútnál. Tekintettel azonban arra, hogy hazánkban a vasúti közlekedés évi üres kocsiengely-km teljesítménye mintegy 700 millió, a kisebb arányú megtakarítás is tekintélyes abszolút összegű megtakarítást tehet lehetővé.

Avégből, hogy a hazai vasúti teherkocsi-elosztás gépesítésének bevezetését kellően megalapozzuk és elősegítsük, szükségesnek mutatkozott a magyar viszonyok közt elérhető megtakarítások számszerű meghatározása is. Ezt célozta egy, az 1959. évben egyetlen vasútigazgatóság nyitott kocsi elosztására első ízben elvégzett számítás is [8]. E szűkebbkörű számítás mellett azonban célszerűnek látszott, hogy a módszerrel járó előnyöket további és részletesebb számításokkal értékeljük. Ezért a *Vasúti Tudományos Kutató Intézet* — megfelelő előtanulmányok után — szélesebbkörű, reprezentatív jellegű teherkocsielosztási kísérletet végzett. A számítások lebonyolítása a *Magyar Tudományos Akadémia Kibernetikai Kutató Csoportjának* közreműködésével és elektronikus számológépen történt.

A kísérleti kocsielosztás során a következő feladatokat végeztük el.

1. Vizsgáltuk az 1960. február 26-i országos nyitott kocsi kiegyenlítést, amikor is 3061 kocsi került 27 állomásra 14 igénylő hely (körzet) között elosztásra. A kocsiintézési diszpozíciói alapján 322 233 kocsi teljesítmény merült fel, a lineáris programozással viszont csak 305 700, azaz 16 533 kocsi kilométerrel (5,4%-kal) kisebb teljesítmény mellett voltak a kocsik eloszthatók.

2. A pécsi vasútigazgatóság területén jelentős a rönkös kocsik rakodása és elég tekintélyes e kocsik üres futása. Reprezentációkkal ezek elosztását is célszerűnek láttuk optimalizálni, illetőleg vizsgálni. Két napi elosztást: az 1960. február 4-i 26 rönkös kocsinak 12 állomásra 13 állomásra és a március 15-i 41 kocsinak ugyancsak 12 állomásra 16 állomásra történt elosztását dolgoztuk fel. Az első esetben 11,6%-os, a másodikban 6,7%-os kocsi futás megtakarítás mutatkozott a lineáris programozás segítségével.

3. Indokoltnak láttuk egy kis területű kocsiintéző szervnél, nevezetesen egy kocsiintézési gócnál felmerülő elosztások gazdaságosságát is megvizsgálni. Ezért a kaposvári kocsiintézési gőc kétnapi fedett kocsi kiegyenlítését elemeztük. Ennek során az 1959. október 7-én 12 állomáson

Országos nyitott (K) kocsi kiegyenlítés (tényleges)
(1960. II. 26.)

1. táblázat

Főls kocsival rendelkező állomások	Kocsit igénylő állomások és az oda irányított kocsik száma														Főls kocsik száma
	Záhony	Tatabánya Oroszlány	Hidas	Szerencs	Tapolca	Délegyháza	Dudar	Kisterenye	Balinka Pusztavám	Dorog	Szob	Berente	Tokaj	Ajka	
Békéscsaba	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
Szeged	—	75	—	—	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150
Hódmező- vásárhely	20	—	—	60	—	—	—	40	—	—	—	60	—	—	180
Kiskunhalas	—	—	5	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	25
Sztálinváros	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
Csorna	—	—	—	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	40
Győr	—	45	—	—	—	—	—	—	40	—	—	—	—	—	85
Lábatlan	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	30
Almásfüzitő	—	—	—	—	—	—	—	—	60	—	—	—	—	—	60
Székesfehérv.	—	—	—	—	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—	70
Zalaegerszeg	—	—	—	—	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90
Szombathely	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100
Celldömök	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50
Mosonma- gyaróvár	—	—	—	—	—	—	—	—	60	—	—	—	—	—	60
Komárom	—	—	—	—	—	—	—	—	46	—	—	—	—	—	46
Veszprém- varsány	—	—	—	—	—	—	75	—	—	—	—	—	—	—	75
Budapest	—	517	—	—	—	40	—	95	—	105	30	—	—	—	787
Hatvan	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	30
Szolnok	—	—	—	—	—	—	—	148	—	—	—	—	—	—	148
Salgótarján	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	30
Miskolc	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	150	—	—	250
Ózd	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	—	—	150
Kisújszállás	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
Püspök- ladány	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
Debrecen	140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140
Mátészalka	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50
Nyíregyháza	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	90
Igényelt ko- csik száma	485	637	5	160	315	60	115	343	276	135	30	360	40	100	3061

Összes kocsi teljesítmény: 322 233.

evő 32 fős kocsinak 13 igénylő hely közötti elosztása 2,7%-os és az október 19-én 3 kocsinak 7 helyről 14 állomásra való intézésével 8,2%-os kocsifutás-megtakarítás mutatkozott a lineáris programozás segítségével.

Ezeket az eredményeket azonban — minthogy út-paraméterrel optimalizáltunk — a realitás, a gyakorlat, a számbajövő feltételek teljesíthetősége szempontjából felül kellett vizsgálni, hogy nem tartalmaznak-e olyan elemeket, amelyek vasútüzemi okokból módosításra szorulnak, vagy más szempontból nem optimálisak. Ezek az elemek általában olyan korlátozó tényezőkből adódnak, amelyeket a számításba nem lehetett bevonni. „A számított optimális változat viszont azzal az előnnyel is rendelkezik, hogy az attól való eltérés hatásai számszerűen és viszonylag könnyen értékelhetők, ami a döntést megelőző mérlegelést ugyancsak megkönnyíti” [9].

Ad 1. A nyitott kocsik országos kiegyenlítésének kocsintézési megoldása (1. táblázat), összevetve a lineáris programozással végzett kísérleti elosztási változattal (2. táblázat), a gyakorlat-

ban már most is jól hasznosítható áramlási sémát adott. Az elosztás közlekedésföldrajzi viszonyait feltüntető ábrán jól látható, hogy a gépi elosztás a Duna vonalát mintegy választó vonalként húzta meg (1. ábra). A Dunától keletre jelentkező igényeket csak az ebben a térségben felszabadult kocsikból, míg a dunántúli részt — eltérően a kocsintézésről, amely az idő-tényezőt is figyelembe véve, az alföldi térségből indított üres kocsi zárt vonatokkal látta kedvezően kiegyenlíthetőnek a dunántúli rakodóhelyek kocsigényét — a budapesti térség és Dunántúl kocsijaival elégítette ki. Ha ezt a határozott elkülönítést elfogadjuk — és az áruáramlatokból adódó kocsihelyzet ezt lehetővé teszi — a fős kocsikat Szeged, Békéscsaba, Hódmezővásárhely térségéből nem a dunántúli rakodásokhoz, hanem a borsodi, záhonyi, kisterenyei felvő helyekre kell irányítani. A dunántúli kisegítést viszont a budapesti térségből kell intézni. A kísérleti munkának egyedül ez a megállapítása már 13 185 kocsikm, azaz 4,2%-os kocsifutási megtakarítást mutatott ki.

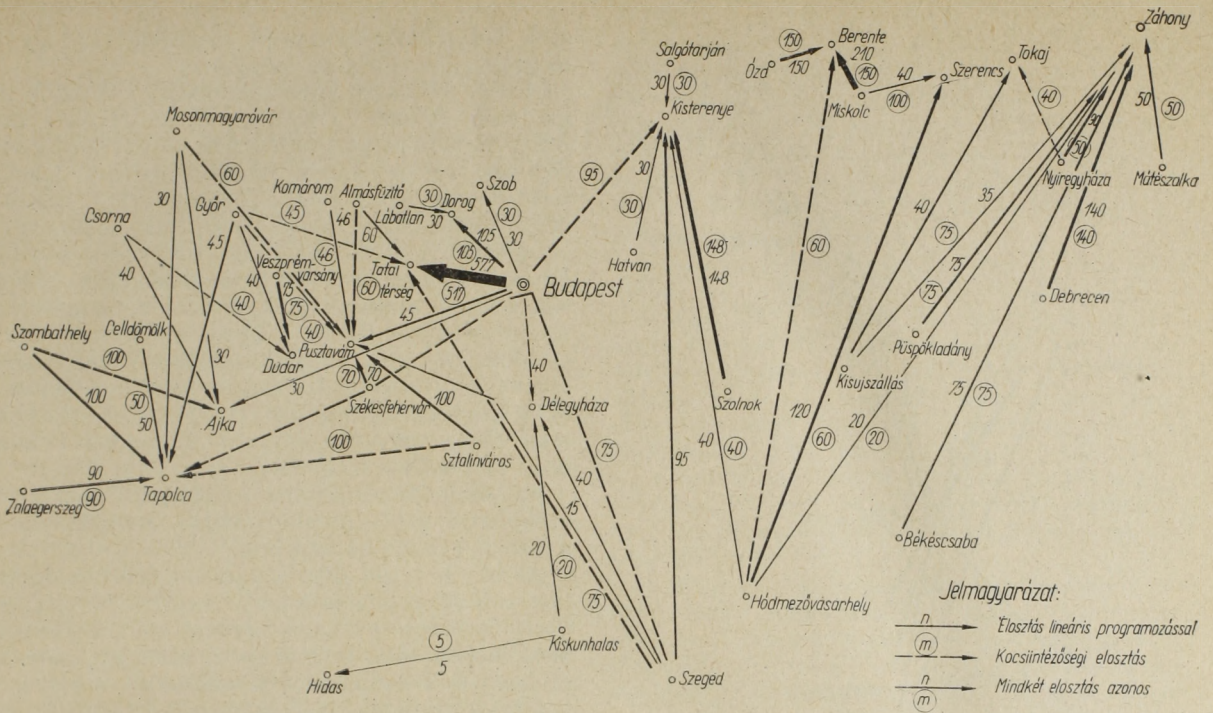
Az optimális változat ezenkívül további kocs-

2. táblázat

Országos (K) koesi kiegyenlítés (számított optimum)
(1960. II. 26.)

Fős kocsival rendelkező állomások	Kocsit igénylő állomások és az oda irányított kocsik száma													Fős kocsik száma	
	Záhony	Tatabánya Oroszlány	Hidas	Szerencs	Tapolca	Délegyháza	Dudar	Kisterenye	Balinka Pusztavám	Dorog	Szob	Berente	Tokaj		Alka
Békéscsaba	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
Szeged	—	—	—	—	—	40	—	95	15	—	—	—	—	—	150
Hódmező- vásárhely	20	—	—	120	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	180
Kiskunhalas	—	—	5	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	25
Sztálinváros	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	100
Csorna	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	40
Győr	—	—	—	—	45	—	40	—	—	—	—	—	—	—	85
Lábatlan	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	30
Almásfüzitő	—	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60
Székesfehérvár	—	—	—	—	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—	70
Zalaegerszeg	—	—	—	—	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90
Szombathely	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100
Celldömök	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50
Mosonma- gyaróvár	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	30	60
Komárom	—	—	—	—	—	—	—	—	46	—	—	—	—	—	46
Veszprém- varsány	—	—	—	—	—	—	75	—	—	—	—	—	—	—	75
Budapest (Körvasút)	—	577	—	—	—	—	—	—	45	105	30	—	—	30	787
Hatvan	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	30
Szolnok	—	—	—	—	—	—	—	148	—	—	—	—	—	—	148
Salgótarján	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	30
Miskolc	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	250
Ózd	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	210	—	—	250
Kisújszállás	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	—	—	150
Püspök- ladány	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
Debrecen	140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140
Mátészalka	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50
Nyíregyháza	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90
Igényelt ko- csik száma	485	637	5	160	315	60	115	343	276	135	30	360	40	100	3061

Összes kocsikm-teljesítmény : 305 700.



1. ábra. Nyitott koesi kiegyenlítés földrajzi vázlata

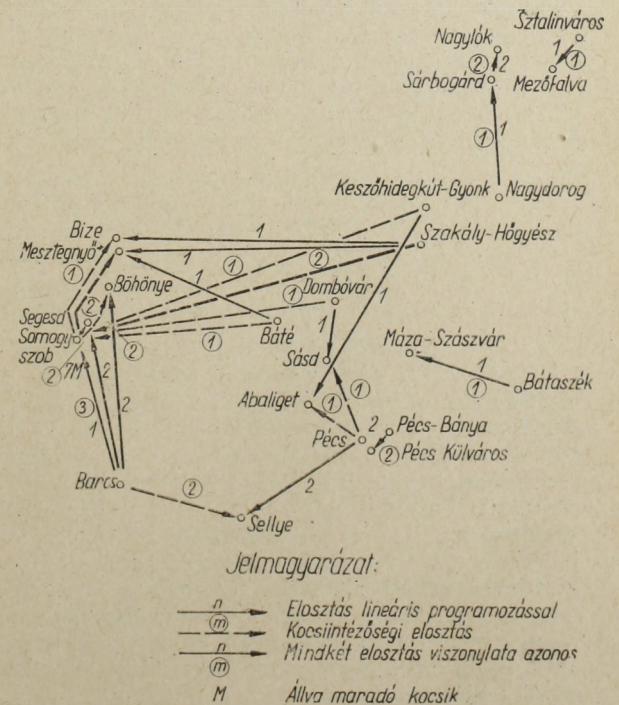
kiegyenlítéseket is minimalizált. Ezeket elemezve, a hagyományos kocsiintézés célkitűzéseinek (mint pl. a rakodás kezdetének és az érkezési idők összehangolásának, a gazdaságos kocsitovábbításnak, a továbbítás során felmerülő vasúti munkafolyamatok kedvezőbb feltételei biztosításának stb.) érvényesítése érdekében az elosztáson némi *korrekciót* kellett végrehajtani. Módosításra került — a gazdaságos továbbítás érdekében — a Szegedről Pusttavámra intézett 15 koesi elosztása és a dunántúli térségben — a folyamatos rakodás biztosítása érdekében — a Tapolca, Ajka, Pusttavám igényének kielégítése. Az ezeket a módosításokat tartalmazó változattal 14 093 kocsikm, azaz 4,5%-os megtakarítás érhető el.

Ha gyorsabb, *irányvonatos kocsitovábbítás* lehetőségét is érvényesíteni kívánjuk és a Hódmezővásárhely, Szeged térségéből észak felé futó kocsikat — megosztás nélkül — Kisterenye, Miskolc, Záhony térségébe rendeljük, a megtakarítás 7748 kocsikilométerre, vagyis 2,5%-ra redukálódik. Ez esetben viszont már minden, a kocsiintézők által a kocsikiegyenlítésnél figyelembe vett szempont érvényesült. E tovább módosított változatnál is azonban még mindig olyan tekintélyes megtakarítás mutatkozik, amely *kétséget kizáró módon igazolja a lineáris programozás alkalmazásának hatékonyságát és egyben szükségességét.*

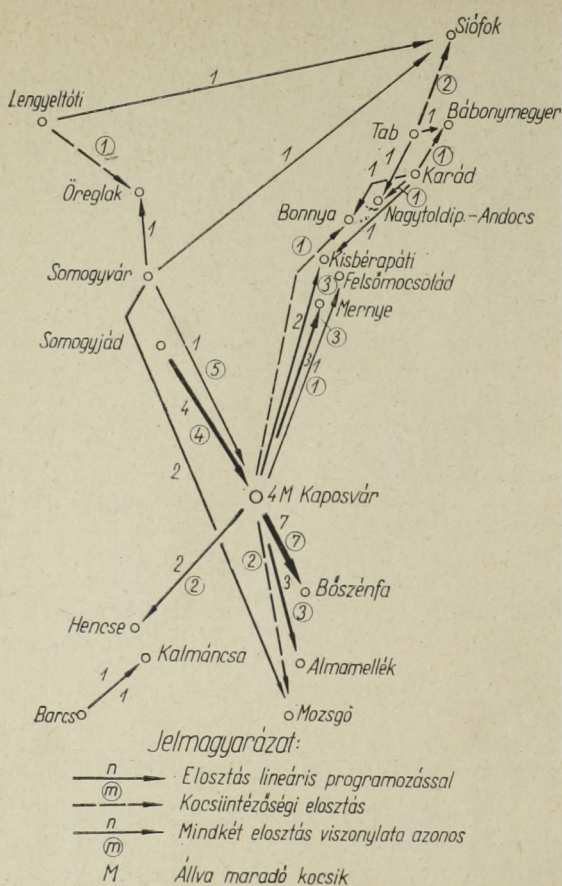
Ad 2. Az 1960. február 4-i rönkös koesi elosztás tényleges és kísérleti végrehajtásánál a kocsi-futási teljesítmények között igen nagy különbség (11,6%) adódott. Ez ezért állt elő, mert a számítás során csak Somogyuszob állomásnál vettük figyelembe, hogy a kocsiigény kisebb, mint a rendelkezésre álló kocsimennyiség, így a kocsik egy része állva hagyható lett volna. A módosított

változat már csak 1,3%-os megtakarítást mutat (2. ábra).

Az 1960 március 15-i rönkös koesielosztás — amely általában megegyezik a kocsiintézők szokványos elosztásával — 6,7%-os eltérést mutat a számított elosztáshoz képest. E különbség nagyrésze a Dombóvár—Pécs és Godisa—Komló vonalon, alig nagyobb, mint 50 km-es körzetben és



2. ábra. Rönkös koesi kiegyenlítés földrajzi vázlata



3. ábra. Fedett koci kiegyenlítés földrajzi vázlata

mindössze 10 koci elosztásánál adódott. A körzet optimális elosztási változata nem elszigetelten, hanem a vasútigazgatóság rönköskoci elosztásának optimumában alakult ki. A kedvezőbb továbbítási lehetőségek miatt azonban Sásd és Mecsek-jános igényét Pécsről, Csurgóét pedig Somogy-

az üres kocsikilométerben elérhető megtakarítás kereken	9,4 millió kocsikm
ez átszámítva eleytonnakm-teljesítményre, kb.....	93,7 millió eleytonnakm.
amelynek továbbítási költsége	17,8 millió Ft.
a továbbítás során elérhető kocsóra-megtakarítás	2,87 millió kocsóra
ennek kocsóra értéke kb.	3,4 millió Ft
a mellékteljesítményeknél elérhető megtakarítás	5,7 millió kocsinál
a tolatási egységidők és a költségmutató alapján kb.	6,3 millió Ft.

Az évi megtakarítás tehát a Magyar Államvasutaknál kb. 27,5 millió forintra tehető, illetőleg a megtakarított kocsórák alapján, változatlan kocsi-park mellett, az évi kiállítható kocsik száma 35 ezerrel növelhető. Ezek az értékek a valóságban természetesen módosulhatnak, figyelemmel a reprezentatív kísérlet idő-, tér- és kocsi típusbeli korlátozottságára, az önköltségi adatok ténytámszámjellegré, valamint egyes jelenségek pénzbeli értékelésének elnagyoltságára. Ily módon feltehető, hogy a vasúti áruforgalom növekedése mellett, a teljes kocsi-parkra és hosszabb időszakokra elvégzett újabb számítások a megtakarítások növekedését fogják kimutatni.

A fentiekben kimutatott megtakarítás is lehetővé

szob helyett Gyékényesről elégitjük ki; így a megtakarítás 3,6%-ra csökken.

Ad 3. Hasonló következtetések vonhatók le az 1959. október 7-i 2,7%-os és az október 19-i 8,2%-os futás-megtakarítást felmutató fedett koci elosztási változatokból. Mindkét esetben kisebb terület, egy kocsiintézési góponthoz tartozó négy mellékvonal fölős kocsijának mozgatását vizsgáltuk. A gyakorlat itt is kialakította az általában helyes fedett koci intézési sémákat. E szerint a kocsik a vonal egyik állomásáról a másikra, ha nincs rájuk igény, a gyűjtőállomásra, hiány esetében pedig az elosztó helyről a vonal közép-állomására futnak. Az ezen elvnek megfelelően és a legkörültekintőbben megvalósított hagyományos kocsielosztási változattal szemben is adódott kedvezőbb megoldás.

Ezt mutatja az október 7-i elosztás, ahol a viszonylatok jobb kombinációjából 2,7%-kal előnyösebb változatot kaptunk.

Az október 19-i gépi elosztáson némi változtatást kell végezni, minthogy Somogyvárról és Lengyeltóti-ból egy-egy koci Siófokra küldése elkerülhető, hiszen több volt a koci, mint az igény és az igények a szomszédos állomásokról is kielégíthetők. A módosítás után már csak 2,1%-os kocsi-km megtakarítást kapunk (3. ábra).

A kísérleti elosztás adataiból, a kellő mérték-tartással és megfontolással végzett súlyozott átlagszámítás eredményeként, 2,5%-os megtakarítási arányszámot kaptunk, amely kb. évi 8—9 millió üres kocsi-km-teljesítménynek felel meg.

A reprezentatív kísérleti elosztás eredményei, valamint az éves átlagos statisztikai és ráfordítási adatok (üres futás távolsága, kocsi-forduló üres időtartama, utazási sebesség, teherkocsi átlagos önsúlya, eleytonnakilométerenkénti továbbítási költség, átlagos átrendezések száma, kocsóra érték, tolatási költség stb.) alapján, az előzőkben ismertetett módszer szerint felmértük a lineáris programozással végzett teherkoci-elosztás egy évre vonatkoztatott forint megtakarítását is, a következők szerint:

teszi azonban, hogy a beszerzendő elektronikus számológép — a típustól függően és csak a kocsi-elosztási munkánál foglalkoztatva — a külföldön számított három évi megtérülési időnél rövidebb idő alatt amortizálódjék. A kocsielosztási feladat azonban még korántsem köti le egy ilyen gép kapacitását; a szabad kapacitás felhasználása pedig további növeli az elektronikus számológép hatékonyságát.

A fenti kísérleti teherkocsielosztás és az erre vonatkozóan végzett számítás mindenben igazolni látszik a lineáris programozások konkrét számítás nélküli feltevésekre és külföldi példákra alapozott hatékonyságát a magyar vasutak kocsielosztási munkájában.

IV.

A lineáris programozással végzett kocsielosztási kísérlet — megállapításunk szerint — jól reprezentálja a hazai vasúti teherkocsielosztás problémáját, ezen túlmenően sok olyan, a matematikai modell alkalmazásával kapcsolatos és a jövőbe mutató kérdést vet fel, amelynek megoldása a gazdaságos bevezetés fontos feltétele.

A kocsielosztás megoldása lineáris programozással: az információ vétele után a gyakorlat számára szükséges gyors, az üzem folyamatosságát biztosító döntés meghozatala olyan feladat, amelyhez a nagyteljesítményű elektronikus számológép mellett feltétlenül biztosítani kell a helyzetjelentések, majd — a szükséges műveletek elvégzése után — az utasítások, a kocsielosztási rendelkezések gyors továbbítását. Ez a kívánalom a hírsatorna, az *adatközlő apparátus* technikai-szervezeti megoldásának kérdése mellett — amely külön probléma-komplexumot alkot — bizonyos egyéb *szervezési problémákat* is felvet. „Általánosságban véve a modell egy egész hálózaton belüli elosztás mindennapos programozására való felhasználása úgy intézendő, hogy a valóság minden részletéhez, a megoldandó szükségletekhez alkalmazkodjék, ami már egy további probléma, hogy úgy mondjuk operatív kutatási feladat” [10].

A *jelenlegi kocsiintézési apparátus* munkájának lineáris programozással, illetőleg gépi elosztással történő optimalizálása azt jelenti, hogy onnan, ahol a feladat kiszámítása manuálisan, kézi számológépekkel — annak nagy időigénye miatt — nem végezhető el, az adatokat a *gépközpontba* kell juttatni. Ha a kocsiintézési gécek olyan elosztóhelyeknek tekintjük, ahol az elosztás manuálisan még megoldható, úgy csak a vasútigazgatóságok kocsiintézését kellene géppel végeztetni. Ez a feladat is azonban, még ha az egyes kocsiintézési szakaszokat az igazgatóságokként külön-külön számolt elosztáshoz összevonjuk is, a sok adatközlő hely olyan mennyiségű adatainak továbbítását és betáplálását jelentené, amely *időben illuzórikussá tenné a gépi elosztást, minthogy elmaradna az üzem folyamatos munkájától.*

A területi kocsielosztás időbeli nehézsége mellett nem szabad figyelembe kívül hagyni azt a körülményt sem, hogy az egyes intézési területekre kiszámított legkedvezőbb változatok csak rész-optimumok és kérdéses, hogy azok összessége az összhálózatra vonatkozóan optimum-e. Gondolunk itt pl. hogy az egyes területen belüli igények kielégítése során az intézési terület szélein, a másik intézési terület határa közelében fekvő állomásokról a kocsikat a terület belső, távolabbi helyre rendelik, jöllehet a fölös kocsival rendelkező állomáshoz közelebb fekvő, de már a másik területhez tartozó állomásoknak is hasonló kocsi van szükségük. A másik hasonló probléma a területenkénti fölös kocsi elosztásával kapcsolatos. A fölös kocsikra beérkezett helyzetjelentések alapján a központi kocsiintézés nem minden esetben ad a rendeltetési állomások megnevezésével elosztást, hanem általában csak az átadási határállomásokat jelöli meg. Az elosztás így két-

szeres: először a határ-, illetőleg gyűjtőállomásra, majd innen tovább irányítják a kocsikat, a kétszeres elosztás viszont kétszerezéssel teszi az optimum elérését. Kézenfekvő, hogy a *legkedvezőbb változatú elosztáshoz be kellene vonni az összes fölös kocsival rendelkező és az összes kocsikat igénylő állomásokat*, s az elosztásnak közvetlen intézéssel kellene megtörténnie.

Ezekből a felismerésekből, valamint azon törekvésből kiindulva, hogy a nagy beruházással járó technikai berendezések hatékonyságát az üres kocsi elosztásánál elérhető legkedvezőbb változat megvalósításával a lehető legjobban kihasználjuk, az látszik célszerűnek, ha a gépi kocsielosztásra való áttéréssel egyidejűleg bevezetik a *központos kocsiintézést*, annál is inkább, mert — megítélésünk szerint — hazai vonatkozásban egyetlen közepes teljesítőképességű számológép az egész hálózat folyamatos kocsielosztását meg tudja oldani.

A központos kocsiintézésen természetesen nem azt értjük, hogy az egész hálózat valamennyi állomását, rakodó helyét bevonjuk az elosztásba. Az optimális megoldást adó központos kocsielosztást *kocsiintézési bázisok, elosztási pontok* szervezésével, illetőleg kijelölésével látjuk megoldhatónak. A hálózaton számos olyan szárnyvonal állomás van, amelyről a kiürült kocsikat — amennyiben ezeket a leadási állomáson vagy ugyanezen vonal másik állomásán nem rakják meg — minden esetben ugyanarra az elágazó állomásra küldik, illetőleg az emített állomások kocsiigényeit is mindig csak innen elégíthetik ki. Ezeknek a szárnyvonal állomásoknak a kocsihiánya és fölöse tehát az elágazó állomás hiányként és fölösként vehető figyelembe. Ezek mellett még tovább szűkíthető az országos kocsielosztás köre — gyakorlati tapasztalatok szerint — olyan további állomásoknak az összevonásával, amelyek között a gazdaságos kocsielosztás vagy egyértelműen, számítás nélkül adódik, vagy a számítás könnyen, manuálisan, illetőleg kézi számológéppel is megoldható. Az egyes elosztási pontokhoz tartozó területeken belül azután teljesen elkülönítve is elvégezhető az optimalizálás az esetben, ha az elosztandó kocsik és az igény egyenlő. Kevesebb kocsi esetében viszont a hiányzó mennyiséggel azt az állomást terhelik, ahonnan a kocsi érkezik, a fölös kocsikat pedig az átadási állomás vagy állomásokra veszik fel.

A hazai áruáramlatok függvényeként kialakult kocsiáramlatok alapján, továbbá az állomások fekvésére és vonatforgalmára tekintettel — számításaink szerint — mintegy *100–120 elosztási pont* szervezésével lehetővé válna nemcsak a központosított kocsielosztás és a hálózati optimum elérése, hanem a rendszeresen ismétlődő, összefogott és nagyobb csoportokban elosztásra kerülő kocsik áramlatainak gazdaságosabb továbbítása is.

Egy másik fontos probléma abból adódik, hogy a lineáris programozás elosztási modellje eleve feltételezi a *homogenitást*, az elosztásra kerülő dolgok azonosságát, egymással való helyettesíthetőségét. A vasútnál viszont — a szállítási fel-

adatoknak megfelelően — az idők folyamán egész sora alakult ki az egymástól többé-kevésbé eltérő kocsitípusoknak. A homogenitás — szigorúan véve — tehát csak az egyes fő- és altípusban meg-egyező, műszakilag azonos feltételeket kielégítő, bizonyos esetekben meghatározott állapotnak megfelelő kocsi-állományoknál áll fenn. A lineáris programozással történő kocsielosztásnál így annyi elosztási feladat megoldása volna szükséges, ahány ismérv szerint csoportosíthatók a kocsik. A gyakorlatban azonban az eltérő típusú vagy ismérvű kocsi — bizonyos szállítási határokon és bizonyos határok között — egymással helyettesíthetők. A hagyományos kocsielosztásnál a kocsiintézők a helyettesítés lehetőségeit részben az üres futások csökkentése érdekében, részben az igényelt kocsi-típus hiánya esetében érvényesítik.

A lineáris programozás, illetőleg a gépi elosztás során a helyettesítés problémája nem minden esetben oldható meg egyszerűen úgy, hogy a különböző típusú, de bizonyos szállításoknál egymással helyettesíthető kocsikat és az ezekre vonatkozó igényeket egy matrixba fogjuk össze. Pl. a fedett kocsi a tűzifa, cserép, téglák stb. szállításánál helyettesítheti az ezen áruk részére készült nyitott kocsikat. Az elosztás során azonban — ha a helyettesítésre felhasználandó fedett kocsikat és az ezekre fedendő igényeket a többi nyitott kocsi-állomány és a nyitott kocsi igényekkel összevonva kezeljük — az optimalizált megoldásban előállhat az a változat, hogy fedett kocsit küldünk olyan állomásra, ahol az a nyitott kocsi helyettesítésére nem alkalmas (pl. kavics, szén stb.) szállításához. Ennek elkerülése érdekében csak olyan kocsi és igény egybevonás megengedett, amelynek minden kocsi bármely hiány fedezésére felhasználható.

Minthogy a vasúti szállításnál, adott esetekben, illetőleg időszakokban elkerülhetetlen a kocsi helyettesítése, szükséges, hogy ez a gyakorlat a gépi elosztásban is érvényesüljön. Ha ez megvalósul, az összevonással az elosztási matrixok száma is csökkenthető. A kérdés megoldása érdekében az volna a legkedvezőbb, ha az összevonások már az adatszolgáltató helyen elvégezhetők lennének, mert ezzel az adatok betáplálása meggyorsulna. Ez azonban nem hajtható végre, mert az adatszolgáltatók csak a saját állomásukra vonatkozóan ismerik azokat az adatokat (szállítandó áruk neve, súlya, szállítási viszonylat stb.), amelyekből eldönthető a helyettesítés és összevonás lehetőségei. A kocsi-típusok összevonása tehát csak a típusonkénti elosztási matrixok elkészítése előtt, a teljes hálózati adatok ismeretében végezhető el. Az információk viszont mindazokat az adatokat tartalmaznia kell, amelyek az összevonáshoz szükségesek. A gyakorlati élet már kialakított mind a kocsi-szükséglet, mind a kocsi-állomány oldalán — főleg egyes speciális szállítványokat illetően — bizonyos csoportosítási és összevonási lehetőségeket; ezek előnyösen használhatók a gépi elosztás során is. Nyilvánvaló, hogy e kérdés véglegesen csak a gépi elosztás bevezetése során nyert tapasztalatok és a további operáció-kutatások alapján lesz megoldható.

A kocsielosztás modellje megkívánja, hogy

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = \sum_{j=1}^n \beta_j$$

legyen, tehát az elosztandó mennyiség és az igény közötti egyenlőség fennálljon [10].

A vasúti üres kocsi helyzete általában úgy alakul, hogy vagy a rendelkezésre álló kocsimennyiség, vagy a kocsiigény a többi; előbbi esetben a kocsik egy része felhasználatlan lesz „állva marad”, utóbbi esetben pedig az igények egy része lesz kielégíthetetlen.

Amennyiben a rendelkezésre álló kocsimennyiség a nagyobb, ezt a lineáris programozás során úgy oldjuk meg, hogy fiktív helyet állítunk be a matrixba, melynek fajlagos jellemzője zéró; a kocsi-többlet erre a fiktív helyre kerül, vagyis állva marad.

Nagyobb, ki nem elégíthető kocsiigénylés esetében viszont már eleve eldöntendő, hogy milyen eljárást kívánunk követni:

- az igények részarányosan kerüljenek kielégítésre;
- bizonyos rakodóhelyek teljes fedezetet kapjanak, a többiek igénye részarányosan csökkentve legyen kielégítve;
- a b) pont szerinti elv néhány árufajtára vonatkozóan, hasonló elosztással;
- bizonyos elsőbbségben részesítendő rakodóhelyek teljes kielégítést nyerjenek, egyesek viszont ne kapjanak kocsit stb.

A rendelkezésre álló kocsimennyiség a lineáris programozás segítségével annak megfelelően kerül elosztásra, hogy milyen elosztási elvet kívánunk érvényesíteni. Bármelyik alternatíva programozható a paraméterek értékének megfelelő módosításával, de megoldható ez a kérdés az igényeknek az elosztás előtti helyesbítésével is.

A lineáris programozási modell felhasználásával és annak gépi úton történő megoldásával végzett kocsielosztással kapcsolatban további probléma a több napra történő elosztás, illetőleg az elosztási intervallumok kérdése.

A lineáris programozás és a gyors működésű számológépek lehetővé teszik, hogy az elosztás több napra vonatkozóan készüljön. Ez a munka természetesen terjedelmesebb, de gépi úton ugyan-csak viszonylag rövid idő alatt megoldható.

A vasúti kocsik ezrei a hálózat különböző pontjain a kocsiforduló egyik fázisából a másikba lépnek (az üres futási szakaszt követi a megrakás, a rakott továbbítást a kirakás stb.). Ez a dinamikus változás szakadatlan láncolatot képez: ahol az egyik időpontban nem volt kocsi, oda a következő időpontban érkezik kocsi. A nap minden órájában, sőt minden percében változik tehát a hálózat valóságos kocsihelyzete. A naponkénti kocsielosztásnál — a gyakorlati tapasztalatok szerint — általában elegendő az állomásokon tartózkodó kocsik számbavétele. A több napra érvényes kocsielosztási döntésnél azonban már nem korlátozódhatunk csak az üres kocsi helyzet ismeretére; a több napra szóló intézéshez feltétlenül számításba kell venni a rakott áramlatokat

is. A gépi kocsielosztás minden bizonnyal a rakott kocsi áramlatokra alapozó, több napra adott kocsielosztás lesz.

Azt, hogy az *optimális kocsielosztási periódus* minek a függvényében kerüljön megállapításra, csak a további kutatás döntheti el. Ennek hiányában — a jelenlegi kocsiigénylési rendszert alapul véve — az *ötnapos kocsiigénylési periódus* látszik célravezetőnek. Ennek bevezetése természetesen csak a változtatást nem tűró és pontos viszonylatokat tartalmazó ötnapos kocsiigénylésekre épülhet. Nézetünk szerint erre végső fokon a gyakorlat fog választ adni.

Ugyancsak a gyakorlat fogja eldönteni azt a kérdést is, hogy *szükség lesz-e minden kocsi típusra, periódusról periódusra a teljes kocsielosztást számítás útján elvégezni*, vagy elégséges lesz csak időnként meghatározni az optimális áramlati irányokat. Amennyiben a szállítandó áruk összetételében és a szállítási viszonylatokban lényeges változás nem történik, a már előzőleg meghatározott elosztási változat újból felhasználható lesz. Feltehető hogy a nagyobb gyakorisággal, az egyes időszakokra, a szezonális szállítások tartamára megadott, számított optimális elosztások az idők folyamán olyan, alig javítható *normatívákat* eredményeznek, amelyek alapján az üres kocsik újabb számítások nélkül eloszthatók. Különösen áll ez a nagy rakodóhelyek kielégítésére, illetőleg a tömegárak szállítására szolgáló általános típusú (nyitott, fedett) kocsikra. A későbbiek során ezért lehetséges, hogy az optimális elosztás naponkénti számítás útján történő megállapítása inkább csak a különleges és szörványosan, minden törvényszerűség nélkül futó kocsiknál mutatkozik majd indokoltnak.

Az optimális kocsielosztási modell nem nélkülözheti azoknak az ún. *korlátozó tényezőknek* a programozását sem, amelyeket a hagyományos kocsielosztás is figyelembe vesz. (Lásd a III. fejezetben is.) Ilyen korlátozó tényező pl. a vonalak tengelynyomás-különbségéből származóan a kocsik raksúly szerinti intézése. A tengelynyomás korlátozása vonalak, állomások, iparvágányok igényeit — amennyiben ilyen kocsik rendelkezésre állnak — kisebb raksúlyú kocsikkal fedezik; ezzel a kihasználatlan raksúlykapacitás csökkenthető, illetőleg a nagyobb raksúlyú kocsik a korlátozás nélküli vonalakon a teljes raksúlyig kihasználhatók. E korlátozó tényező számításba vétele hasonlóan oldható majd meg, mint a kocsi típusok helyettesíthetőségének problémája.

A hagyományos kocsiigénylés a diszpozíciók kiadásánál számol általában az egyhelyről egyhelyre, *zárt vonatokkal való továbbítás* lehetőségeivel. Ezzel a kocsik gyorsabb továbbítását, a vonóerő jobb kihasználását, az átrendező állomások rendezési kapacitásának más célokra való felszabadítását éri el. A gépi elosztás során ez a feltétel beépíthető a matrixba úgy, hogy nem kocsi-darabszámot, hanem bizonyos számú kocsi-ből álló zárt vonatot vesszük figyelembe.

A kocsielosztásnál végül tekintettel kell lenni arra is, hogy az üres kocsiáramlatok az átmenő vonalak, állomások, rendezőpályaudvarok stb.

kapacitását túl ne terheljük, azaz olyan áramlatok alakuljanak ki, amelyek folyamatosan és zavartalanul levezethetők. Ezen túlmenően a kapacitásgazdálkodás optimuma szempontjából indokolt lehet a *kocsiáramlatok megosztása* a hálózaton. Ez a korlátozó tényező — bizonyos elnagyolásokkal — adott esetekben a programba is beépíthető, de a korrekciós eljárás során is kialakíthatunk olyan változatot, amelyben ez a tényező érvényesül.

A lineáris programozással történő teherkocsi-elosztás legfőbb problémáin végigtekintve, általánosságban már az eddigiek alapján is megállapítható, hogy a kocsielosztás ezzel a módszerrel jól kezelhető és hatékonyan megoldható. A gyakorlatba való teljes bevezetéséhez azonban még további, intenzív operáció-kutatás, a szervezeti és technikai előfeltételek megteremtése szükséges. Részleges s fokozatos bevezetése, illetőleg bevonása az üres kocsi-elosztás optimalizálásába azonban *már ma megkezdhető*, annál is inkább, mert ezúton juthatunk sok olyan értékes tapasztalat és felismerés birtokába, amelyre építve a következő években elérhetjük a lineáris programozás által nyújtott lehetőségek teljes kiaknázást.

*

Összefoglalásul ismételtelen megállapíthatjuk, hogy a *lineáris programozás bevezetése az üres kocsi elosztásba hazai viszonyaink közt is feltétlenül előnyösnek és hatékonynak látszik, ezért mielőbb meg kellene teremteni a bevezetés, illetőleg a kísérleti üzem feltételeit*. Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy a probléma teljes terjedelmében és részletességében még korántsem megoldott, *nélkülözhetetlen tehát a további — most már részletekbe menő és a vasútiüzemi viszonyokat a számítások szempontjából sokoldalúan feltáró — hazai tudományos kutatás*.

Befejezésül rá kell mutatnunk arra is, hogy a modern üzemszervezés és üzemvezetés módszereinek bevezetése a vasútiüzemben nem áll meg az üres kocsi elosztásának megoldásánál. Az üres kocsik kibernetikai módszerrel történő elosztása csak az első, kezdő lépés, olyan probléma kibernetizálása, amely a legkézenfekvőbbnek mutatkozik, és amely tipikus esete a lineáris programozással kezelhető vasútiüzemi folyamatoknak. Ez a tevékenység közben s fázisa és bizonyos tekintetben függvénye a teljes szállítási folyamatot felölelő vasútiüzemi munkának. Az operatív szállítástervezés a szállítandó áruk szerint, a kiállítandó kocsi típus is determináló viszonylati tervek, az ezekre épülő üres kocsi kiállítási program, a rakott és üres áramlatok alapján az elegy-továbbítási és vonatösszeállítási rend, a rendezőpályaudvarok munkája, a közlekedtetendő vonatok viszonylatonkénti közlekedési idejének kijelölése (menetrendszerkesztés), a mozdonyok és vonatkísérők vezénylése stb. mind olyan feladat, amelyek összességükben adják a vasútiüzem szervesen egymásba kapcsolódó elemekből álló szállítási munkáját. A fejlődés során ennek a teljes folyamatnak az optimalizálása a cél a modern kibernetikai módszerek segítségével, ami egyre szoro-

sabban összekapcsolódik a technikai folyamatok automatizálásával [13]. A kocsielosztásnak, mint a folyamat egyik elemének gépesítésével egyrészt egy önálló funkció optimalizálását érjük el, másrészt az itt szerzett elméleti ismereteket és gyakorlati tapasztalatokat felhasználva haladhatunk a teljes üzem kibernetizálása felé.

IRODALOM

- [1] *Dr. Aczél István—Krekó Béla*: Optimális szállítási terv megállapítása a lineáris programozás módszerével, Közgazdasági Szemle, 1960. 3. sz. 364—370. p.
- [2] *Dr. Aczél István*: A korszerű üzemvezetés néhány kérdése. (Kibernetikai módszerek alkalmazása a közlekedésben és közlekedésépítésben). A Technika Házában 1959. március 10—12-én rendezett ankét anyaga c. kötetben. Kézirat. Bp. 1959. Felsőoktatási Jegyzetellátó V.
- [3] *Axjonov, I. Ja.*: A kibernetika alkalmazásának perspektívái a Szovjetunió vasúti közlekedésében, Közlekedéstudományi Szemle, 1959. 7. sz.
- [4] *C. W. Churchmann, R. L. Ahoff, E. L. Arnoff*: Introduction to Operations Research, New York, 1957.
- [5] *Fekete A.—Dr. Kecskeméthy I.*: Lineáris programozás alkalmazása a közlekedés területén, Statisztikai Szemle, 1959. 5. sz.
- [6] *Fekete A.*: A kibernetika alkalmazása a közlekedésben, Vasút, 1960. 8. sz.
- [7] *Jándy Géza*: Szállítási feladatok lineáris programozása, Közlekedéstudományi Szemle, 1958. 6. sz.
- [8] *Jándy Géza*: Javaslat a szállítóeszközök kihasználásának hatékonyabbá és gazdaságosabbá tételére. Kézirat. Bp. 1958. A KPM takarékosági pályázatán első díjjal jutalmazott tanulmány.
- [9] *Jándy Géza*: A lineáris programozás, mint a közlekedés tudományos-gazdasági üzemvezetésének új matematikai módszere, Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, 1959. 4. sz.
- [10] *Jándy Géza*: Optimális szállítások tervezése. (Kibernetikai módszerek alkalmazása a közlekedésben és közlekedésépítésben.) A Technika Házában 1959. március 10—12-én rendezett ankét anyaga c. kötetben. Kézirat. Bp. 1959. Felsőoktatási Jegyzetellátó V.
- [11] *Jándy Géza*: A szállítástervezés elemző módszerei, Bp. 1960. Közlekedési Dokumentációs V.
- [12] *Dr. Kádás Kálmán*: A kibernetika és közlekedési alkalmazásai. (Kibernetikai módszerek alkalmazása a közlekedésben és közlekedésépítésben.) A Technika Házában 1959. március 10—12-én rendezett ankét anyaga c. kötetben. Kézirat. Bp. 1959. Felsőoktatási Jegyzetellátó V.
- [13] *Kalmogorov, A. N.*: Kibernetika, továbbá Információja, a Balsaja Szovjetszkaja Enciklopédiája, 51. köt. Moszkva, 1958.
- [14] *Dr. Krekó Béla*: A szállítási problémákról, Közgazdasági Egyetem Évkönyve, Bp. 1958.
- [15] *Dr. Krekó Béla*: A gazdasági tevékenységek elemzésének néhány modern matematikai eszközeiről. (Kibernetikai módszerek alkalmazása a közlekedésben és közlekedésépítésben.) A Technika Házában 1959. március 10—12-én rendezett ankét anyaga c. kötetben. Kézirat. Bp. 1959. Felsőoktatási Jegyzetellátó V.
- [16] *Kutakova, G.*: A kibernetika alkalmazása a vasútzomben, Zseleznodorozsnij Transport, 1959. 1. sz.
- [17] *De Lazala, I.*: Üres vagonok elosztása az operatív kutatás felhasználásával, Revue mensuelle Bulletin de l'Association Internationale du Congrès de Chemins de Fer. 1958. II.
- [18] *Petrov, A. P.*: Elektronikus számológépek alkalmazása a vasúti közlekedésben, Vesztnyik CNII Zseleznodorozsnogo Transzporta, 1959. 4. sz.
- [19] *Popov, E.*: Problemi primeneii kibernetiki na zseleznodorozsnom transzporte, Vesztnyik CNII Zseleznodorozsnogo Transzporta, 1959. 1. sz.
- [20] *Dr. Prof. G. Pothhoff*: Az üres kocsik elosztása, Die Eisenbahn, 1958.
- [21] *Rödönyi Károly*: Hozzászólás Turányi István előadásához. (Kibernetikai módszerek alkalmazása a közlekedésben és közlekedésépítésben.) A Technika Házában 1959. március 10—12-én megrendezett ankét anyaga c. kötetben. Kézirat. Bp. 1959. Felsőoktatási Jegyzetellátó V.
- [22] *Sztropicsev, Sz. G.—Kuan Da H.*: Vonatösszeállítás terv számítása számológéppel, Zseleznodorozsnij Transport, 1959. 9. sz.
- [23] *Turányi István*: A kibernetika főbb alkalmazásai a vasúti üzemvitelben, Közlekedéstudományi Szemle, 1959. 8. sz.

Felhívjuk szíves figyelmét, hogy a közeljövőben a Műszaki Könyvkiadó kiadásában megjelenik Fogarassy Mihály szerkesztésében a

Mélyépítő művezetők zsebkönyve 2. kiadás

Kb. 600 oldal, ára kb. 85,— Ft.

A könyv összefoglalja mindazon szakági mutatókat, melyek a mélyépítési munkaterületen nap mint nap előfordulnak. Végigvezeti az olvasót az elemi ismeretekből kiindulva az egyes könyven méretezhető — mérnöki számítást nem igénylő — szerkezetekig. Közli az egyes építési ütemek munkafogásait és ahol szükséges, technológiai leírást ad. Részletesen foglalkozik az építésszervezés kérdésével, az építkezés ütemét gyorsító munkafogásokkal, szerszámokkal.

Biztosítsa a könyvet szíves megrendelésével az

„ERKEL FERENC“ KÖNYVESBOLTBAN
Budapest, VII., Lenin körút 52.

Telefon: 422-109

A mozdonykazan lángboltjának kialakítása

BAJZA ENDRE

Bevezetés

A műszaki alkotásokat használatuk folyamán a technika előrehaladása, a szerzett tapasztalatok és az újabb igények módosítják, esetleg teljesen megváltoztatják. A gőzmozdony is oly korban alapozta meg létét, amelynek kívánalmai és adottságai ma már túlhaladtak. Tökéletesítésének lehetősége azonban a hely, súly, üzembiztonság és szerkezeti egyszerűség terén támasztott követelmények miatt korlátozott. E körülmény sorsát megpecsételte. Szerepét villamos-, illetőleg dieselmozdonyok veszik át.

Az új vontatási nemek bevezetése természetesen hosszabb-rövidebb átmeneti idő nélkül nem valósítható meg. Így nemcsak a MÁV, de számos fejlettebb, nagyobb lehetőségekkel rendelkező külföldi vasút sem került még abba a helyzetbe, hogy a soronkövetkező években, esetleg évtizedekben a gőzmozdonyokat mellőzze. Napjainkban tehát korai volna arra az álláspontra helyezkedni, hogy — főleg üzemük gazdaságosabbá tétele érdekében — fejlesztésükkel nem érdemes foglalkozni. A tennivalók: a régebben bevált, fontosabb mozdonykazan szerkezeti elemek további alkalmasságának megvizsgálása és a gőzvontatás felszámolásának ütemétől függően még hatékonynak mutató módosítások végrehajtása.

Az egyik ilyen figyelmet érdemlő berendezés a lángbolt, mivel a mostani adottságoknak jobban megfelelő kialakítása gőzmozdonyaink tüzszekrényében a szén égésekor létrejövő hőtermelési folyamatot gazdaságosabbá teheti. Előnyösebb kialakításával foglalkozva előljáróban célszerű röviden kitérni a szerepére.

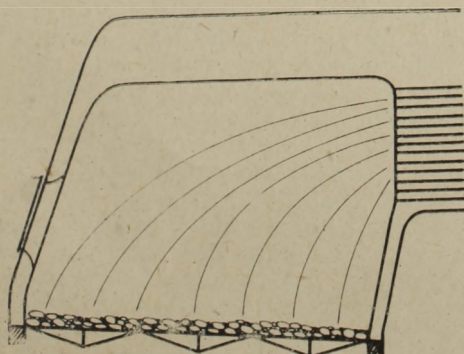
A füstgázok hőmérsékletét a bennük felhalmozódó hőenergia megemeli, ennek következtében fajsúlyuk az atmoszferikus állapotú levegőnél kisebb lesz. Az e különbségből származó felhajtó erő, továbbá a jóval erősebb mesterséges huzat hatására a füstgázok a szénágyról felemelkednek, s a tűzteret egyelőtlenül kitöltve áramlanak (1. ábra).

Ha útjukba boltozatot építünk, az áramlási ellenállás megnő és a füstgázok a boltozatot körüláramolva haladnak a csőfal felé (2. ábra).

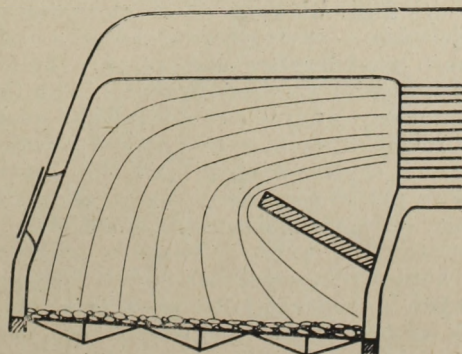
Az ellenállás megváltozása nagyobb füstszekrényvákuumot igényel, míg az irányeltesítés centrifugális erőket ébreszt, az áramlást szétteríti, ezen belül pedig örvénylő mozgásokat hoz létre. A centrifugális erők a rostélyról felkapott széndarabkák egy részét a füstgázáramból kisodorják. Az örvénylő mozgások fellépte, valamint a tűztérben a füstgázok egyenletesebb megoszlása az éghető alkotók és a levegő jobb keveredését segítik elő. A keveredés feltételeit azonban az áramlási útvonal megnövekedése még kedvezőbbé teszi. Mint-hogy a hosszabb út megtételéhez hosszabb idő szükséges, a tűztérben több és a nagyobb szemcséjű koks is elég, következésképpen a pernyeveszteségek mérséklődnek, a fűtőfelületek kevésbé szennyeződnek és javul a hőátadás.

Emellett a lángbolt a tűztér termikus stabilitására is hatással van. A hőegyensúlyt a rátüzelés alatt nyitvatartott tüzelőajton beáramló külső levegő kisebb hőmérséklete, valamint a frissen bedobott szén miatt a tűzágy hősugárzásának csökkentése bontja meg. Felfűtéskor a boltozat a hőegyensúlyt még nem befolyásolhatja, mert hideg. A tüzelés előrehaladtával azonban a tűzágy és a füstgázok melege a hőmérsékletét megemeli. Ha ezután dobunk szenet a rostélyra, a tűztér hőegyensúlya hamarabb visszaáll, mert a lángbolt a mindenkori hőmérsékletkülönbségnek megfelelően hőenergiát sugároz a környezetébe. Ennek következtében a füstgázáram alkotói nem esnek ki az égésfolyamatból, a tűztér felmelegedése, a beadagolt friss tüzelőanyag kigázosodása és gyulladása meggyorsul, a hőmérsékletváltozások kisebb határok közé szorúlnak, a végbemenő folyamatok egyenletesebbekké válnak.

A tűztér hőingadozása a szerkezeti elemek szempontjából is lényeges. Amennyiben nagy határok között megy végbe, a fellépő dilatációk ezek anyagában meg nem engedett feszültséget ébresztve



1. ábra. Füstgázáramlás lángbolt nélküli tűztérben



2. ábra. Lángboltot megkerülő füstgázáramlás

támcsvár-szakadást, illesztési meghibásodásokat, maradandó deformációkat, repedéseket, füstcső-megfolyósodásokat stb. hozhatnak létre.

Megemlítendő még, hogy a lángbolt — helyzeténél fogva — gátolja a *csőfal* áttekintését és tetején a füstgázáramból kihulló pernye felhalmozódhat, továbbá mind az izzó szénágy közvetlen sugárzása, mind a tüzelőajton beáramló hideg levegő elől árnyékolja a csőfalat (ami ugyancsak mérsékli a füstcső-megfolyósodás veszélyét).

Mindezt előrebocsátva látható, hogy a *lángbolt* a mozdonykezán hőtermelési folyamatát részben *kedvezően*, részben *károsan* befolyásolja.

Előnyök:

1. meggyorsítja a tüzelőanyag gyulladását,
2. a tökéletes égést elősegítő jobb keveredést biztosít,
3. az égésfolyamatot teljesebbé teszi, csökkenti a füstgázáram pernyetartalmát,
4. mérsékli a tüztér hőegyensúlyának megbomlását.

Hátrányok:

1. a még hideg lángbolt a felfűtést lassítja,
2. korlátozza a rostélyon izzó szénrétegből a közvetlen fűtőfelületre irányuló hőszugárzást,
3. nagyobb füstszekrényvákuumot tesz szükségessé,
4. a tetejére ráakódott pernyeszemcsék elzárhatják az alsó füstcsövek nyílásait, emiatt a hatásos fűtőfelületet kisebbítheti.

I. A lángbolt-kialakítás változtatásának lehetősége

Az előnyök vagy a hátrányok érvényesülése a boltozat szerkezeti kialakításától: a tüztérben való elhelyezkedésétől és méreteitől függ, ha minden egyéb változatlan marad. Vizsgálataink eredménye érdekében ezért annak a megállapítására törekedtünk, hogy a tüztérben megvalósuló folyamatok alakulása szempontjából *milyen kiviteli lángbolt a legkedvezőbb.*

A tüztérben a füstgázáramlás irányára, az áramlási út hosszára, a füstgázeloszlás egyenletességére döntő mértékben a *boltozat hossza* hat.

A tüztér hőegyensúlyának kialakulása a *boltozat hőelnyelő-, illetve hőszugárzóképeségétől és hőtartalmától* függ. Minthogy gőzmozdonyaink rostélyára jelenleg — egylapátos rádobással — mind a régebben rendelkezésre álló, mind a külföldi vasutaknál használt szénkeverékeknél kisebb fűtőértékű tüzelőanyag kerül, s ez a tüzelőajtó gyakoribb, de rövidebb idejű nyitvatartása következtében gyors egymásutánban, szűkebb határok között idéz elő hőmérsékletváltozást, feladatunk elsősorban az ilyen hőingadozások befolyásolására korlátozódik, tehát a lángbolt hőelnyelő, illetve hőszugárzóképeségének kedvezőbbé tételére irányul. A boltozat hőtartalma (a termikus feltételek azonossága esetében) egyébként tömegétől, ezen keresztül vastagságától függ, amely méret — tekintettel az áramlástanai szempontból

is helyes tüztérkialakításra — minél kisebbre (80—120 mm-re) választandó. Gőzmozdonyainknál ezt betartják, s a szerzett üzemi tapasztalatok azt igazolják, hogy a beépített lángboltok képesek akkora hőenergia tárolására, amekkora rendszeres üzemeltetés esetén a tűzkiszolgálás (rádobás, szitózás és tüztisztítás) okozta változások egyensúlyba hozásához elegendő.

Stefan—Boltzmann ismert törvénye alapján a hőszugárzás energiája: Q egyenesen arányos a sugárzási együtthatóval (c_0), a sugárzó felület nagyságával (F) és a sugárzó és besugárzott felület abszolút hőmérséklete (T) negyedik hatványainak különbségével:

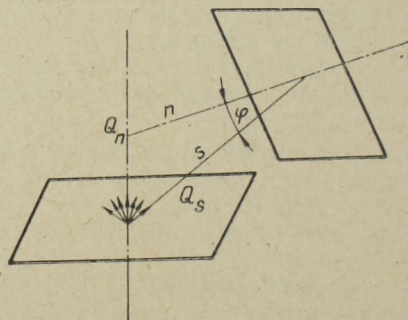
$$Q = c_0 \cdot F \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad [\text{kcal}/\text{ó}]$$

A „távolság törvénye” értelmében a sugárzás intenzitása: Q_i a sugárzó felülettől való távolság négyzetével (r^2) csökken:

$$Q_i = \frac{1}{r^2} \cdot Q \quad [\text{kcal}/\text{ó}]$$

Végül *Lambert* levezetései szerint a sugárzás útján szállított, illetőleg elnyelt meleg a sugárzó felületre merőleges irányban a legnagyobb. Amennyiben a sugárzó és a besugárzott felületek normálisai nem esnek egybe, a felületre érkező hő: Q_s egyenlő a merőleges irányban fellépő Q_n energiának és a hőszugárzás iránya (s), valamint a besugárzott felületre bocsátott merőleges (n) által bezárt φ szög cosinusának szorzatával:

$$Q_s = Q_n \cdot \cos \varphi \quad [\text{kcal}/\text{ó}]$$



3. ábra. A sugárzó és besugárzott felületek helyzete

A jelöléseket a 3. ábra szemlélteti.

A termodinamikai összefüggések értelmében tehát a szerkezeti kialakítás szempontjából a nagy felületű, a szénágy felett, azzal párhuzamosan elhelyezett lángbolt a megfélelőbb. Gőzmozdonyaink tüztérképzése, valamint az áramlási és szilárdsági követelmények miatt e megoldástól részben el kell tekinteni és a szokásos kivitelt lényegében megtartva, csupán a *felületének növelésére* nyílik lehetőség. Minthogy azonban a felület nagyságát szélessége és hossza határozza meg, továbbá minthogy az adott tűzszekrény szélessége nem változtatható, a lángbolt hőelnyelő és sugárzóképeségét főképpen *hossza* befolyásolhatja. Vizsgálatainkat ezért elsősorban erre a szempontra irányítottuk.

A lángbolt előnyös hatásai, és pedig a gyulladási késedelem csökkentése, kisebb légfelesleg esetében is a tökéletesebb és teljesebb égés feltételeinek biztosítása, továbbá a tüztérben fellépő hőmérsékletingadozások mérséklődése együttesen, a mozdonykaszánban végbemenő termikus folyamatok hőmérsékletét növelik. Ugyanakkor az előzőekben már szintén tárgyalt hátrányok a hőmérsékletet csökkentik. Az előnyök és hátrányok eredő hatása tehát *hőmérsékleti adatok* alapján mérlegelhető.

Passauer megállapítása szerint a gyulladás tovaterjedésének sebessége a környezetben uralkodó hőfok négyzetével arányos. Gőzmozdonyaink tüztérében a füstgázok éghető alkotóinak áramlási útvonala viszonylag rövid, következőképpen a tüztérben való tartózkodási idejük kicsi, kiégésükhöz kevés idő áll rendelkezésre. A hőtermelési folyamat körülményei ezért annál kedvezőbbek, minél nagyobb a *tüztérhőfok*. Vizsgálatainkra vonatkoztatva ez azt jelenti, hogy a tüztérben fellépő hőmérsékletek figyelembevételénél *csúcsértékeikre* is tekintettel kell lenni.

II. A lángbolt célszerűbb kialakítására irányuló külföldi törekvések

A lángbolt használata világszerte általánosan elterjedt, a korszerű gőzmozdony elengedhetetlen tartozéka. Az égésfolyamatra gyakorolt hatását számos vasútnál állandóan figyelemmel kísérik. Ezért szükségesnek tartjuk összefoglalni az említést érdemlő *külföldi kezdeményezéseket, illetőleg eredményeket*:

1. A szakirodalom hasznosnak tartja a gőzmozdony tüztérébe beépített *hőálló boltozatot*, mint a pernyeveszteségek csökkentésének, a nagy nedvességtartalmú szénak gyorsabb kiszáritásának és a tüzszekevény csőfal megóvásának eszközt.

2. A *lángbolt szerkezeti kialakítására* vonatkozóan, minthogy ez a tüzelőanyag, tüztérkialakítás és tüzelés módszerének függvénye, főleg általánosságban mozgó megállapításokkal találkoztunk: célszerű, ha a boltozat hossza a fél rostélyhosszal egyenlő, illetőleg ha vízszintes vetülete a lángbolt és tüzszekevény ajtófal, valamint a mennyezet közötti távolsággal megegyezik, ívének sugara és az elhelyezése pedig olyan, hogy a fölötté levő tüztér-keresztmetszet a füstgázokat elvezető füstcsövek keresztmetszeténél nagyobb.

3. Több nyugati vasúttársaság — bütykös formatéglák felhasználásával — oly lángboltkialakítással kísérletezik, amelynek a *tüzszekevénycsőfalnál nyílásai vannak*. Alkalmasságát abban látják, hogy a nyílásokon keresztül a lángbolt tetejére kerülő pernye visszahullhat a rostélyra. Amennyiben ez megvalósul, a szerkezet előnyére írható. Megjegyzendő azonban, hogy kísérleteink során ennél nagyobb réssel is foglalkozni kívántunk. Véleményünk szerint ugyanis a csőfal és a boltozat között megfelelő méretű nyílással elérhető a füstgázáram olyan szétválasztása, amelyből kár még nem származik, viszont a rostély elején az égés megjavul, a füstgázmenyiség megoszása pedig a különböző magasságban elhelyezett csősorokban egyenletesebbé válik.

4. Gyakorlati jelentőségű külföldi kezdeményezés a *habarcskötőanyag mellőzése*. Ilyenkor az egyszerűbb karbantartás, valamint javítás érdekében a téglák egymás mellé helyezésével építik meg a lángboltot (pl. cirkulációs csöveken nyugvó boltozat).

III. Kísérletek a Magyar Államvasutaknál

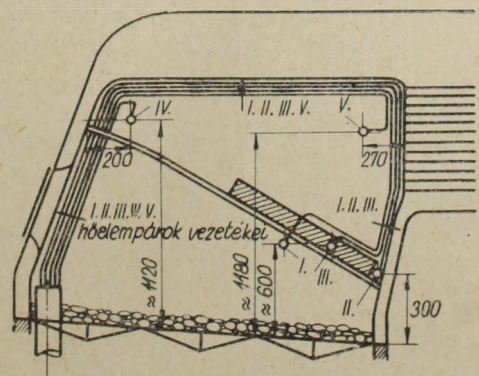
A mozdonykaszán termikus folyamatai az egymást követő tüzelőajtó nyitások miatt „nemstacionárius” jellegűek. Ezért a feladat matematikai egyenleteken nyugvó megoldásáról le kellett mondani és az egyes lángbolt-kialakítások tanulmányozása érdekében — a *Vasúti Tudományos Kutató Intézetben* végzett elméleti kutatások alapján — *kísérletsorozat*ot vezettük be.

A *próbamenetek*-et a Rákosrendező pu.—Szob vonalon tehervonati elegyet továbbító 411. sorozatú gőzmozdonytal tartottuk. A mozdony tüztérében 3-, 4- és 5-téglasoros lángboltot építettünk oly módon, hogy az a csőfallal érintkezett, majd ettől eltávolítva 30 és 130 mm-es rést nyitott. A változtatások termikus következményeit hőmérsékleti adatokkal mérlegeltük, de a gazdasági számítások érdekében a teljesítmény, a szén- és vízfogyasztás figyelemmel kísérését sem mellőzhetük.

A hőmérsékletek meghatározásánál az okozott nehézséget, hogy — a követelmények és a hőmérséklet-mérés hibaforrásainak gondos mérlegelése alapján — *hőelemek* használata mellett foglalta állást, az ismert hőlempárok nem feleltek meg. A szakirodalomban közöltek szerint ugyanis 1100 C°-nál magasabb hőmérsékletek megbízható észlelésére csak nemes ötvözetek (platina, rhódium, irídium, arany stb.) párosításával készült hőelemek jók, hátrányuk azonban, hogy csupasz vezetékcszálaikat, illetőleg érzékelő részeit a nagy hőfokú füstgázok maró alkotói megtámadják. Ez kellemetlen, mert a nemes hőelemek drágák, s gyors elhasználódásuk miatt szükségessé váló gyakori cseréjük tetemesen megnövelheti a kísérletsorozat költségeit. *Új anyagpárosítást* kikísérletezve, a méréseket Cr-Ni/kantál D. hőelemmel hajtottuk végre.

A kísérletek alkalmával a tüztérben (4. ábra) az alábbi *mérőhelyeket* jelöltük ki:

- I. a szénágy és a lángbolt között,
- II. a lángbolt meghosszabbítása irányában, a csőfal felülete mentén,



4. ábra. A mérőhelyek elhelyezése a tüztérben

- III. magában a lángboltban,
 IV. a tüzelőajtó fölött és
 V. a csőfal előtt.

A tüztérén kívül a füstszekrényben a füstgáz, a jobboldali beömlőcsőben pedig a friss gőz hőmérsékletét mértük. Valamennyi hőelem csupasz értékelő résszel került a mérőhelyre, hogy a gyors egymásutánban bekövetkezett hőmérséklet-ingadozásokat hűen és késedelem nélkül jelezze.

IV. A hőmérsékleti adatok értékelése

A hőmérsékleteket percenként felvéve megkaptuk az egyes mérőhelyeken zárt tüzelőajtónál kialakult tüztér hőfokokat, amelyek alapján egy mérőhely átlagos hőmérsékletét meghatározhatjuk. Ez az eljárás azonban menetenként és mérőhelyenként csupán 1—1 eredményt szolgáltat, ami megnyugtató következtetések levonásához általában nem elegendő. Az eddigi gyakorlatot követve, az adatgyűjtésen a próbák szaporításával lehetne segíteni, de a jelen esetben ez nem célszerű, mert az üzemi menetek azonossága kétséges és a külszolgálat munkájában is fennakadást okozhat a kivezényelt gőzmozdony huzamosabb nélkülsége. Arra törekedtünk tehát, hogy a kiértékelést oly *mutatószámmal* végezzük el, amely a lángboltban a tüztérben végbemenő folyamatokra gyakorolt hatását jellemzi és a képzéséhez szükséges adatok egy menet alatt elegendő számban felvehetőek. Mutatószámmal ezért a „*hőmérséklet-gradiens*”-t választottuk. Értéke nem-stacionárius térben

$$\text{grad } t = \lim_{\Delta i \rightarrow 0} \left[\frac{\Delta t}{\Delta i} \right] = \frac{\partial t}{\partial i} \text{ [}^\circ\text{C/mp]}$$

egyenletről számítható, a mérőhelyeken fellépő hőmérséklet emelkedés (+ ∂t) vagy esés (— ∂t) és ezek időtartama (∂i) alapján. Minthogy a hőmérséklet ingadozásokat a friss szén adagolásakor a tüzelőajtón beáramló hideg levegő idézi elő, a hőmérséklet-gradiens bevezetésével a különböző lángboltok értékeléséhez az adatgyűjtést a menetek számától függetlenítettük.

A hőmérséklet-gradiens numerikus értéke a hőmérséklet-változás „*it*-diagram”-ban megszerkesztett jellemzőjének iránytangensével egyenlő:

$$\text{grad } t = \text{tg } \psi$$

Ennek kiszámításánál csupán azt a szokásos egyszerűsítést fogadtuk el, hogy a hőmérséklet-változásokat határértékeik között lineárisnak te-

kintettük. A perc tört részei alatt felvett adatok ugyanis azt mutatták, hogy ez az egyszerűsítés elfogadható, megközelíti a tényleges állapotot.

Így lehetővé vált az eredményeknek akár grafikus, akár a ψ szög kiszámításán alapuló tanulmányozása. A diagramok közlését a jelen esetben azonban mellőzhetjük, mert a hajlásszöget kiszámítva, a hőmérséklet-változás jellege megállapítható, s ez elégséges a folyamat elemzéséhez. A nagyobb ψ ugyanis gyorsabb hőmérséklet-változásra enged következtetni és fordítva.

1. Az I. mérőhely adatainak értékelése

Az adatfelvétel a gyulladási késedelem megfigyelését célozta a füstgázok egy részének csőfalmenti áramlása, s ennek elmaradása esetén, tehát nagyobb méretű rés (a) és a csőfalra ráépített lángbolt-kivitelnél.

Az eredményeket az 1. táblázat foglalja össze.

A táblázat adatai szerint a 4-téglasoros, 130 mm-es réssel épített lángbolt a megfelelőbb. E kivitelnél ugyanis a tüzelőanyag adagolásakor a lehülés kisebb és lassúbb, míg az ezt követő felmelegedés nagyobb és gyorsabb lefolyású. Ezért mind az átlagos, mind a maximális szénagy fölötti tüztérhőmérséklet magasabb lett.

Rátüzeléskor a nyitott ajtón a tüztérbe áramló külső levegő és a bedobott friss tüzelőanyag a tüztér és a lángbolt, illetőleg a tűzagy hősugárzását csökkenti. A változás 5-téglasoros boltozat esetében kellemelenebb, mivel a hideg közeg a kiterjedtebb felületet, s ezen keresztül ennek környezetét hatásosabban befolyásolja.

Zárt tüzelőajtónál a tüztér felemelegedése az égésfolyamat megindulását jelzi. A nagyobb mértékben lehült lángbolt ezt mérsékeltebben támogatja. A 4-téglasoros megoldás jobb eredményeit azonban a lángbolt és környezetének kedvezőbb hőállapotban maradása mellett elsősorban a rés jelenléte indokolja. A csőfal és lángbolt közötti teret 130 mm-rel megnyitva, a rostély elején közvetlenebbé vált a gőzfúvó szívóhatása, tehát megjavult az itt elhelyezkedő tüzelőanyag levegő-ellátása, égése. E két körülmény (a lángbolt hőállapota és a rés) együttes következménye a frissen bedobott szén *gyulladáskésedelmének csökkenése*, illetőleg a szénagy fölötti tér hőmérsékletének gyorsabb emelkedése, amire a hőmérséklet-változásokat jellemző egyenesek hajlásszögei közötti különbség:

$$85^\circ 40' > 82^\circ 10'$$

1. táblázat

Lángbolt-kialakítás	Szénagy fölötti hőmérséklet		A tüzelőanyag adagolásakor fellépő hőmérséklet-változások			
	átlagérték C°-ban	max. érték C°-ban	szélső határai C°-ban		ψ	
			lehülés	felmelegedés	lehülés	felmelegedés
4 téglasor, $a = 130$	1170	1485	120—255	195—405	71°40'	85°40'
5 téglasor, $a = 0$	1138	1305	70—300	135—365	79°50'	82°10'

utal. Ez a lángbolt felmelegedésének idejét is lerövidítette. A beindult égésfolyamatok most már tovább erősödtek, maximálisan 405 °C hőmérsékletemelkedés állott elő, mivel a fokozottan jobb hőállapotba került lángbolt a hőtermelés szempontjából előnyösebb.

Az ismertetett lángboltkiviteleknek a friss szén gyulladáskésedelmé figyelemmel kísérésén alapuló mérlegelése esetünkben azért jelentős, mert a viszonylag kis fűtőértékű keverékekkel üzemen tartott gőzmozdonyaink teljesebb kihasználásához szükséges kalóriatöbblet csupán az időegységben eltüzelt szénmennyiség növelésével biztosítható. Minthogy a rostélyon fekvő tűzágyra — a gazdaságosság szem előtt tartásával — addig újabb mennyiség nem dobható, míg az előző el nem égett, a szénadagolás csakis az égésfolyamat meggyorsításával szaporítható.

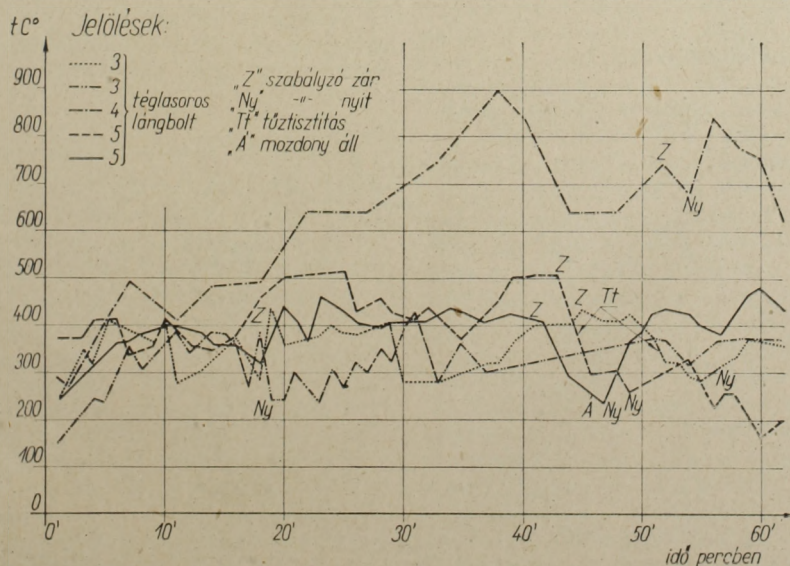
2. A II. mérőhely adatainak értékelése

A csőfal felülete mentén a hőmérséklet alakulását a menet első órájában az 5. ábra diagramjában ábrázoltuk.

Az egyes lángboltkialakításokról a percnkénti mérésekkel felvett hőmérsékleti adatok átlagos és maximális értékeit ismerve (2. táblázat) alkotunk véleményt.

2. táblázat

Lángboltkialakítás	A II. mérőhelyen felvett hőmérsékletek	
	átlagos értéke C°-ban	maximális értéke C°-ban
3 téglasor $a = 30$	371	578
4 téglasor $a = 130$	638	893
5 téglasor, $a = 0$	388	510

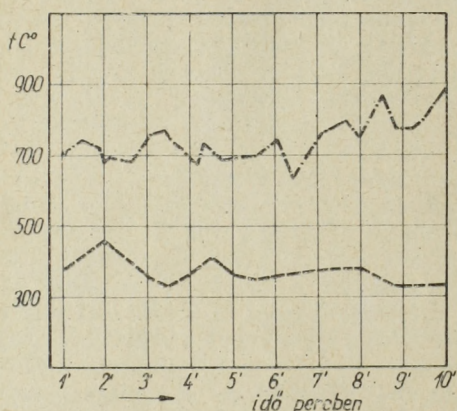


5. ábra. A hőmérséklet alakulása a II. mérőhelyen

A diagram görbéi és a táblázatban az átlagos, valamint a maximális értékek a 4-téglasoros, réssel épített lángbolt esetében nagyobb hőfokokat mutatnak. Az eredmények tehát e kivétel célszerűségére engednek következtetni. Ennek okát a füstgázáram kettéválasztásával magyarázzuk, mert ez teremtette meg a legkedvezőbb eredmények feltételeit: a rostély elején fekvő tüzelőanyag hatásosabb égését (amellyel az 1. pontban foglalkoztunk), a lángbolt fölötti füstgázáramból kihulló tüzelőanyagrészeszeknek a csőfal előtti térben történő elégetését és a füstgázok egy részének a csőfal felülete menti áramlását.

Az előzőekben a lángbolt előnyeként utaltunk arra, hogy a lángbolt az izzó szénágyról és tüzelőajtótól kiinduló közvetlen termikus hatások elől leárnyékolja a csőfalat. Amennyiben lángboltot nem használnánk, a tüztérben végbemenő gyors hőmérsékletváltozások a csőfal anyagában nagyobb feszültségeket ébresztve megfolyósodást hozhatnának létre. A kísérletek eredményei azonban azt mutatják, hogy a jelenlegi kivitelű csőfalra ráépített lángbolt ugyanakkor, amikor a csőfalat ettől megvédi, a csőfal felület egyenlőtlen hőmérséklet-eloszlását idézi elő, mert a lángbolttal érintkező és szabad csőfal felületeket — a boltozatnak a füstgázoktól eltérő hőmérséklete következtében — különböző hőhatások érik. E jelenség is lehet meg nem engedett, káros feszültségek okozója. Legegyszerűbben a lángbolt és csőfal közötti réssel szüntethető meg, ha a résméret már éppen lehetővé teszi a rostély elején képződött füstgázok átáramlását. Ilyenkor a füstgázáram megosztása még további előnyöket is szolgáltat: amellyel, hogy a csőfal alsó és felső részeiben uralkodó hőmérsékleteket közelebb hozza egymáshoz, a felület mentén egyenletesebb hőmérséklet-eloszlást tesz lehetővé, megakadályozza az alsó füstcsövek pernyével való elrakódását és a kazán lényeges fűtőfelületeinek (alsó füstcsövek és a csőfal alsó része) hőátadását, illetőleg ennek következményeként a kazánvíz keringését megjavítja.

Vizsgálataink alkalmával tehát a füstgázáram megosztásának célszerűsége beigazolódott, ezen túlmenően azonban a helyes résméret számszerű értékének behatárolására is lehetőség nyílt. Az általánosan használt résnélküli, vagy keskenyebb, pl. $a = 30$ mm-es résű kivetelnél a II. mérőhelyen uralkodó hőfok nemcsak kisebb a hővezetés, illetőleg a szűkebb nyílásban megrekedt levegő szigetelő hatása miatt, de állandóbb jellegű is. Ez azt a feltevést támasztja alá, hogy e megoldásoknál a lángboltról kiinduló hőhatások érvényesülnek jobban. Nagyobb méretű: $a = 130$ mm-es résnél a füstgázokban jelenlevő hőenergia az uralkodó jellegű, minthogy a csőfal kérdéses felülete mentén a füstgázáramlásra következtetést engedő nagyobb hőmérséklet lép fel, s a viszonylag kisebb határok között végbemenő ingadozások a szénadagolás ütemét követik (6. ábra).



6. ábra. A hőmérséklet ingadozása a lángbolt és csőfal közötti térben

A 6. ábra diagramjában a tüzelés következtében fellépő, percen belüli hőmérsékletingadozások egy-egy jellegzetes szakaszát tüntettük fel. A felső görbe 130 mm-es rés esetére, az alatta fekvő pedig résnélküli lángboltkivitelre vonatkozik.

A rés legcélszerűbb mérete tehát 30—130 mm közé esik. A füstgázáram kettéválását a 130 mm-es résben szerzett tapasztalatok már igazolják. Ez a méret még nem tekinthető károsnak, mivel Lambert levezetése értelmében a csőfállal közel 90° -os szöveget bezáró és a szabadon maradt, viszonylag kis tűzágyfelületről az alsó csősorokra irányuló közvetlen hősugárzás intenzitása minimális. Ennél nagyobb nyílást azonban kerülni kell, mert hátrányosan megnövelné a rövidebb útra terelt füstgázok mennyiségét és az említett hősugárzás veszélyét.

3. A III. mérőhely adatainak értékelése

A különböző kivitelű lángboltok hőmérséklet-változásait diagram szemlélteti (7. ábra). A pontosabb következtetések levonásához szükséges hőmérsékleti adatokat a 3. táblázatban foglaltuk össze.

3. táblázat

Lángbolt-kialakítás	Lángbolthőmérséklet		φ
	átlagos értéke $^\circ\text{C}$ -ban	maximális értéke $^\circ\text{C}$ -ban	
3 téglasor, $a = 30$	987	1055	$79^\circ 25'$
4 téglasor, $a = 130$	976	1100	$83^\circ 45'$
5 téglasor, $a = 0$	1090	1220	82°

A diagram az 5-téglásoros boltozat jellemző görbéjét mind a felmelegedés, mind a későbbi szakaszában ingadozóan mutatja, s bár a tűzvédőkönnyítés alkalmával a boltozat hőmérséklete 925°C alá nem került — tehát viszonylag még mindig igen tekintélyes maradt — mégis nehezen, lépcsőzetes ugrásokban, 22 perc elteltével jutott vissza előző állapotába. A jelenséget azzal ma-



7. ábra. A hőmérséklet alakulása a III. mérőhelyen

gyarazzuk, hogy az ily hosszú lángbolt helyzete előnytelen, mert a tüzelőajtó nyitvatartásakor viszonylag hidegebb levegő hatásának van kitéve. Ezért, miközben nagy kiterjedésű felületein keresztül hőtartalmának jelentős része a tüztér hőegyensúlyának visszaállításához elvonódik, termikus stabilitását elveszti. Minthogy a középső lángbolt-tégla mérete $240 \times 470 \times 90$ mm; megállapítható, hogy 5-téglasoros, 1200 mm hosszú és 90 mm vastag boltozat a 411-es sor mozdony tüztérben már nagy, beépítése nem gazdaságos. Vastagabb téglák a boltozat termikus stabilitását részben visszaadnák, ez a módosítás azonban, mint az előzőekben arra már utaltunk, áramlási zavarokat okozhat.

A 4-téglasoros lángbolt felmelegedése egyenletes és gyors ($\psi = 82^\circ 45'$). Üzemi állapotban hőmérséklete állandónak tekinthető, mivel a tüztérben végbemenő hőingadozásokra reagál ugyan, de maximálisan 100°C -nál nagyobb változásokat nem észleltünk. E lángbolt helyzete és felületei tehát alkalmasak a tüztérben végbemenő folyamatok kedvező befolyásolására, hőtartalma minden üzemi állapotban elegendőnek bizonyult a megváltozott tüztérhőegyensúly visszaállításához.

A 3-téglasoros boltozat hőmérsékleti görbéje a legegyszerűsebb, felmelegedésének jellege a leglassúbb ($\psi = 79^\circ 25'$). Kezdetben környezetéből kevesebb hőenergiát képes elnyelni, felmelegedése elhúzódik; miután felmelegedett, tekintélyes hőenergiát tárol, amelyet azonban a lehűlt tüztérbe csak korlátozott mértékben ad vissza, mivel sugárzó felületei kisebbek, s a tüzelőajtótól távolabb, a tüztér viszonylag melegebb részében foglal helyet. A végbemenő hőingadozásokkal szemben tehát érzéketlennek mutatkozik. Vastagságának csökkentésével elérhetnénk, hogy csupán anyyi hőenergiát tároljon, amennyit a veszteségek figyelembevételével a tüztérbe vissza tud juttatni, ezzel azonban helyzetén még nem változtattunk.

A mérésekből leszűrt következtetések szerint tehát — 90 mm-es boltozatvastagságnál — a 4-téglasoros, illetőleg a tüztér közepéig húzódó lángbolt a kedvezőbb, mert felmelegedése megfelelő, és bár a tüztér hőmérsékletingadozásaival szemben érzékeny, termikus stabilitását még éppen megtartja.

4. A IV. mérőhely adatainak értékelése

A tüztérhőmérséklet ingadozásai a IV. mérőhely környezetében a legszámottevőbbek, mint hogy a tüzelőajtó nyitásakor a tüzszakrénybe beáramló hideg levegő elsőnek ezt a teret tölti meg. A vontkozó adatokat a 4. táblázat tartalmazza.

Rátüzelés alatt a rostélyon izzó szénagy hő-sugárzását a frissen rádobott szén akadályozza; a tüzelőajtón beáramló hidegebb levegő miatt fellépő tüztérhőmérséklet csökkenésének mértékét és jellegét csupán a lángbolt befolyásolja. A táblázat adatai szerint minél hosszabb a lángbolt, a lehűlés annál kisebb és annál lassúbb, tehát a hosszabb boltozat nagyobb sugárzó felületei a tüzelőajtó nyitvatartásának ideje alatt kedvezőbb körülményeket teremtenek.

4. táblázat

Lángbolt-kialakítás	A tüzelőajtó nyitása következtében fellépő hőmérséklet-változások			
	határai $^\circ\text{C}$ -ban		ψ	
	lehűlés	felmelegedés	lehűlés	felmelegedés
3 téglasor $a = 30$	180— 380	200— 330	$82^\circ 45'$	$85^\circ 05'$
4 téglasor $a = 130$	110— 340	245— 380	$80^\circ 50'$	$86^\circ 20'$
5 téglasor $a = 0$	50— 240	145— 320	$77^\circ 40'$	$87^\circ 15'$

A tüzelőajtó zárásával kezdetét vette a IV. mérőhely környezetének felmelegedése egyrészt a lángboltról, másrészt a frissen beadagolt szén égése folytán a szénágyról kiinduló hőszugárzás és füstgázáramlás hatására. A lángbolt hőszugárzása mindaddig folyamatosan hat, amíg hőmérséklete nagyobb a környezeténél; a másik két folyamat viszont a rátüzeléskor megszakad, majd egymástól eltávolodik. A szénágyról kiinduló hőszugárzás ugyanis későbbben válik érezhetővé a tüztérben, mint a füstgázáram melege, mivel a szén gyulladásontra való felhevüléséhez hosszabb idő szükséges, mint a kigázósodásához és illó alkotóinak a tüztérben végbemenő égéséhez. Ennek figyelembevételével nemcsak a felmelegedés jellegét befolyásoló körülmények válnak meghatározhatókká, hanem a felmelegedés mértékére is következtethetünk. A felmelegedés mértéke ugyanis annál nagyobb, minél közelebb kerül egymáshoz (időben) a szénágyon és a tüztérben végbemenő hőtermelés, mert ebben az esetben a két folyamat egymást erősíti.

A lángbolt szerkezeti kialakításának célszerűsége szempontjából döntő, hogy e feltétel megnyire valósul meg. 5- és 3-téglasoros lángboltoknál a kisebb mértékű felmelegedés azt bizonyítja, hogy ez a feltétel kevéssé érvényesül. Az első esetben ezt a füstgázokban végbemenő égés sebességének, a másik megoldásnál a rostélyon fekvő friss szén gyulladáskésedelmének megnövekedése idézi elő. A hosszabb boltozat nagyobb sugárzó felülete ugyanis lehetővé teszi a kisebb mértékben lehűlt tüztérben az illó- és szilárd alkotók teljesebb, tökéletesebb égését és a gyorsabb hőmérsékletváltozást. A rövidebb boltozat minimális méretű felületei viszont a frissen bedobott tüzelőanyagot kisebb mértékben sugározzák be, ezért a szén később kerül izzó állapotba és a hőmérsékletváltozás elhúzódik. A 4-téglasoros, réssel épített boltozatnál, közepes gyorsaság mellett, maximális felmelegedés lépett fel. A rövidebb lángbolt ugyanis a tüztérben végbemenő égés mérőhely előtti szakaszát kissé lassítja, s ezzel megteremt a rostélyon és a tüztérben létrejövő hőtermelési folyamatok közeledésének lehetőségét. A két folyamat találkozását még valószínűbbé teszi az, hogy e kivitelnél a friss szén gyulladás késedelmé minimális (lásd I. mérőhely adatainak értékelését). A feltevések megvalósulását a na-

5. táblázat

Lángbolt-kialakítás	A csőfal előtt a füstgáz hőmérséklet		A rádobások következtében fellépő hőmérséklet-változások			
	átl. értéke C°-ban	max. értéke C°-ban	határai C°-ban		ψ	
			lehülés	felmelegedés	lehülés	felmelegedés
3 téglasor, $a = 30$	—	—	130—200	—	76°55'	—
4 téglasor, $a = 130$	910	1110	115—190	125—200	79°25'	82°55'
5 téglasor, $a = 0$	900	1080	100—195	135—275	80°30'	86°15'

gyobb tüztérhőmérséklet emelkedés (Δt_{IV}) igazolja :

$$\Delta t_{IV} = 380\text{C}^\circ > 330\text{C}^\circ > 320\text{C}^\circ$$

Az eredmények a boltozat hosszára vonatkozó korábbi megállapításokat alátámasztják, a gyuladéskésedelem csökkenéséből származó előny pedig ismételtelen rámutat a füstgázáram megosztásának célszerűségére.

5. Az V. mérőhely adatainak értékelése

A lángboltban a tüztérben végbemenő hőtermelési folyamatokra és a tüztér hőegyensúlyára gyakorolt hatása a csőfal előtti füstgázhőmérséklet alakulásában összegezódik. A mérések eredményeit az 5. táblázat tartalmazza.

A kedvezőbb adatokat: a tüztérből távozó füstgázok nagyobb átlagos és maximális hőmérsékletét és e hőmérséklet egyenletesebb ingadozását a 4-téglasoros, 130 mm-es résszel épített kivitel szolgáltatta, a tökéletesebb és teljesebb hőtermelési folyamat, valamint a stabilabb hőállapotú tüztér bizonyosságául. Ez az eddigiekben ismertetett előnyök következménye. A táblázat egyes adatait az I. próbasorozat alkalmával nem állt módunkban elfogadható pontossággal megállapítani. Tekintettel azonban az előző mérőhelyeken szerzett tapasztalatokra, elsősorban a 3-téglasoros lángbolt nagyobb termikus tehetetlenségéből adódó alárendeltebb szerepére, nem tartjuk valószínűnek, hogy a hiányzó értékek a 4-téglasoros megoldás eredményeinél jobbak lennének.

6. A füstgáz hőmérsékletének alakulása a füstszekrényben, különböző lángboltszerkezetek esetében

A füstgázok a tüztérből a hosszakán füstcsövein keresztül jutnak a füstszekrénybe. Minél kisebb térben a füstgázok hőmérséklete, annál több hőenergia hasznosítására került sor a füstcsövekben való áramlás során. Ezt a hőátadást számos tényező befolyásolja. Közülük — a lángboltmódosítások következtében — a füstgázhőmérsékletben, a fűtőfelületek pernyével való szennyeződésében és a füstcsövek füstgázeloszlásának egyenletességében várható változás. Ennek meghatározása céljából a 6. táblázatban egybevetjük a tűzszekrény-csőfal előtt és a füstszekrényben uralkodó hőmérsékleteket.

6. táblázat

Lángbolt-kialakítás	Az V. mérőhelyen uralkodó hőmérsékletek átl. értéke C°-ban	A füstgázok átl. hőmérséklete C°-ban a füstszekrényben	Különbség C°-ban
3 téglasor, $a = 30$	—	284	—
4 téglasor, $a = 130$	910	278	632
5 téglasor, $a = 0$	900	278	622

A 3-téglasoros kivitelnél a füstszekrényben a füstgázok hőmérséklete nem kedvező. A magas füstszekrényhőfok a kisebb mértékű hőátadás jele, tehát arra enged következtetni, hogy a füstgázok jelentősebb hőtartalommal távoznak a szabadba. A 4- és 5-téglasoros lángboltszerkezeteknél a füstszekrényben uralkodó hőmérsékletek átlagos értékei egymással egyenlők. Minthogy azonban a 4-téglasoros boltozatnál 10 C°-kal magasabb hőmérséklettel léptek a füstgázok a füstcsövekbe, ez a kivitel teremtetett kedvezőbb hőátáramlást biztosító körülményeket. Az előbbi pontban közölték alapján feltételezhető, hogy ezt — a tökéletesebb és teljesebb égés következtében — a füstgázáram nagyobb hőmérséklete és kisebb pernyetartalma, valamint az alsó füstcsövek füstgázzal való ellátottságának megjavulása eredményezte.

7. A gőzmozdony hengerébe beömlő friss gőz hőmérsékletének alakulása különböző lángboltszerkezeteknél

A kísérletek alkalmával a jobboldali gőzvezetékcsőbe helyezett hőelemmel a hengerbe ömlő friss gőz hőmérsékletének alakulását is mértük. Az észlelt hőmérsékletekre a rádobás periódusában is az egyenletesség a jellemző. A friss gőz hőmérsékletek e sajátossága következtében, az átlagos hőmérsékleti értékek ismeretében, a nyomás szem előtt tartásával, a legkedvezőbb kivitel megállapítható. Az értékeléshez szükséges adatokat a 7. táblázat tartalmazza.

A táblázat adatai szerint a 4-téglasoros, 130 mm-es résszel épített lángboltszerkezetnél tekinthető

7. táblázat

Lángbolt-kialakítás	A beömlő friss gőz átlagos hőmérséklete C°-ban
3-téglasoros, $a = 30$	306
4-téglasoros, $a = 130$	310
5-téglasoros $a = 0$	303

legjobbnek a friss gőz állapota. Ezt a füstgáz-áram kettéválása és a 6. pontban feltételezett előnyök érvényesülése eredményezte.

A 3-téglasoros lángbolt kivitelnél az 5-téglasoros-sal szemben nagyobb hőmérsékletek adódtak. A különbség annak tulajdonítható, hogy a rövidebb boltozatnál a 30 mm-es rés az alsó füstcsövek pernyével való elrakódását mérsékli, s részben ebből, részben rövidegéből kifolyóan a füstcsövekben a füstgázeloszlás egyenletesebbé válhatott.

8. A lángbolt építése

A cirkulációs csöveken nyugvó, *kötőanyag nélküli boltozat* szilárd szerkezeti egységnek bizonyult és rendeltetésének teljes mértékben megfelelt. E kivitel előnyeként megemlítjük, hogy a kísérletek megkövetelte változtatásokat: a lángbolt bontását és építését a téglák sérülése nélkül, gyorsan lehetett végrehajtani.

Összefoglalás

A lényegesebb megállapításokat a következőkben foglaljuk össze:

1. A lángbolt hosszának változtatásával a tüztérben végbemenő folyamatok hatásosan befolyásolhatók.

2. A króm-nikkel/kantál D. anyagpárosítás olcsó és alkalmas hőelemet alkot.

3. A mérési eljárás a tüztér lényeges pontjaiban uralkodó hőmérsékletek és hőmérsékletváltozások meghatározását a kazánfolyamatok és a gőzmozdony üzemének zavarása nélkül tette lehetővé.

4. A hőmérséklet-gradienssel a tüztérben végbemenő folyamatok jellege figyelemmel kísérhető, a lángbolt különféle kivitelénél mutatkozó eltérések értékelhetők, és minthogy az adatgyűjtést a menetek számától függetleníti, az üzemi próbák költsége csökkenthető.

5. A tüztérben végbemenő folyamatok mélyebb elemzésének lehetőségét megteremtve, mód nyílik a lángbolttal szemben felállított, általánosságban

definiált követelmények pontos megadására, illetőleg újakkal való kiegészítésére:

a) A lángbolt oly feltételeket teremtsen, amelyek a rostélyon és a tüztérben végbemenő égésfolyamatokat időben közelebb hozzák egymáshoz.

b) A lángbolt termikus stabilitásának határán reagáljon a környezetében fellépő hőmérséklet-ingadozásokra.

c) A lángbolt tegye lehetővé a füstgáz-áram egy részének csőfal menti áramlását:

α) a rostély elején fekvő tüzelőanyag égésének intenzívebbé tétele,

β) a füstgáz-áramból kihulló pernye csőfal előtti elégése,

γ) az áramló füstgáz mennyiség füstcsövekben való egyenletesebb megoszlása és

δ) a csőfalhőmérséklet eloszlásának megjavítása érdekében.

A lángbolt tehát a csőfállal ne érintkezzen; a kialakítandó rész mérete akkor a legmegfelelőbb, ha éppen biztosítja a füstgázok átáramlását.

6. A *habarcs nélküli lángbolt* cirkulációs csöves tüztérben üzembiztos, ismételten beépíthető szerkezet.

7. A 411. sor. gőzmozdonyokban, hazai szénkeverékek egy lapátos tüzelése esetén, a hőtermelési folyamatok szempontjából — a próbameneteinken megvizsgált kivitelek közül —, a tüztér közepéig húzódozó, 130 mm-es réssel épített lángbolt adta a kedvezőbb feltételeket. E kivitel helyességét az eddigiekben közöltekben túlmenően még a füstgáz-veszteségek meghatározásával kimutatható 3,64%-os tüzelőanyag-megtakarítás is alátámasztja.

8. A célszerűbb lángbolt-kialakítással elérhető tüzelőanyag-megtakarítás említést érdemlő *beruházást nem igényel és a mozdonysemélyzet munkájától is független.*

IRODALOM

- V. P. Karpov: Műszaki hőtan, egyetemi tankönyv, Bp. 1951. Tankönyvkiadó.
- M. A. Mihejev: Osznovi tyeploperedaci, Moszkva, 1949. Gosz. Energeticszeskoe Izdat.
- Sz. P. Szromjatnikov: Tyeplovoj processz parovoza, Moszkva, 1947. Transzseldorizdat.
- A. G. Murzin, B. N. Gyoskin: Tüzelőanyag-megtakarítás a gőzmozdonyokon, Bp. 1951. Közlekedési Kiadó.
- Szentgyörgyi Károly: Gőzmozdony tüzelési rendszerek, különösen tekintettel a hazai tüzelőanyagok felhasználására. Bp. 1952. Közoktatásügyi Jegyzetellátó V.
- Dr. Ing. H. Diegeli: Moyens et méthodes pour améliorer le rendement de locomotives a vapeur, UIC. Bulletin, 1954. évi 4. sz.
- C. T. Long: Means and methods to improve the efficiency of steam locomotives, UIC Bulletin, 1954. évi 8. sz.
- H. Faltin: A hőenergiagazdálkodás mérőműszerei és mérési eljárásai, Bp. 1953. Nehézipari Könyvkiadó.

Az 1958. évi budapesti utasszámlálás főbb eredményei

DR. RUISZ REZSŐ

A városi tömegközlekedés tervszerű fejlesztése és gazdaságos üzemvitelének biztosítása *különleges megfigyelési módszerek* alkalmazását teszi szükségessé.

Nyilvánvaló, hogy azok a mérések, amelyek az egyes vonalak keresztmetszein áthaladó utazások számértékeit rögzítik, önmagukban véve nem elégíthetik ki a tervszerű fejlesztés és üzemvitel követelményeit. Ezért régóta kitűzött cél, hogy megismerjük a nagyvárosi utasáramlások irányát, mert csak ezek révén juthatunk olyan segédeszközökhöz, amelyek a tudományosan megalapozott munkához szükségesek.

Az utasáramlások ismerete — a helyes menetrendszerkesztésen kívül, amelyet a keresztmetszeti számlálások is lehetővé tesznek — lehetőséget ad a *viszonylatvezetés* helyes kialakításához és a *vonalhálózat fejlesztésének* megalapozásához. E tekintetben mind üzemgazdasági szempontból, mind az utazóközönség jobb kiszolgálása érdekében fontos követelmény, hogy az utazásokat a lehető legkevesebb *átszállással* bonyolítsuk le.

Az utasáramlások megfigyelésére eddig alkalmazott különböző módszerek különböző eredményeket hoztak.

Budapesten az első számottevő ilyen vizsgálatot 1948. május 12-én folytatták le.* Az ott alkalmazott módszerek azonban általában nem bizonyultak megfelelőnek, különösképpen azért, mert az összes utazásokra kiterjedő felvétel következtében bevételi kiesések mutatkoztak, a számlálás rendkívül költséges volt és a számlálásba bevont nagyszámú forgalmi személynem tette lehetővé a felvételek megkívánt pontosságát. Ezért a Fővárosi Tanács Végrehajtó Bizottsága, a Város- és Közsgazdálkodási Minisztérium, majd a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium illetékes szervei szorgalmazták, hogy megfelelő felvételi módszer alakíttassék ki, amely egyrészt kis költséggel közelítően pontos eredményeket biztosít, másrészt olyan adatokat ad a közlekedési vállalatoknak, amelyekből nemcsak az utasáramlások területi megoszlása válik ismertté, hanem különböző üzemvezetési sőt — ezen túlmenően — várospolitikai következtetések is levonhatók belőlük.

Az illetékes szervek részéről megnyilvánult érdeklődés és támogatás, a meghirdetett pályázat lehetővé tette, hogy — Nagy Endre és Dr. Prinz Gyula pályadíjnyertes munkáinak felhasználásával és a jelen tanulmány szerzőjének közreműködésével — az új módszer kialakíttassék.

E módszer részletes ismertetésétől e helyütt eltekintünk, csupán annyit kívánunk megjegyezni, hogy az eljárás a reprezentatív statisztikai felvétel elve alapján, alkalmazkodva az adott feladathoz, olyképpen határozta meg a választékot, hogy a mintavétel köre az utasforgalom sűrűségének függvé-

nyében alakult. Ily módon a számlálás a ritka forgalmú vonalokon minden utasra kiterjedt, a nagyforgalmú vonalokon azonban csökkentettük a megszámlált utasok számát, ami esetenként odáig terjedt, hogy csak minden 20-ik utas került be a mintavételbe. Erre azért is szükség volt, mert a nagyforgalmú vonalokon a felvétel mindig nehezekebb, ugyanakkor a reprezentatív statisztikai módszer helyes alkalmazása megengedhetővé tette a mintavétel nagyságának csökkentését.

Az alábbiakban az új módszer alapján 1958-ban elvégzett budapesti felvétel célját, végrehajtását és — főleg — eredményeit ismertetjük.

A FELVÉTEL CÉLJA

A felvétel célja az volt, hogy rögzítsük a budapesti tömegforgalmi hálózat egészén az utazásokat irányok, idő, járművek, a használt jegyfajták és a megtett utazások hossza szerint.

Részleteiben a feltételnek olyan eredményeket kellett nyújtani, amelyek alapján megállapíthatóvá válik:

1. A forgalom *irányok* szerinti megoszlása:
 - a) áramlási irányok
 - b) jegyfajták,
 - c) járművek,
 - d) viszonylatok,
 - e) utazási hosszak és
 - f) idő szerinti bontásban.
2. A forgalom *idő* szerinti megoszlása (óra, illetve napszak pontossággal):
 - a) jegyfajták és
 - b) utazási hosszak szerinti bontásban.
3. Az utazások *jegyfajták* szerinti megoszlása:
 - a) idő,
 - b) irány (szektoronként összegezve),
 - c) utazási hosszak,
 - d) járműfajták és
 - e) viszonylatok szerinti bontásban.
4. A forgalom *utazási hosszak* szerinti megoszlása:
 - a) irányok (csak szektoronként),
 - b) járműfajták és
 - c) viszonylatok szerinti bontásban.

A fenti felsorolásból látható, hogy a felvett szempontok rendkívül sokrétűek, ezért a felvétel munkájában meglehetősen leegyszerűsített módon kellett az adatgyűjtésre törekedni, ugyanakkor biztosítva, hogy a nyert eredmények mindenképpen kielégítő válaszokat adjanak.

Látható azonban az is, hogy a felvétel adatai már alkalmasak lehetnek a viszonylatok meghatározására, a fejlesztési következtetések kialakítására, bizonyos mértékig a menetrendszerkesztésre és döntő módon a tarifapolitikai célkitűzések meghatározására. Az utazásoknak jegyfajták és

* Dr. Ruisz Rezső: A városi forgalmi hálózat tervezése, Magyar Közlekedés, Mely- és Vízépítés, 1950. évi 12. sz.

hosszak szerinti megoszlása, ezen belül idő szerinti alakulása az üzemgazdaság minden területén használható eredményeket tud biztosítani és felhasználható a legkülönbözőbb üzemvezetési intézkedések kidolgozásához.

A FELVÉTEL GYAKORLATI LEBONYOLÍTÁSA

Az egész felvétel terjedelmét és eredményeit a felvétel céljaira készített kérdőív — a *felvételi lap* — szabja meg. A felvételi lapot nem az utas töltötte ki, hanem a felvételt végző személy (1. ábra).

A felvételi lap legjelentősebb része a teljes vonalhálózatot feltüntető *térkép*. Ezen a térképen vannak megjelölve a vonalszakaszok számai, amelyek között az utasáramlás végbemegy. Ugyanekkor a felvételi lap lehetőséget ad az igénybevett viszonylatszám bejegyzésére, a használt jegyfajták feltüntetésére, továbbá feltüntethető rajta a használt járműfajta és az utazás időpontja. A felvételi lap alsó részén feltüntetett rovatok a felvételi lapok feldolgozását szolgálják.

A *felvétel* úgy történt, hogy a felvételt végző személy a meghatározott mintaválasztéknak megfelelő utasokat kikérdezte abból a szempontból, hogy utazásukat hol kezdték meg, hol szállnak át, utazásukat hol fejezik be. Az ugyanakkor megvizsgált menetjegy alapján kérdés nélkül fel tudta jegyezni a jegyfajtát és ugyancsak kérdés nélkül be tudta jegyezni a használt járműfajtát, az utazás idejét.

Természetesen a felvételt végző személynek alapos helyi ismerettel kellett rendelkeznie, hiszen a felvételi lapon az egyes helyek megjelölésére csak szakaszszámok, az átszállások jelzésére csak kis körök szolgáltak. Ezek helyes kitöltése nélkülözhetetlen tette, hogy a felvétel egész munkáját a várost és a felvételi lapot jól ismerő személyzettel végeztessük.

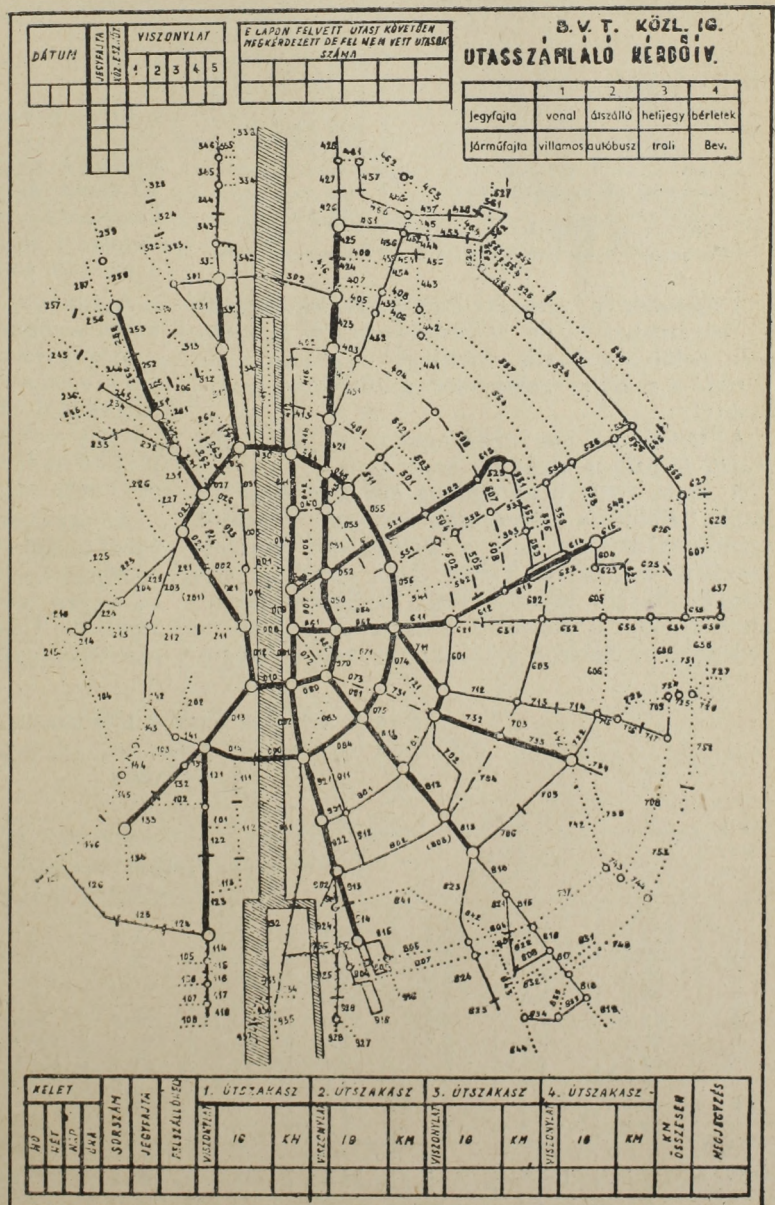
A FELVÉTEL EREDMÉNYEI ÉS FELHASZNÁLHATÓSÁGA

A tényleges felvételt 1958. április 11-én kezdtük és meg június 10-én fejeztük be. A begyűjtött felvételi lapok száma 546 824 db volt. A jegystatisztika alapján megállapítható volt, hogy ebben az időszakban a főváros tömegforgalmi közlekedési eszközeit napi 3,2 millió utas vette igénybe, ezért tudjuk, hogy átlagosan

minden hatodik utas utazására vonatkozó eredményt ismerjük pontosan, amiből az összes utazásokra megfelelő módon következtetni tudunk.

A felvétel teljes eredményét ez idő szerint nem ismertetjük, mert a gépi adatfeldolgozás még nem fejeződött be. Egyelőre csak a következő eredmények állnak rendelkezésre:

- 1) Az egyes vonalszakaszokon átutazott összes utasok száma. Megismerése azért volt fontos, mert ennek az adatnak közelítően egyeznie kell a statikai utasszámlálás eredményeivel. Ez tehát inkább csak az ellenőrzést szolgáló megfigyelés.
- 2) Az áramlási irányok szerinti utasmegoszlás a város főbb szektorai között.
- 3) Az egyes számlálási szakaszok közötti utasforgalom.



1. ábra. A felvételi lap

A továbbiakban szükséges még megállapítani az utazások hosszak szerinti alakulását, a használt jegyfajták szerinti megoszlást és az egyes átszállóhelyeken végbemenő forgalmat.

a) Az utasáramlás fő irányai

Az utasáramlás fő irányait a következőkben ismertetett négy táblázat tartalmazza. Ezek a közúti vasút, az autóbusz és a Budapesti Helyi-érdekű Vasút forgalmát külön-külön mutatják be, míg a negyedik az egyesített eredményeket szemlélteti.

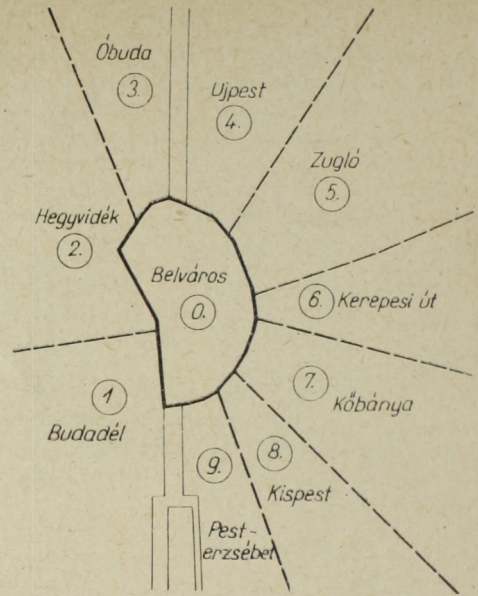
A hálózatot 390 szakaszra osztottuk és az egyes szakaszokat olyképpen jelöltük meg, hogy kiindulásként a várost 10 részre osztottuk fel. Az egyes szakaszszámok jelölésére *háromjegyű számot* alkalmaztunk, amelyből az első számjegy a városrészt — a *szektort* — jelöli, a következők szerint (2. ábra):

Belváros	0 jelű szektor
Kelenföld	1 jelű szektor
Hegyvidék	2 jelű szektor
Óbuda	3 jelű szektor
Angyalföld—Újpest	4 jelű szektor
Zugló	5 jelű szektor
Kerepesi út és környéke ...	6 jelű szektor
Kőbánya	7 jelű szektor
Üllői út és Kispest	8 jelű szektor
Soroksári út és Pesterzsébet	9 jelű szektor

A második és harmadik számjegy a szakasznak a Belvárosból kifelé növekvő értékét mutatja, ezen belül a második számjegy még megkülönbözteti a radiális szakaszokat a körirányú szakaszoktól.

A következőkben elsődlegesen a *tíz szektor közötti forgalmat* kívánjuk ismertetni.

A *közúti vasút* utasforgalma egy nap alatt 2,5 millió. Ebből a *Belvárosba* irányuló utazások száma 821,8 ezer, míg a Belvárosból kiinduló utazások száma 787,5 ezer. Már ebből az első megállapításból látható, hogy Budapest forgalmának zöme a Belváros felé irányul, illetve a Belváros területéről indul ki. Szükséges megjegyezni, hogy ennél a felvételnél a Belváros területét nem a régi igazgatási értelemben vett Belvárosra korlátoztuk, hanem a Nagykorút által határolt városrész és Buda sűrűn lakott területei jelentik a vizsgált területet (1. táblázat).



2. ábra. A szektorok területei

A további kilenc szektor egymásközi forgalmára az összes forgalomnak már csak 2/3-a jut. Megfigyelhetjük, hogy a legnagyobb utastömeget a 4-es, a 6-os és az 5-ös szektorok adják, tehát Angyalföld—Újpest, Zugló és a Kerepesi út jelentik a legtöbb utazás kezdetét és végét Budapest területén. A legkevesebb utast a Hegyvidék és Óbuda adja.

Az egyes szektorok közötti utazások megoszlásából tudjuk, hogy a forgalom jelentős része *azonos szektoron belül* megy végbe. Megfigyelhetjük, hogy az egyes városrészekből kiinduló utazásoknak legalább 1/3-a, de nemritkán fele ugyanazon szektorban véget is ér.

1. táblázat

Az 1958. évi utasszámlálás főbb áramlási adatai (Az egyes szektorok közt történt utazások száma ezekben) Közúti vasút

Szektorból	jelű szektorba irányuló utazások										Együtt
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	422,5	47,5	28,1	29,4	51,4	53,3	59,6	40,4	51,0	38,7	821,8
1	40,6	68,9	9,7	2,7	5,0	2,8	5,8	3,9	4,6	4,4	148,3
2	26,6	8,7	29,0	3,1	4,3	2,6	2,4	1,7	3,2	1,6	83,1
3	22,5	2,5	3,3	36,0	8,7	3,2	2,1	1,7	1,1	1,6	82,6
4	43,4	4,3	5,1	11,6	180,7	33,3	10,1	6,6	6,9	3,9	305,8
5	47,7	2,6	2,4	3,7	35,5	91,3	28,8	9,4	6,1	3,2	230,6
6	62,5	4,8	2,7	2,1	14,3	33,3	102,9	26,1	18,0	10,2	276,9
7	36,6	4,1	2,1	1,6	7,8	7,6	23,2	81,2	12,5	6,5	183,3
8	46,5	4,1	2,6	1,1	6,0	5,2	13,2	12,0	100,3	7,1	198,0
9	38,8	6,3	2,7	2,3	6,1	3,8	10,4	7,8	8,3	92,1	178,6
Össz.:	787,5	153,8	87,5	94,1	319,6	236,4	258,5	190,9	212,0	169,3	2509,0

Megjegyzés: Az adatokban bentfoglaltaknak a BHÉV utazásai is.

Rendszerint alacsony számúak azok az utazások, amelyek egymástól távolabbi városrészek között bonyolódnak le.

Csak példaként említjük, hogy a 3-as szektorokból a 6-os szektorba naponta mindössze 2,1 ezer utazást figyelhetünk meg, de a Kerepesi út és Óbuda között már csak 1,7 ezer, Kispest és Óbuda között pedig mindössze 1,1 ezer utazás történik naponta.

Az egyes városrészek közötti utazások száma általában jelentéktelen. Kivételt ezek közül csak az Újpest, Zugló, Kerepesi út és Kőbánya közötti utazások száma képez, amely viszonylag jelentős, s ami egyben világosan rámutat arra, hogy a városszerkezet, a lakóhelyek és munkahelyek megoszlása a városban a forgalom alakulására milyen hatással van.

Az autóbuszforgalom területi megoszlását és az autóbusz-utazások áramlásának irányait a 2. táblázatot tünteti fel részletesen.

A tényleg megtörtént utazások száma kereken 720 ezer.

Érdekes, hogy az autóbusz-utazások irányok szerinti megoszlásában a Belyáros jelentősége csak kisebb mértékben jut kifejezésre. Az autóbusz inkább a távolfekvő városrészek közötti kapcsolatot szolgálja. A különböző szektorok között végbement utazások aránya — a szektorokon belüli

utazásokhoz viszonyítva — itt már magasabb: egyes esetektől eltekintve, meghaladja az 1/3-ot és sokszor ennél lényegesen magasabb (pl. a 9-es szektorban).

Az autóbusz-utások áramlása a különböző szektorok között éppen azért jelentősebb, mert a nagytávolságú utazásoknál az utasok szívesebben veszik igénybe a kiterjedt autóbushálózatot, az utazási idő jelentős megrövidítése érdekében.

A *Budapesti Helyiérdekű Vasút* forgalmát külső vonalszakaszainak forgalmi adataiból vezetjük le. A külső szakaszok jelölésére a következő számrendszert alkalmaztuk:

a szentendrei vonal	34-es
a gödöllői vonal	6-os
a Csepel—Pesterzsébet közötti ingajárat	90-es
a Ráckeve—Vágóhíd-i vonal	92-es
a csepeli gyorsvasút	93-as

A bemutatott főbb adatok azt mutatják, hogy a belső városi hálózatról irányuló utazások honnan indultak ki (3. táblázat).

A megfigyelt utazások száma 138,7 ezer. Ebből: 42 ezer utazás a gödöllői vonalról származik, 37 ezer utazás a csepeli gyorsvasútról, 33,8 ezer utazás a Ráckeve—Vágóhíd-i vonalról (ennek

Az 1958. évi utasszámlálás főbb áramlási adatai
(Az egyes szektorok közt történt utazások száma ezer utasban)

2. táblázat

Szektorból	Autóbusz										Együtt
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	jelű szektorba irányuló utazások										
0	114,0	11,8	38,2	11,9	19,1	16,3	19,8	9,1	8,9	6,2	255,3
1	10,0	26,4	1,9	0,5	1,2	2,1	3,6	0,8	0,7	0,8	48,0
2	25,0	1,6	23,1	1,3	2,2	4,7	3,1	1,6	1,1	0,9	64,6
3	8,3	0,3	1,0	12,3	1,3	1,1	1,3	0,8	1,0	0,3	27,7
4	10,1	0,8	1,2	1,5	29,6	6,8	6,0	2,5	1,1	1,8	61,4
5	11,6	1,9	3,3	1,1	8,3	15,3	3,1	2,2	0,9	0,7	48,4
6	16,0	2,6	2,4	1,3	8,2	3,4	27,2	5,5	1,1	1,0	69,1
7	7,6	0,6	1,1	0,9	3,8	2,3	6,7	35,3	2,2	1,3	60,8
8	5,5	0,3	0,5	0,9	0,6	0,4	0,6	1,2	13,0	3,6	26,6
9	4,5	0,4	0,5	0,2	0,9	0,6	1,1	1,4	5,4	42,9	57,9
Össz.:	212,6	46,7	73,2	33,2	74,2	53,0	72,5	60,4	35,4	59,5	720,2

Az 1958. évi utasszámlálás főbb áramlási adatai
(Utazások száma az egyes szektorokban ezer utasban)

3. táblázat

Szakaszból	Budapesti Helyiérdekű Vasút*										Együtt
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	jelű szektorba irányuló utazások										
34	5,7	0,6	0,7	10,8	1,5	0,6	0,6	0,4	0,2	0,5	21,6
60	6,4	0,7	0,4	0,4	3,1	3,7	20,3	3,8	1,9	1,3	42,0
90	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	3,9
92	4,4	0,7	0,3	0,2	0,9	0,4	1,4	1,0	0,9	23,6	33,8
93	13,9	2,4	1,0	0,9	2,2	1,4	3,1	1,7	1,6	9,2	37,5
Össz.:	30,5	4,5	2,4	12,3	7,7	6,2	25,4	6,9	4,7	38,1	138,7

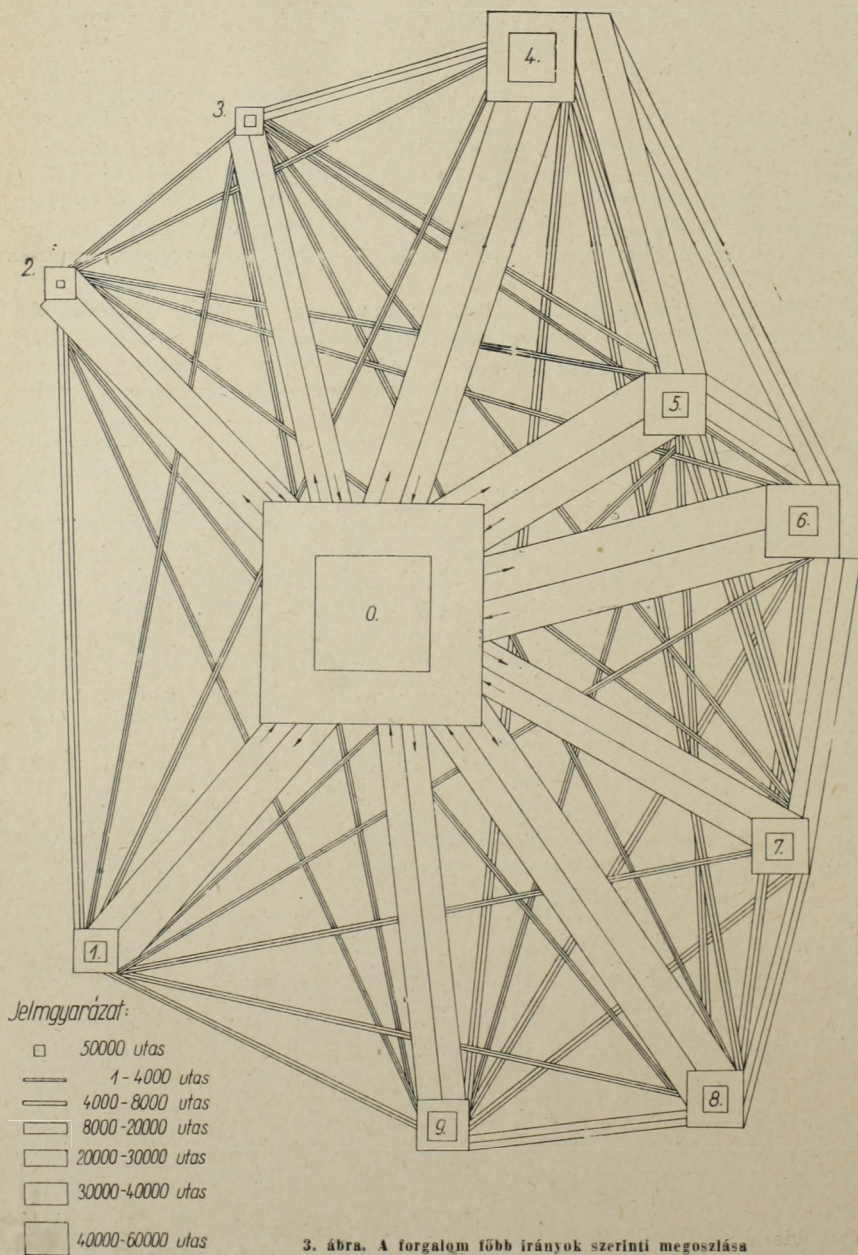
* Ezen adatok az 1. táblázat adataiban is bentfoglaltatnak.

Az 1958. évi utasszámlálás főbb áramlási adatai
(Utazások száma az egyes szektorokban ezer utasban)

4. táblázat

Egyesített eredmények

Szektorból	jelű szektorba irányuló utazások										Együtt
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	536,5	59,3	66,3	41,3	70,4	69,6	79,4	49,5	59,8	45,0	1077,1
1	50,4	95,2	11,5	3,1	6,2	4,9	9,4	4,7	5,3	5,2	195,9
2	51,6	10,3	52,0	4,4	6,7	7,3	5,5	3,3	4,3	3,6	149,0
3	30,8	2,8	4,3	48,3	10,0	4,3	3,4	2,5	2,2	1,8	110,4
4	53,4	5,2	6,3	13,1	210,2	40,1	16,1	9,0	8,0	5,7	367,1
5	59,3	4,5	5,6	4,8	43,8	106,6	32,0	11,6	7,0	3,9	279,1
6	78,5	7,4	5,0	4,4	22,4	37,0	130,1	31,6	19,2	11,2	346,8
7	44,2	4,7	3,2	2,5	10,7	10,0	29,9	116,5	14,7	7,8	244,2
8	52,0	4,5	3,1	2,1	6,6	5,5	13,8	13,2	113,3	10,7	244,8
9	43,5	6,7	3,2	2,5	6,9	4,4	11,5	9,1	13,7	134,9	236,4
Össz.:	999,9	200,6	160,5	126,5	393,9	289,7	331,0	251,1	247,5	229,8	3,230,8



3. ábra. A forgalom főbb irányok szerinti megoszlása

megoszlását majd részletesen ismertetjük), 21,6 ezer utazás a szentendrei vonalról és 3,9 ezer utazás a Csepel—Pesterzsébet közötti összekötő vonalszakaszról adódik.

A táblázat anyagából kiemelkedik az a tény, hogy a csepeli gyorsvasút utasainak zöme ugyancsak a Belvárosba igyekszik, tehát ez a vonal mintegy folytatása a belső városi vonalhálózatnak. Ezzel szemben pl. a gödöllői vonal utasainak fele a 6-os szektort: a Kerepesi út környékét el sem hagyja. Hasonló a helyzet a szentendrei vonalnál és a Ráckeve—Vágóhíd-i vonalnál is, míg a Csepel—Pesterzsébet közötti ingajarat utasai a város egyéb szektorai között nem is jelentkeznek.

Az egyesített eredmények (4. táblázat) 3,2 millió utas irányok szerinti megoszlásáról számolnak be. Azok a jelenségek, amelyek a három különböző közlekedési eszköznél külön-külön jelentkeztek, itt végeredményben összegeződnek és kiegyenlítődnek.

A 3. ábra az egyesített eredmények alapján mutatja Budapest belső utasáramlásának egyszerűsített és összefoglaló képét.

Ebből döntő módon emelkednek ki az egyes szektoroknak a *Belvárossal* való kapcsolatai, oda és vissza viszonylatban, az egyes szektorokon belül történő utazások arányai és végül az, hogy az egyes szektorok egymás közti forgalma jelentéktelen, kivéve — amit már korábban is megállapítottunk — a 4—5-ös és a 6—7-es szektorok forgalmát.

Az ábrából világosan kitűnik, hogy a Nagy-körút nagy forgalmát mi hozza létre, és hogy a külső, a város egyes szektorait összefogó útvonalnak (Hungária körút, Nagy Lajos király útja) milyen fontos szerepük van a városi utasáramlásban.

b) A részletes vizsgálatok

Az egyes szakaszok közötti forgalom vizsgálatát több példában dolgoztuk fel. Feldolgoztunk két-két közúti vasút és autóbusz szakaszt a város belsejében, valamint két-két közúti vasút és autóbusz szakaszt a külső területek szakaszai közül.

A mintaként kiválasztott szakaszok közül két-két esetben a közúti vasútnál és autóbusznál azonos szakaszokat vettünk figyelembe, hogy a kiinduló utazásokat tekintve megkülönböztethessük a közúti vasút és autóbusz sajátos hatásait.

1) Vizsgálat tárgyává tettük a *061-es szakaszban a Március 15. tér—Múzeum körút között a közúti vasútra felszállt utasok számát úti céljaik szerint*. A 061-es közúti vasúti szakaszból kiinduló utazások száma 30 450. A vonalszakaszon összesen 61 106 utas volt; ennek kb. fele utazását itt fejezte be és fele innen indult ki. A kiinduló utazásokat felraktuk a vonalhálózatra, hogy a 061-es szakaszból kiindult utazások területi eloszlásáról ábrát kapjunk (4. ábra).

Az ábrából elsődlegesen megfigyelhető, hogy az utasok zöme a Rákóczi úton kifelé halad, míg másodlagosan, de viszonylag azonos tömörséggel távoznak az utasok a Múzeum körúton a Kálvin tér felé, a Tanács körúton a Marx tér felé és a Dunaparton a Margit-híd, illetőleg a Petőfi-híd felé.

A 061-es szakaszból kiinduló utasok úticél szerinti megoszlása szám szerint a következő:

	Utas	%
a Rákóczi úton kifelé halad	20 884	69,0
a Múzeum körúton a Kálvin tér felé halad	1 894	4,8
a Tanács körúton a Marx tér felé halad	2 986	9,7
a Dunaparton a Margit-híd felé halad	1 206	4,0
a Dunaparton a Petőfi-híd felé halad	1 636	5,4

A vonalszakaszon belül mozgott, illetőleg a 74-es trolibuszra szállt át összesen 2160 utas, 7,1%.

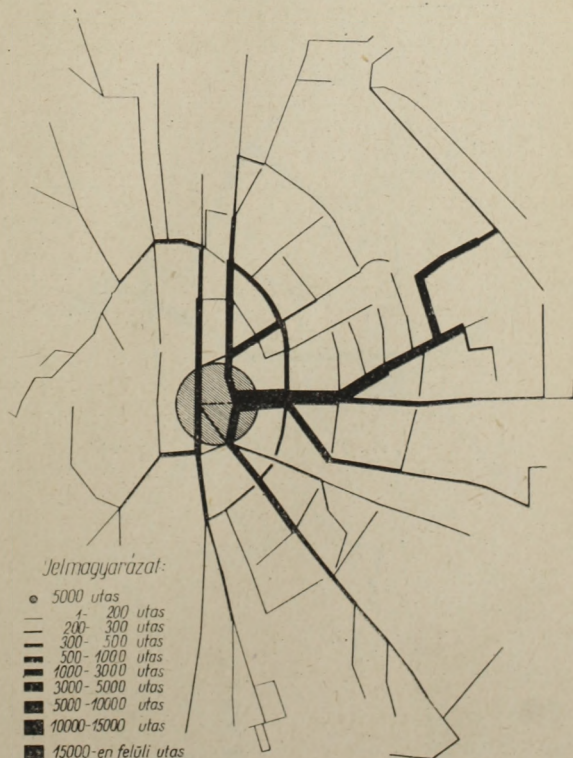
Látható, hogy a 061-es szakaszból (Erzsébet-híd, Múzeum körút) kiinduló utasok zöme a Rákóczi út felé távozik. Ebből logikusan következik, hogy helyes az itt közlekedő járműveket azonos viszonylatokban a Rákóczi úton keresztül továbbítani.

Ha már most azt vizsgáljuk, hogy az innen kiindult utasokat milyen tömegben találjuk meg

a kiinduló ponttól távolodva, akkor a következőket állapíthatjuk meg:

A Rákóczi út belső szakaszán (062) az átszállított utasoknak 15,4%-a származik a vizsgált szakaszból; a Rákóczi út külső szakaszán (611) az áthaladt utasok már csak 8,2%-kal, a Baross tér tájékán 5,6%-kal, a Mexikói úton (556) 5,1%-kal, a Dózsa György út—Hungária körút között (613) 5,0%-kal szerepeltek. A Kossuth Lajos utcából kiinduló utazások aránya a Nagy Lajos Király út—Öv utca között (535), a Március 15. tér és a Dimitrov tér között (091), a Mexikói út és Nagy Lajos király út között (534), az Öv utca és MÁV-telep között Pestújhelyen (536) szakaszokban már csak 4,1—3,0%, a MÁV-telep—Rákos út közt Pestújhelyen (537), a Honfoglalás tér—Rákosszentmihály között (567), a Hungária körút és Bosnyák tér között (614), a Dimitrov tér és Boráros tér között (092), a Rákóczi út és Népköztársaság útja közt a Nagykörúton (050), a Rákos út és Arany János utca közt Pestújhelyen (538) és a József körút—Mező Imre út—Baross utca (711) szakaszokban 2,5—2,0% között van. A közúti vasút további hálózatán a Kossuth Lajos utcából kiinduló utazások értéke még a 2,0%-ot sem éri el.

Mint látható, adataink a viszonylatképzésre nagyon jól felhasználhatók. Ehhez azonban nem elegendő a kiinduló szakasz ilyen értelmű feltérképezése és vizsgálata, hanem a meglévő vagy tervezett viszonylat által érintett összes szakaszok utazásainak számszerű alakulását és útirányát



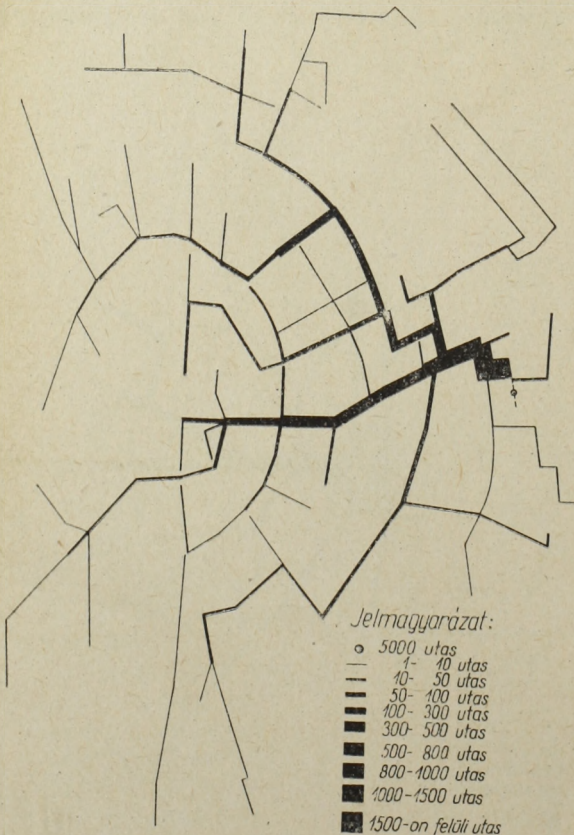
4. ábra. A 061-es szakaszon felszállt közúti vasúti utasok területi megoszlása

is figyelembe kell venni, hogy a szükséges következtetéseket levonhassuk.

2) Egy külső vonalszakasz vizsgálata hasonlóképpen jól felhasználható eredményeket ad. Ebből a szempontból megnéztük a 624-es szakasról kiinduló vasúti utazásokat (Füredi tér-Mogyoródi út, 5. ábra). E szakasznál azt tapasztaltuk, hogy az innen kiinduló utazások aránya a 623-as vonalszakaszon, az Egressy tér és Mogyoródi út között 21%, de a 604-es szakaszon, a Hungária körút—Bosnyák tér között már csak 12,1%.

Egyebütt az egész hálózaton az innen kiinduló utazások száma a 2%-ot sem éri el. Kivétel egyedül még a 614-es szakasz, a Hungária körút és Bosnyák tér között, ahol a vizsgált szakaszból kiinduló utazások aránya még 3,4%. Ezt látva, feltehetjük a kérdést: vajon gazdaságos-e egy olyan viszonylat kialakítása, amely a Bosnyák-téren áthalad, — hiszen vizsgálataink szerint mindössze 921 olyan utas van, aki a Füredi utcából kiinduló 68-as járáttal a Bosnyák téren túl utazik. Itt is fennáll azonban az a követelmény, hogy meg kell vizsgálni a Bosnyák tértől a Füredi térig terjedő számlálási szakaszok mindegyikét — a teljes kép kialakítása érdekében. Feltehető ugyanis, hogy a további szakaszokból nagyobb tömeg halad tovább, a Belváros felé. Természetesen ezt csak külön, részletes elemzés alapján lehet értékelni.

3) Megvizsgáltuk egy nagykörúti szakaszból (056) kiinduló közúti vasúti utazások területi el-



5. ábra. A 624-es szakaszon felszállt közúti vasúti utasok területi megoszlása

oszlását is. A kiinduló 60 448 utas zöme a Nagykörúton fejezi be utazását. Területi megoszlásuk a következő:

A Majakovszkij utca—Rákóczi út között felszállt utasok közül

	Utas	%
a Margit-híd felé utazott	29 653	49,1
a Petőfi-híd felé utazott	17 127	28,4
a Rákóczi úton a Belváros felé utazott	2 824	4,7
a Rákóczi úton a Keleti pu. felé utazott	2 162	3,6
a Népszínház utcában utazott	2 709	4,3
a Majakovszkij utcában befelé utazott	693	1,1
a Majakovszkij utcában kifelé utazott	891	1,5
a vonalszakaszon belül maradt	4 389	7,3

A Buda északi része felé utazott 29 653 utasból a Marx térnél kivált 6425 utas, akik Újpest felé utaztak tovább. A Margit-híd budai hídfőjénél kivált 2646 utas, akik Óbuda felé utaztak. Közben a Népköztársaság útjánál kivált 761 utas, akik a földalatti vasutat vették igénybe. A Rudas László utcánál kivált 819 utas és a Margit-híd pesti hídfőjénél 216 utas, akik a trolibusz újlipótvárosi vonalán távoztak.

A Petőfi-híd felé utazó 17 127 utas közül a Baross utcánál 1018 utas kifelé, 168 utas befelé utazott tovább. Az Üllői útnál kivált 3029 utas, akik közül 63 a Kálvin tér, 2966 Kispest felé haladt tovább. A Mester utcánál 483 utas, a Soroksári útnál 1483 utas vált ki, a csepeli gyorsvasúttal 924 utas távozott a déli városrészek felé, majd a Fehérvári útnál 609 utas vált ki a kiinduló tömegeből.

Ha a tömeg szétozlását %-osan figyeljük meg, akkor megállapítható, hogy a vizsgált szakaszból észak felé kiindult 29 683 utas

21,5%-a Újpest felé,

9,6%-a Óbuda felé távozott.

A többi irányba továbbutazók száma elenyésző.

A déli városrészek felé utazók aránya — összesen 17 127 utasról van szó — a következőképpen oszlott meg:

a Baross utcán kifelé	5,9%
az Üllői úton kifelé	17,4%
a Mester utcán át	2,8%
a Soroksári úton át	8,7% és végül
a csepeli gyorsvasúttal	5,4%

oszlott szét.

Az újpesti és az Üllői úti utasok magas arányszámából arra lehet következtetni, hogy a közvetlen viszonylatok létesítése elképzelhető.

Természetesen az összes körüti szakaszokból kiinduló utazókat fel kell dolgozni annak érdekében, hogy a levonható következtetések megfelelőek legyenek.

4) Negyedik példaként az újpesti Árpád út belső szakaszáról (451) kiinduló közúti vasúti utazásokat vizsgáltuk meg. Ez jellegzetes képet mutat: a kiinduló utazások két különböző irányban (Váci út és Rákospalota) csaknem azonos arányban folytatódnak.

Az innen kiindult utazások száma a Váci úton át a Belváros felé fokozatosan csökken, míg az Árpád útról kiinduló utasok egy része a Béke úton keresztül igyekszik a város felé, más részük pedig Rákospalota irányába távozik.

Jelentős mértékben találjuk meg a 451-es szakaszból kiindult utasokat a Hungária körúton, akik az első körgyűrű segítségével oszlanak szét a város egyéb területei felé. Még a Nagykörúton sincs túlzott arány: az innen kiinduló utazások száma csak éppen megközelíti a Hungária körúton tovább szállított utasok számát.

A Hungária körüti trolibuszszal továbbutazók aránya egészen a Thököly útig feltűnően nagy, amiből arra lehet következtetni, hogy a körirányú vonalak jól vannak felhasználva. Erre mutat egyébként az is, hogy vizsgálataink szerint az újpesti Árpád útról kiinduló utasok aránya számottevő a Pestújhelyen át Rákosszentmihályig közlekedő járatokon is.

Ki kell emelni még az Árpád-hídon Óbuda felé átutazók jelentős arányát is.

Az újpesti Árpád út Duna felőli szakaszából összesen 10 313 utazás indult ki. Az innen kiindult utasok 17,0, 7,8 és 6,8%-át teszik a Megyer felé irányuló forgalomnak, a 428—427-es és 426-os szakaszokban. A 452-es és 453-as szakaszokban az innen kiindult utazások aránya már csak 5,3—5,0%. Ezek a szakaszok az Árpád útnak Rákospalota felé eső részén vannak. A 424-es szakaszban, a Váci úton az Árpád-híd és Újpest között az arány már csak 3,7%.

A 451-es szakasról

Megyer felé	1305
Óbuda felé	372
Zugló, Kerepesi út és Kőbánya felé pedig együttesen	1013

utazás történt.

A Belvárosba irányuló utazások száma 630.

Az újpesti Árpád útról kiindult utasoknak tehát

- 12,7%-a Megyer felé,
- 3,4%-a Óbuda felé,
- 9,8%-a Zugló felé és a
- többi városrészek felé,
- 6,1%-a a Belváros

felé igyekezett.

Fentiekből nyilvánvaló, hogy Megyer felé szükséges egy közvetlen viszonylat, de más irányban nincs közvetlen viszonylatra szükség, kivéve az egész Angyalföldet átszelő Váci úti vonalat.

Hasonló módon tettük vizsgálat tárgyává — néhány példán keresztül — az autóbussz-utasok áramlását is. Első és második feldolgozásunk ebben a vonatkozásban lehetőséget nyújt a közúti vasúttal való egybevetésre.

5) Összevontan vizsgáltuk a 082-es és 061-es szakaszokban felszállott autóbussz utasok területi megoszlását. A 082-es szakasz (Kossuth Lajos utca—Kálvin tér) összesen 7380 felszálló utast mutat ki, a 061-es szakasz (Március 15. tér—Múzeum körút) 2484 felszálló utast adott. E példa egyben azt a célt is szolgálja, hogy megmutassa: két különböző vonalszakasz együttes feldolgozása is lehetséges (6. ábra).

Adott esetben ezt kifejezetten azért tettük mert a villamos 061-es szakaszával való összehasonlítás csak akkor teljes, ha figyelembe vesszük a 7-es viszonylat Kálvin tér—Múzeum körüti utasait is.

Az ábra első rátekintésre meggyőző bennünket arról, hogy amíg a közúti vasúti utazások zöme is egyazon relációban megy végbe, addig ez az autóbussznál még fokozottabban kifejezésre jut.

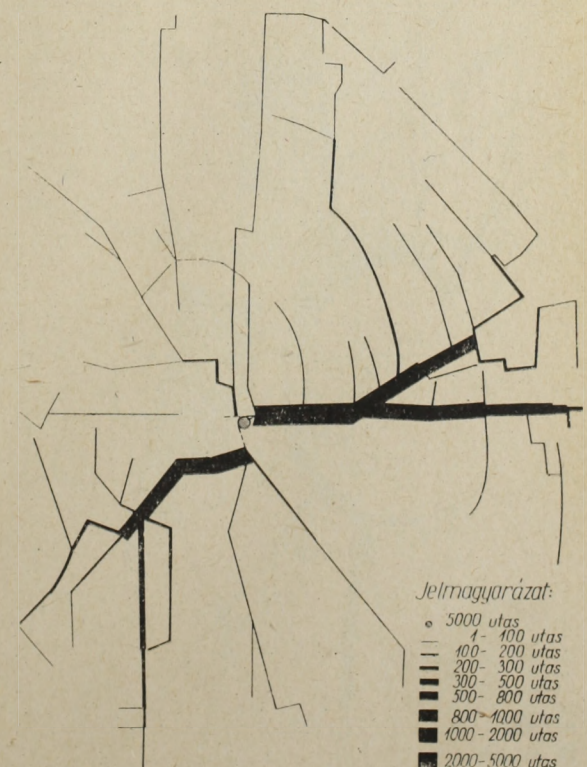
A vizsgált szakaszban felszállt utasok döntő többsége a 7-es autóbussz útvonalának Kosztolányi Dezső tér—Bosnyák tér közötti szakaszát vette igénybe, a 44-es és 46-os autóbussz viszonylatok utasai pedig a Március 15. tér és Cinkota között mozognak. Egészen elenyészően csekély azoknak az utasoknak a száma, akik más relációt is igénybe vettek. Nem is emelkedik ki közülük más, mint a Fehérvári úti úticéllal felszállt utasok aránya. Minden más irányban a napi utazások száma 300 alatt marad.

A felszállt utasok száma:

a 062-es szakaszban (44—46-os viszonylat)	2484
a 082-es szakaszban (7-es viszonylat)	7380
A kiindult utazások összes száma ...	9864

A 44-es és 46-os autóbusszok 2484 utasa közül 2411 a Kerepesi út felé távozott és közülük 2267 a Kerepesi utat el is érte. Számuk a külső végállomás felé egyenletesen csökken.

A 7-es autóbussz 7380 utasa közül a Rákóczi út felé 4820 utas, a Szabadság-híd felé 1750 utas távozott. Az egyéb irányban eloszlok száma 810.



6. ábra. A 082-es és 061-es szakaszokban felszállt autóbussz-utasok területi megoszlása

Ennek megfelelően az érintett szakaszokban magas a Belvárosból indultak aránya. Így a 638-as szakaszban (Kerepesi út külső része) az összes utasok 13,2%-a innen származik. De 10%-ot meghaladó aránya van a további szakaszokban is, ami abból következik, hogy a kifutó vonalakon a Belvárosból indultak száma mindenhol magas.

Ha összevetjük ezen adatainkat a villamos 061-es jelzésű szakaszából kiindult utazások megoszlásával, tapasztalhatjuk, hogy az autóbusszal az eloszlás %-osan is kisebb, az utazások kifejezetten egy-egy irányban tevődnek össze.

6) Hasonló, bár nem ilyen kifejezett képet mutatnak a *Nagykörút—Majakovszkij utca—Rákóczi út közötti szakaszból (056) kiinduló autóbussz utazások is (7. ábra).*

Ezek zöme is a Nagykörúton fejezi be utazását, de már számottevő szerepük van ebben a vonatkozásban az elágazó radiális vonalaknak. Igen jelentős ezek közül a Moszkva téren, a hegyvidéki járatok felé átszálló utasok száma. Tömeges a Boráros téri végállomáson a déli városrészek felé továbbutazók száma és jelentős a Marx téren Újpest felé folytatódó utazások száma, valamint a Rákóczi úton és Kerepesi úton a Keleti pu. irányába továbbutazók száma.

Annál is inkább érdekes az, mert amíg a közúti vasútnál azt tapasztaltuk, hogy a Wesselényi utcánál felszálló utasok csak kivételesen szálltak át a Rákóczi úton közlekedő járatokra, addig itt sokkal nagyobb arányban történtek átszállások. Ha azonban figyelembe vesszük, hogy az

innen kiinduló utazások végcélja rendszerint az 1,50 Ft-os autóbussz átszállójegy határán túl van, akkor talán azzal magyarázható ez, hogy a nagyobb értékű jegyet az utasok igyekeznek jobban kihasználni.

A Nagykörút középső részén az autóbussznak 11 971 felszálló utasa volt. Az északi és déli városrészek felé történő megoszlásuk közel azonos.

A Margit-híd felé távozók közül 852, az innen kiindult utasoknak 7,1%-a a Marx téren átszállt Újpest irányába. A Petőfi-híd felé indulók közül 1000 utas (8,4%) a Boráros téren szállt át a Soroksári út irányába. Magas a Moszkva téren átszállók aránya; a Nagykörút középső szakaszából kiindult utasok közül 1056 (8,8%) szállt át a hegyvidéki járatokra. A rózsadombi utasok aránya 540 (4,5%). A Rákóczi úton kifelé utazók száma 612, vagyis 5,1%.

Megfigyelhetjük ebből az összeállításból, hogy a 11 971 felszálló utas közül mindössze 4060 szállt át, a többi csaknem kivétel nélkül vonaljegyes utas volt, minden átszállási igény nélkül. A Nagykörútnak ezen szakaszáról kiindult utasoknak tehát 2/3-ad csak az itt közlekedő autóbusszt vette igénybe.

A fentiekén kívül vizsgálat tárgyává tettük két külső terület autóbusszhálózati szakaszát is.

7) Az *Alkotás utca—Böszörményi út közötti 222-es szakaszból kiinduló autóbussz utazások területi eloszlása* azt mutatja, hogy az úticél zömmel a Vörösmarty és a Felszabadulás tér. Ez azonos az onnan kiinduló reláció belső városi végállomásával. Ezen túl a kiinduló utazásoknak már csak jelentéktelen számát találjuk meg, a Rákóczi úton, egész a Baross térig. Az egyébként eloszló utazások aránya egész jelentéktelen.

Az innen kiindult utasok összes száma 1888. Zömük egyazon úticéllal mutatható ki:

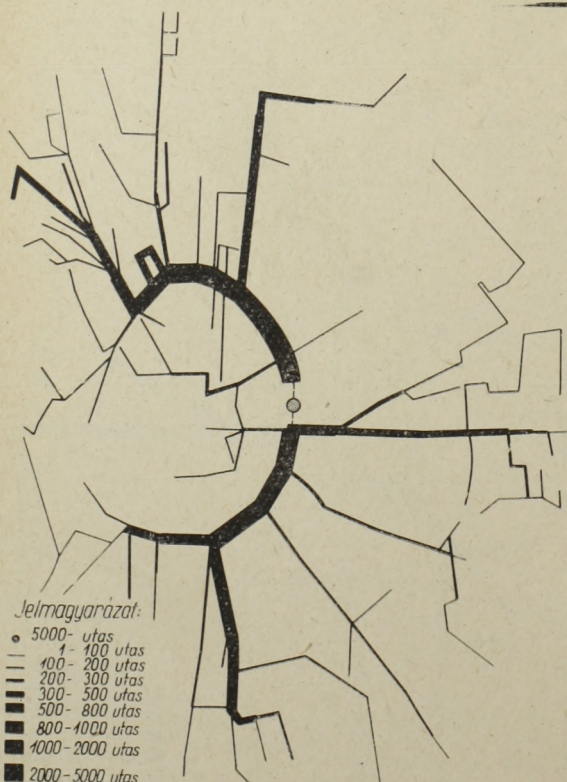
a 007-es szakaszba (Vörösmarty tér, Felszabadulás tér) utazott 639 utas, 33,9%,	
a Roosevelt tésre	174 utas, 9,2%
a Krisztina tésre	165 utas, 8,7%

Ebből látható, hogy a viszonylaton belül 978 utas, a vizsgált szakaszból kiindult utasoknak 51,8%-a utazott. A többi utas úticélja 88 különböző szakasz között oszlott meg. Közülük egyedül a 611-es szakasz (Rákóczi út—Nemzeti Színház) emelkedik ki 57 utazással.

8) Vizsgáltuk még a *rákoskeresztúri központ és a sorompó közötti szakasz (725) kiinduló autóbussz utazásainak számát*. Az itt felszállt utasok összes száma 6335. Két irányban oszlanak el, egy részük a Zalka Máté tér felé, más részük a Baross tér felé közlekedik, a rendelkezésre álló két reláció (61 és 67) felhasználásával.

A Baross tér különös mértékben, de a Zalka Máté tér is jelentős mértékben végső úticélnak mutatkozik.

A Zalka Máté téren túl utazó utasok száma azonban még jelentős, egészen a Vörösmarty térig, de kisebb arányokban fellelhetők még az innen kiinduló utasok a Margit-hídig, mind a Nagykörúton, mind a 15-ös autóbussz viszonylat vonalán.



7. ábra. A 056-os szakaszban felszállt autóbussz-utasok területi megoszlása

Feltűnő, hogy az innen, a város pereméről kiinduló utasok száma a legkülsőbb körirányú autóbuszvonalakon is számottevő. A Rákos-vidéki településeket Kiszpesttel összekötő vonalakon, valamint a Kerepesi utat a Váci úttal összekötő vonalakon még mindenhol jelentős számú utazás figyelhető meg.

A felszállt összesen 6335 fő utas a továbbutazást illetően megoszlott a 6-os és 7-es szektorok között. A Belvárosba mindössze 720-an jutottak el. Budára pedig 175-en, ezzel szemben feltűnő, hogy Rákosszentmihályra, a 627-es jelzésű szakaszba több mint 200 utas utazott, Rákoshegy felé pedig 100 utasnál több.

Összefoglalva a nyolc vonalszakaszra vonatkozó részletes vizsgálat eredményeit, megállapíthatjuk, hogy az egyes vonalszakaszokból kiinduló utazások területi megoszlását ezzel a módszerrel jól követhetjük. Számszerűen is megállapíthatjuk, hogy az utazások hogyan oszlanak meg, milyen irányokban mennek végbe és ebből következően milyen viszonylati összeköttetések a helyesek.

A teljes vizsgálati anyag feldolgozásáig azonban természetesen nem szabad, de nem is lehet eldönteni azt, hogy a helyes és gazdaságos viszonylatvezetésnek melyek a mértékei.

Kétségtelen viszont, hogy a problémát csak az utascsökkenés aránya szerint lehet eldönteni. Nagyon valószínű, hogy ha az egy vonalszakaszról kiinduló utazások aránya a távolodó vonalszakaszokon 5—10% alá nem csökken, akkor ezeket a szakaszokat egy viszonylattal célszerű összekötni. Amennyiben azonban ez az arány lényegesen alábbszáll, az összekötő relációnak már nincs sok eredménye és nem nevezhető gazdaságosnak.

Minthogy a napi gyakorlatban rendkívüli fontossága van annak, hogy az utazások területi eloszlásáról számszerű képünk legyen, egy másik módszert is ajánlhatunk a gyors áttekintés elérése érdekében, melyet az alábbi c) pontban mutatunk be.

c) A Budapesti Helyiérdekű Vasút forgalma

A BHÉV utasáramlásával kapcsolatosan ismertté vált anyag is sok szempontból dolgozható fel. Példaként megvizsgáltuk a BHÉV ráckevei vonalán kialakult utasáramlást, irányok és területi megoszlás szerint.

Adatainkból tudjuk, hogy ezen a vonalszakaszon — beleértve a csepeli gyorsvasút forgalmát is — 71 627 utas volt; ebből a gyorsvasút utasainak száma 37 084.

Az utazások irányok szerinti megoszlásából kitűnik, hogy ezeknek zöme a saját szektoron belül mozog; 46,4%-uk a 9-es szektort nem hagyja el. Szembeállítva ezt a belső városi közúti vasút adataival, jelentős az eltérés, mert ott a saját szektorra eső utazások aránya — a Belvárost nem számítva — maximálisan 12,4% volt. Ebből is világosan látszik, hogy a BHÉV nagyobb mértékben elővárosi forgalmat bonyolít le. A ráckevei vonal 34 549 utasa közül mindössze 10 615 szállt át a FVV vonalaira, a csepeli gyorsvasútra felszállt

37 084 utas közül pedig 26 870 fő lesz a városi utastömeg része.

A ráckevei szakaszon felszállt utasok száma és a belső forgalomba átmentek aránya vonalrészenként a következő:

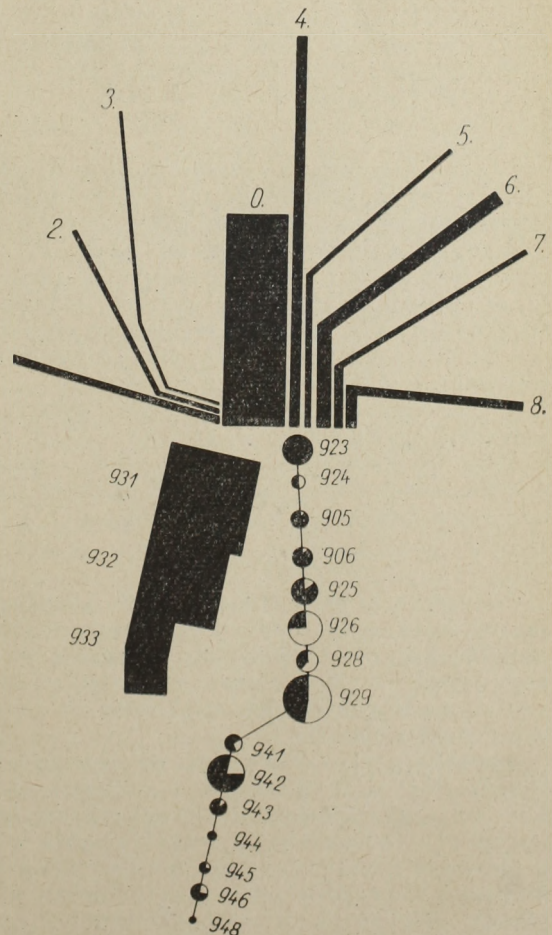
a 905—929-es szakaszból (Közvágóhíd—Dunaharaszti) 22 408 utas közül átszáll 7675 utas,

a 941—942-es szakaszból (Szigetszentmiklós—Gyár) 6604 utas közül átszáll 1798 utas és

a 943—966-os szakaszból (Tököl—Ráckeve) 5098 utas közül átszáll 1142 utas.

A csepeli gyorsvasút és a ráckevei vonalszakasz átszálló forgalmának nagy különbsége nyilván visszavezethető a viteldíjrendszer különbözőségére, de nagymértékben arra is, hogy Csepel szerves része a városnak, amíg a ráckevei vonalrész forgalma teljesen elütő jellegű. Ebből természetesen igen mélyreható következtetések vonhatók le menetrendszerkesztési és más szempontokból is. Különösen érdekessé válik a helyzet akkor, ha a csepeli gyorsvasutat Szigetszentmiklósig meghosszabbítják.

Nem érdektelen vizsgálni azt, hogy a ráckevei vonalszakaszon és a csepeli gyorsvasút egyes szakaszain induló utazások átszálló utasai hova igyekeznek a városon belül. A Belváros (0 szektor), mint úticél erősen alulmarad, mindössze 25,9%-os



8. ábra. A BHÉV ráckevei vonalszakaszán felszállt utasok területi megoszlása

5. táblázat

A ráckevei, illetőleg csepeli gyorsvasúti vonalrész utazásainak megoszlása
(Utazások száma az egyes szektorokban ezer utasban)

Sza- kasz- ból	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Együtt
	jelű szektorba irányuló utazások										
905	175	55	10	25	25	30	15	25	15	1 520	1 895
906	20	10	—	—	—	—	—	—	—	1 955	1 985
923	15	—	—	—	—	—	—	—	—	3 405	3 420
924	90	40	20	30	60	60	90	40	75	780	1 285
925	210	90	—	—	120	15	105	45	15	2 175	2 775
926	1 120	120	60	80	310	100	410	270	210	810	3 490
928	416	48	32	16	48	32	64	56	64	1 208	1 984
929	1 256	152	96	32	214	80	336	280	248	2 880	5 574
931	1 152	259	126	119	168	154	336	168	147	2 897	5 526
932	7 350	1267	567	555	1232	835	1743	678	526	1 897	16 648
933	5 525	300	860	400	785	455	995	575	595	4 420	14 910
941	274	42	18	18	54	36	36	48	42	1 106	1 674
942	546	114	60	6	54	42	156	108	144	3 700	4 930
943	120	24	4	8	44	12	40	28	40	1 572	1 892
944	54	3	—	3	9	9	24	—	9	456	567
945	57	24	9	3	24	36	39	24	3	561	780
946	192	27	21	6	63	37	69	42	45	1 367	1 859
949	—	—	—	—	—	—	—	—	—	433	433
	18 572	2575	1883	1301	3210	1921	4458	2387	2178	33142	71 627
Ebből gyorsvasút :											
	14 097	1826	1553	1074	2185	1442	3074	1421	1268	9214	37 084
Az „Együtt” %-os megoszlása :											
	25,9	3,9	2,7	1,8	4,5	2,7	6,3	2,6	3,1	46,5	100

arányával. A szomszédos szektorok (1 és 8) jelentősége is kisebb, mint általában; csekély, de mégis figyelemreméltó aránya van a 6-os szektornak.

Mint hogy a részletes vizsgálati anyag az utazások pontosabb nyomonkövetésére is alkalmas és az utaskilométer-adatok egészen határozott feleletet adnak a szállítási távolságok megoszlására is, ebből a BHEV—FVV viteldíj megoszlási kérdéseire is objektív választ nyerhetünk.

A ráckevei vonalrész és a csepeli gyorsvasút forgalmát egyébként az 5. táblázat és a 8. ábra mutatja be részletesen, mintegy példát nyújtva a feldolgozás és a levonható következtetések szélesebb síkon való kidolgozási lehetőségére.

ÖSSZEFOGLALÁS

Összegezve a fenti eredményeket, megállapíthatjuk, hogy az 1958. évben új módszerrel végrehajtott budapesti utasfelvétel — annak ellenére, hogy részletes feldolgozása még folyamatban van — máris igen érdekes áttekintést ad a tényleges utasáramlásról.

Az eredmények objektív tervezési és intézkedési lehetőségeket biztosítanak a gazdaságos üzemvitel céljaira, segítséget nyújtanak ahhoz, hogy budapesti közlekedési hálózatunkat és eszközeinket a tényleges szükségletnek megfelelően fejlesszük. Mint hogy tömegközlekedési vonatkozásban eddig jórészt nélkülöztük a hasonló, tudományosan megalapozott adatgyűjtést és feldolgozást, ennek eredményei jelentős fejlődést nyithatnak meg az

üzemvitel gazdaságosabbá tétele szempontjából. Különösen áll ez akkor, ha tekintetbe vesszük, hogy a felvétel anyaga — a különböző szempontok szerinti feldolgozás során — még további eredményeket is biztosíthat. Vegyük ugyanis figyelembe, hogy a felvétel további feldolgozása után teljes képet kaphatunk a következőkről :

Az utasforgalom irányok szerint megoszlása, ami tájékoztat a városban végbemenő utasáramlásról. Nyilvánvaló, hogy ennek segítségével fel tudjuk mérni a város egyes területei közötti forgalmi igényeket — függetlenül a meglévő hálózattól. Az utazások kezdő- és végpontjainak ismeretéből részletesen megállapíthatók az utazási igények, mind mennyiségileg, mind irányok szerint. Ha ez ma nem a legrövidebb úton elégíthető csak ki, akkor tudjuk azt, hogy a hálózattól függetlenül milyen irányban és útvonalon, hány utas szállítására volna szükség. Ennek segítségével tehát lehetővé válik, hogy az új vonalrészek megépítésének szükségességét, illetőleg ilyen létesítmények gazdaságosságát elbíráljuk. A jelentkező igények közelítően pontos számszerű ismerete pedig nemcsak az új beruházás gazdaságosságát, hatékonyságát igazolhatja, hanem a vonalhoz tartozó járműállomány mennyiségére is — menetrendi szempontból — határozott támpontot adhat. Ezen keresztül a tervszerűség az üzemeltetésben is maradéktalanul érvényesíthető. Fentiek alapján számítható ugyanis az energiaszükséglet, a munkaerőszükséglet stb.

A forgalom irányok és jegyfajta szerinti megoszlása a viteldíjképzés szempontjából nyújthat értékes tájékoztatást. Különösképpen sokat mondhatnak ezek az adatok akkor, ha a járművek szerinti bontást is figyelembe vesszük. A használt jármű és jegyfajta megoszlásának ismerete a különböző áramlási irányok szerint lehetőséget biztosíthat — egyes viteldíj-módosításokon keresztül — arra, hogy az utast a neki leginkább megfelelő, de a vállalat szempontjából is a leggazdaságosabb közlekedésre szoktassuk (külterületi autóbuzskedvezmények, esetleges feláras, gyors — nonstop — járatok szervezése stb.).

A forgalom viszonylatok szerinti megoszlásának ismerete lehetővé teheti az optimálisan gazdaságos viszonylatok kialakítását. Ismert tény, hogy viszonylatrendszerünket nem annyira a forgalmi szükségletek, hanem inkább a végállomások műszaki szempontból való kialakíthatósága, továbbá a hagyományos szempontok, a megszokás indokolják. A forgalomnak az áramlási irányok — tehát a tényleges utazási igények szerinti — változása ritkán befolyásolja a viszonylatok átalakítását. E téren a tudatos, a forgalmi igényekkel számoló átalakításokra pedig sokszor szükség volna, mert lényegesen befolyásolná éppen azokat a nagyforgalmú átszállóhelyeket, amelyekkel a legtöbb nehézségünk van.

Az utazási hosszak, a ténylegesen megtett utaskilométerek ismeretére a vállalatvezetés szempontjából van nagy szükség. Ez idő szerint az átlagos utazási hosszát csak becslésszerűen ismerjük, annak ellenére, hogy a viteldíjképzés, a viszonylati kihasználtság stb. szempontjából ez az adat a vállalati költségek megállapításának kiinduló pontja kell hogy legyen. Ennek az adatnak járműfajtanként, használt jegytípusonként, viszonylatonként való ismerete egész sor, a vállalat gazdaságosságát befolyásoló intézkedésnek lehet alapja.

Az áramlási irányoknak a nap különböző szakaszaiban való alakulása a menetrendszerkesztés további finomítása szempontjából fontos.

A forgalomnak idő szerinti megoszlása a használt jegyfajta szerinti olyan adatokat eredményezhet, amelyek a viteldíjképzésére hathatnak vissza. Ugyanezt eredményezné az is, ha a megtett utazások hosszát ismerjük meg az egyes órákban. Miként változnak az idő függvényében a különböző jegyfajta arányai és miképpen alakul az egyes utazások hossza, attól függően, hogy mikor bonyolítják le azokat? A munkabajjárás átlagos hossza mennyiben tér el a bevásárló, szórakozási stb. forgalomtól? E kérdések vizsgálata városrendezési szempontból sem érdektelen, mert a munka- és lakóhelyek távolságára, a közintézmények és bevásárlóhelyek helyes vagy helytelen területi elrendezésére ad támpontokat.

A minden irányú tarifás vizsgálat szempontjából hasznosnak mutatkoznék a rendelkezésre álló lyukkártya-anyagot feldolgozni a különböző jegyfajtaknak a nap egyes óráiban való megoszlása szempontjából. Még jelentősebb lenne konkrétan megismerni azt, hogy az egyes jegyfajtákkal megtett utazások hossza miként alakul. Ugyanez vonatkozik a különféle járművek felhasználására is. Ha pl. történetesen olyan eredmény adódnék, hogy az egyforintos autóbuzs vonaljeggyel megtett utazások hossza több, esetleg kétszerese a közúti vasúti vonaljeggyel megtett utazások hosszának, akkor nyilvánvaló, hogy az autóbuzs vonaljegy ára túl alacsony, nincs arányban a villamosjegy árával stb. A továbbiakban a különféle jegyfajtaknak az egyes viszonylatokban való használatából következtetni lehet a viszonylatok meghatározásának helyességére is.

A rendelkezésre álló felvételi anyag lehetőséget biztosít a megtett utazások különböző forgalmi irányok szerinti megoszlásának vizsgálatára olyan vonatkozásban is, hogy az irányok és utazási hossz közötti összefüggéseket elemezhesük. Ennek a vizsgálatnak megint döntő szerepe lehet városfejlesztési vonatkozásban, a lakó- és ipartelepek diszlokációjára irányuló törekvések megalapozásában, a tervszerűség és a gazdaságosság szempontjából.

A rendelkezésre álló anyag alapján megállapíthatjuk a fontosabb átszállóhelyek forgalmát, mégpedig olyan részletettséggel, hogy az egyes útirányok, illetve az egyes viszonylatok között milyen gyalogos vándorlás megy végbe. A különböző irányokból érkező vonalakról szétoszló, a különböző irányokba továbbutazó utasok számszerű kimutatása révén az utasáramlás olyan részleteinek ismeretéhez juthatunk el, amelyeknek segítségével viszonylatrendszerünk okszerű megváltoztatását indokolhatjuk, de tervszerűbbé tehetjük az átszállóhelyeken végbemenő gyalogos forgalom lebonyolítását is. Ezen adatok ismeretében forgalmi tereink — mint egyben a legfontosabb átszállóhelyek — rendezéséhez is nyújthatunk olyan adalékokat, amelyek eddig ismeretlenek voltak és emiatt a térrendezés munkáját sokkalta inkább érzésekre alapozták, mint az igények konkrét ismeretére.

Az utazási hosszak viszonylatonkénti alakulásából megtudhatjuk, hogy viszonylataink rendszere mennyiben felel meg a forgalom megoszlásának, s ebből a betétjáratok, az ölelkező viszonylatok, a túl hosszú és túl rövid viszonylatok tekintetében vonhatunk le adatokkal alátámasztott értékes következtetéseket.

Az új módszerrel készült 1958. évi budapesti utasszámlálás anyaga tehát sok fontos összefüggés felismerését segíti elő, ami — remélhetőleg — hathatósan segíti majd a fővárosunk tömegközlekedési problémáinak sikeres megoldását.

NEMZETKÖZI SZEMLE

A Nemzetközi Automatizálási Szervezet moszkvai kongresszusa

JÁNDY GÉZA

Ez év nyarán, június 27. és július 7. között rendezte meg a *Nemzetközi Automatizálási Szervezet* (IFAC) első kongresszusát *Moszkvában*. Nagy megtiszteltetés volt számomra, hogy mint a MTESZ Központi Automatizálási Bizottságnak tagja, résztvehettem ezen a nevezetes tudományos találkozóon.

Mit várhat az emberiség az automatikától? Mi az automatizálás célja? Mik a fő problémái jelenleg az automatikus szabályozásnak és az automatizálásnak? Ezeknek a kérdéseknek megválaszolása volt az IFAC első kongresszusának legfőbb törekvése.

Ismeretes, hogy az automatizálás révén lehetővé válik a munka termelékenységének nagymértékű növelése és az egymással mind szorosabb kapcsolatba kerülő különböző tudományágak soha nem képzelt fejlődése. De hatalmas mértékben kiterjednek az emberi szervezet fizikailag és fiziológiailag erősen korlátozott lehetőségei is. Az automatika eszközeinek nagyfokú megbízhatósága a technológiai folyamatokat a veszélyes üzemelés eddig elérhetetlennek tűnő határára vezeti el.

A kongresszust huszonnyolc ország küldötteinek részvételével *Ljetov* professzor, az IFAC elnöke nyitotta meg a moszkvai Lomonoszov Egyetem dísztermében. Ezután *Koszigin*, a Szovjetunió minisztertanácsának első elnökhelyettese, *Nyjeszmejanov*, a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának elnöke, *Chestnut* amerikai professzor, az IFAC volt elnöke és *Gerecke* svájci professzor, az IFAC első elnökhelyettese üdvözölte a kongresszust.

Az IFAC 1957-ben elsősorban amerikai és nyugat-német tudósok kezdeményezésére alakult. 1959-ben Chicagóban azonban a Szovjetunió és az egész szocialista tábor tudományos tekintélyének és előrehaladásának elismeréseképpen a szervezet vezetésében nagy változások történtek. A szovjet *Ljetov* professzor lett az IFAC elnöke, a második elnökhelyettes *Benedikt Ottó* professzor, a Magyar Tudományos Akadémia tagja.

A kongresszusnak több mint 1100 résztvevője volt. A Szovjetunió delegációja 397, az Amerikai Egyesült Államok delegációja 137 főből állt. Nagy létszámú volt a magyar küldöttség is, mert a MTESZ, a NIM és a KGM ezt az alkalmat arra is felhasználta, hogy minél több automatizálási szakembernek lehetőséget nyújtson tudása bővítésére és értékes tapasztalatok szerzésére.

A plenáris ülések, vagyis a megnyitás és befejezés négy nyelven voltak és a résztvevők az előadásokat egy nyakra akasztható kis tranzistoros készülékkel tetszés szerint oroszul, angolul, németül vagy franciául hallgathatták.

A kongresszus anyaga három fő téma körül csoportosult: 1. elmélet, 2. készülékek és elemek, 3. az automatikus szabályozás ipari alkalmazásai.

E három szekción belül a következő alszekciók működtek:

- 1.1. Folyamatos lineáris rendszerek.
- 1.2. Folyamatos nem lineáris rendszerek.
- 1.3. Diszkrét rendszerek.
- 1.4. Stochasztikus problémák.
- 1.5. Optimum szabályozások.
- 1.6. Önbeálló rendszerek.
- 1.7. Rendszertervezés.
- 1.8. Különböző matematikai problémák.
- 1.9. Szimulálás és kísérleti módszerek.

- 2.1. Villamos és mágneses elemek.
- 2.2. Villamos számítógépelemek.
- 2.3. A folyamatszabályozás és távirányítás elemei.
- 2.4. Pneumatikus elemek.
- 2.5. Szabályozó elemek és rendszerek.
- 3.1. A gépipar alkalmazásai.
- 3.2. Energiarendszerbeli alkalmazások.
- 3.3. Kémiai és olajipari alkalmazások.
- 3.4. Villamos hajtások és gépek.
- 3.5. Kohászati alkalmazások.
- 3.6. Nem osztályozott problémák.

Az előadások — néhány általános kérdéssel foglalkozó előadáson kívül — mind valamely alszekcióhoz tartoztak. A kongresszus 13 teremben ülésezett. Egy hét alatt 280 előadás hangzott el és feltűnő, hogy ezek nagyobbik fele elméleti problémákkal foglalkozott. Az előadások, hozzászólások és viták két nyelven, oroszul és angolul folytak.

A kongresszuson az automatizálás világvizonylatban legkitűnőbb szakemberei találkoztak egymással. Ott láttuk többek között a vak *Pontrjagin*-t, a világhírű szovjet matematikust és *Wiener* amerikai professzort, a kibernetika néven ismertté vált új tudományos irányzat megalapítóját.

A kongresszus megnyitása után *V. A. Trapeznjikov* szovjet akadémikus, a rendezőbizottság elnöke „*Az Automatizálás és az emberiség*” címen tartotta meg bevezető előadását. Előljáróban bepillantást adott azokba a nagyszerű távlatokba, amelyek éppen az automatika révén nyílnak meg az emberiség előtt. Majd hangsúlyozta, hogy az automatika akkor fogja célját teljesen elérni, amikor a telemechanika eszközeivel és a számítógépek széleskörű felhasználásával a termelési folyamat egészében, tehát az ipar, a közlekedés és az építőipar valamennyi ágazatában megvalósul a komplex automatizálás. Természetesen, az embernek a termelésben vitt döntő szerepe azután sem fog elhomályosodni. Az ember képességeinek ésszerű felhasználása a műszaki folyamatok szabályozásának területén és ehhez a legkedvezőbb feltételek megteremtése éppen azok közé az időszerű és nemes feladatok közé tartozik, amelyek még hosszú ideig foglalkoztatni fogják az automatika, fiziológia, pszichológia, technológia és az egyéb tudományok terén dolgozó tudósokat.

Az automatika megsokszorozza a munka termelékenységét és ugyanakkor megváltoztatja annak jellegét is. Különösebb merészség nélkül megjósolható, hogy az automatika teljesen meg fogja szabadítani az embert a nehéz, egészségtelen és veszélyes munkáktól, amint az sok esetben már meg is történt. Nagyban hozzájárul ahhoz, hogy a fizikai és szellemi munka közötti határok elmosódjanak, hiszen a munka általánosságban intellektuálisabb lesz és az ember energiáját a termelésben mindinkább új műszaki elképzelések kidolgozására és megvalósítására fordíthatja. A termelékenység és a termelésnek az automatizálás okozta növekedése — az életszínvonal jelentős emelkedése mellett — lehetővé teszi, hogy a dolgozók munkaideje lényegesen lecsökkenjen. Így mind több ember foglalkozhat majd tudományos kutatómunkával, egészségvédelemmel és az életet szebbé tevő művészetekkel, parkok építésével stb. Mindez természetesen csak ésszerűen szervezett társadalomban lehetséges. „Mély meggyőződésünk — mondta *Trapeznjikov* akadémikus — amelyet természetesen senkire sem akarunk ráerőszakolni,

hogy a társadalomnak ilyen szervezete a szocialista társadalmi rend.”

Korunk nagy tudományos felfedezései már szükség-telenné teszik annak bizonyítását, hogy az automatika beláthatatlan lehetőségeket teremt a tudományok fejlődése számára. Az automatika eszközeinek alkalmazása révén mindinkább megközelíthetők a biológia legmélyebb problémái, viszont az élő szervezetek alaposabb tanulmányozása igen sok meglepő és hasznos gondolatot ad a technikai és technológiai folyamatok automatikus szabályozásához.

Ismereteink rohamos bővülésével együtt azonban egyrészt olyan nehézségek is jelentkeznek, mint az információk hatalmas tömegének megőrzése és azok tömény formában való átadása. Másrészt a tudományok bonyolultabbá válásával az újabb ismeretek megszerzésének folyamata is egyre nehezebbé válik. Akár természettudományi, akár műszaki, vagy közgazdasági problémáról legyen szó, a valóság megismerése minden kerületen magas képzettséget kívánó és hatalmas mennyiségű munka elvégzését teszi szükségessé. Ebben a munkában döntő segítséget kap majd a specializáción és kooperáción alapuló, a technikai berendezésekkel mind jobban felszerelt „kutatóipar” az automatikától.

A kutatásban résztvevő automatának „tanulni” és ez egyszerűbb automatizmusokat „tanítani” is kell tudnia. Nem elképzelhetetlen már olyan automata megalkotása sem, amely képes lesz bizonyos jelenséget leíró empirikus adatok tömegéből a jelenséget megmagyarázó elméletet felállítani, vagy pl. a még bizonytalan matematikai tételeket ismételt emberi beavatkozás segítségével bizonyítani. Természetesen, ez sem fog változatni azon, hogy — mint minden gép — a legfejlettebb automata is csak eszköze az ember alkotó tevékenységének, bár elgondolkoztató, hogy az ember számára egyre nehezebb feladat lesz az ilyen bonyolult gépek tervszerű működésének ellenőrzése, és a gép „megborkosodásának” következménye mindinkább veszélyessé lehet. Ugyanakkor a szintelenül tökéletesedő automata gépek az emberi alkotóerőt ma még elképzelhetetlen magasságba emelhetik. Meglepő volt pl. még a szakemberek számára is, hogy az elektronikus számítógépek megalkotása és alkalmazása révén olyan bonyolult logikai folyamatok váltak automatizálhatókká, melyeket azelőtt csak az emberi agy tudott elvégezni. A gépi fordítások, vagy sakkfeladatok megoldása mind azt bizonyítják, hogy a gondolkodásfolyamat programozható szférái sokkal szélesebbek, mint ahogyan az korábban feltételezhető volt.

Úgy tűnik, hogy azoknak a szellemi feladatoknak területe, amelyeket az ember helyett automata végezhet el, nem korlátozódik az algoritmizálható folyamatokra. Ezért joggal remélhető, hogy az automatizálás segítségével az emberi agy mindinkább felszabadul a rutínmunkák alól és kimeríthetetlen tartalékait az alkotás és az esztétika szolgálatába állíthatja.

Amíg azonban idáig elérkezünk, még sok akadályt kell leküzdeni. Az automatikus szabályozás elméletének egyes területein elért nagyszerű eredmények mellett a jelenlegi állapot az egységes felépítésű elmélet hiánya jellemzi. Az általánosan alapvető elgondolások, módszerek és fogalmak még csak most alakulnak ki. Nagyon sok fontos elméleti kérdés még kidolgozásra vár. Különösen akkor érezhető ez, amikor az igen sok elemből összetevődő bonyolult rendszerek közti kapcsolatokat kellene megvizsgálni. Ilyenek a rövidesen időszerűvé váló, bonyolult emberi tevékenységeket utánzó rendszerek is. Egyelőre az ilyen összetett problémák helyes megfogalmazása sincs kidolgozva.

Az automatizálási feladatok megoldásában mindinkább vezető szerephez jut az automatikus szabályozás elmélete. A mérnök tudományos világnézetét formáló és az új utak keresésére ösztönző elmélet segít annak a messzenyúló kérdésnek tisztázásában is, hogy a gépek képességei meddig terjednek és mi módon lehet azt még bővíteni.

Trapeznjikov szerint az automatika mai fejlettsége a következő — már napirenden levő — legfontosabb műszaki tudományos feladatokkal jellemezhető:

1. Optimális folyamatszabályozó technikák tanulmányozása és az optimumra törekvő szabályozó szerkezetek szintézise. A folyamatok természetesen több szempontból optimalizálhatók. Bár az ilyen feladatok megoldására már több módszert dolgoztak ki, amilyen pl. a dinamikus programozás is, ezek a módszerek és az érvényesülő elvek még nem általánosíthatók és alkalmazásuk újabb elméleti kérdések megoldását követeli meg. Ezen a területen, beleértve az optimalizáló rendszerek felépítését is, még sok a tennivaló.

2. Az alkalmazkodó és tanulékony rendszerek szintézisét megalapozó elvek tanulmányozása. (Ezzel a témával foglalkozott *dr. Norbert Wiener* is a Magyar Tudományos Akadémián „Über Maschinen die lernen und ähnliche Maschinen produzieren” címen ez év szeptember 9-én megtartott előadásában.) A logikai működésű és az emlékezőképességgel rendelkező készülékek megjelenése az automatika eszközei között lehetőséget nyitott az olyan új vezérlési és szabályozási feladatok megoldására, mint amilyen a különböző gépek, berendezések optimális munkafolyamatának meghatározása bonyolult, változó helyzetekben, a megkívánt reakciók fokozatos kidolgozásával. Bár a tanulékony automaták építése terén jelentős eredményeket érték már el a Szovjetunióban és egyes nyugati országokban is, mégis e fontos kutatási feladat kidolgozásának még csak a kezdetén vagyunk.

3. Fontos kérdés a tervező mérnök személyét helyettesítő vagy azt kiegészítő automatikus berendezések felépítési elveinek tanulmányozása. A mérnöki konstrukciók legészterűbb tervének elkészítése rendkívül aktuálissá teszi az automaták alkalmazását a tervezés területén is. Az ilyen automaták felépítési elvei azonban egyelőre igen gyengén vannak kidolgozva. Lényeges az együttműködés ezen a téren a fiziológusokkal és pszichológusokkal, mert a kérdés megoldásához a tervező agyában lejátszódó folyamatnak részletes feltérítéséhez visz majd közelebb. A modern automaták összehasonlítva, az ember szellemi tevékenysége lassúbb és pontatlanabb, viszont rugalmasabb, mert intuíciójával és fantáziájával alkalmazkodni tud a legkülönbözőbb feladatokhoz is, képes összehasonlításokat tenni és általánosítani. Ezért az automatikus szabályozás és vezérlés elmélete itt érintkezik legszorosabban a kibernetikával, amelynek tulajdonképpen műszaki ágát képviseli. A „tervező” automaták elmélete valószínűleg a matematikai logika, statisztika és a variációs módszerek sajátos összefonódásából fog megszületni.

Trapeznjikov szerint minden eszközzel ki kell erőszakolni a haladást ebben az irányban. A Szovjetunióban már komoly előrehaladást értek el ezen a területen, de ezeket a vezérlési rendszerek szintézisével kapcsolatos folyamatok automatizálása első lépéseinek lehet csak tekinteni.

Természetesen, a fentieknek kívül egyéb fontos problémák is megoldásra várnak még és ezek mind kölcsönös összefüggésben vannak egymással. E feladatok bonyolultsága miatt mind szorosabban válik az automatikus szabályozás elméletének kapcsolata a többi tudományokkal, különösen a fiziológiával, a pszichológiával és a matematikával.

Így kialakult egy új elmélet, a „szabályozáselmélet”, vagy „műszaki kibernetika”, amely az automatika, a telemechanika, az elektronika, a számítástechnika stb. elméleti bázisára támaszkodik. Természetes, hogy az automatizálás ügyében rendkívül fontos ennek az egységes elméletnek a kifejlesztése, ami pedig csak az automatikus vezérlő és szabályozó berendezések fejlődésével együtt lehetséges. Az új berendezések, új felépítési elvek ösztönzőleg hatnak az elmélet fejlődésére. Eleget ezzel kapcsolatban utalni arra a mély hatásra, amit az elektronikus számítógépek megjelenése gyakorolt az automatika fejlődésére.

A berendezések alkotóelemeinek szaporodásával gyarapodnak a hibaforrások is. Ugyanakkor folyamatosan növekszik az irányítandó folyamatok intenzitása és mérete, következésképpen az esetleges üzemszavarak által bekövetkező veszély és kár is. Ezért a megbízhatóság az automatizálás jövőjének kulcskérdése.

Egy másik fontos kérdés a különböző bonyolult rendszereknek szabványos blokkokból történő felépítése, mert így csökkenne az automatizálás önköltsége.

Végül nagyjelentőségű feladat a méretek csökkentése, a készülékek miniatürizálása, mikroelemek kidolgozása. Ebben az irányban az elektronikus számítóberendezéseknél, ahol az elektronlámpákat félvezetők és mágneses elemek váltják fel, óriási fejlődést tapasztalhatunk. A további fejlődéstől pedig már azt várhatjuk, hogy pl. több ezer memórialelem elhelyezhető lesz 1 cm³-ben. A nagy biztonságú mikroelemek kidolgozásán eredményesen munkálkodnak a nyugati országok tudósai.

Nem szabad megfeledkeznünk az automatika „régii” elemeiről sem, mert néha azok új minőségben jelentkezhetnek. Így pl. a pneumatikus berendezések — a szovjet kutatások nyomán — a szabályozási rendszerek új megoldásait tették lehetővé.

Igen fontos, hogy a technológiai folyamat, az alapvető műszaki berendezések és az automatikus irányító rendszerek összefüggő egységet alkossanak. Az automatizálás összes előnyei csak az ilyen egységben fognak megmutatkozni, csakis ez biztosíthat minőségi ugrást. Ezért a Szovjetunióban ezt az utat választották.

Az emberiség mindinkább gyorsuló haladása nagy feladatokat ró a tudományos kutatásra, amelynek egyrészt a jelen, másrészt a jövő nagy problémái megoldására kell erejét koncentrálnia. A perspektivikus kutatások jelentősége és méretei természetesen állandóan növekedni fognak, hiszen ez a tudomány fejlődésének előfeltétele. Ugyanakkor egyre nehezebb lesz az ilyen kutatásokat összefogni és irányítani. Mi módon akadályozható meg, hogy ezek a kutatások a fűtvonalról letérve, perspektiva nélküli zsákutcába kerüljenek? Hogyan csökkenthető az az erő- és idő-ráfordítás, amelyet az új utak kutatása, kipróbálása emészt fel? Sok függ e tekintetben a különböző országok és tudományos területek tudósai és szakemberei között fennálló együttműködéstől és tapasztalat-cserétől. Minél szorosabb ez az együttműködés, annál gyorsabban szüntethetők meg a perspektiva nélküli irányzatok, annál világosabban rajzolódik ki a fejlődés fő vonalai és annál eredményesebb az előrehaladás. Előadásának végén *Trapeznikov* akadémikus erre az együttműködésre szólította fel a tudósokat és szakembereket.

A következőkben egészen röviden ismertetem azokat az előadásokat, amelyek a közlekedési szakemberek körében különösebb érdeklődésre tarthatnak számot. A kongresszuson elhangzott valamennyi előadás ismertetésére szakember aligha vállalkozhatnék.

A. Adam (Ausztria) a szabályozás kritériumaival foglalkozott, *minőségi tartalmú korrelációk esetén*, amivel sok üzemvezetési feladat egyszerű szabályozási folyamatként kezelhető és részben általánosítható is. Az *üzemvezetési folyamatok szabályozási problémája* azonban néhány dologban különbözik a fizikai szabályozástól, éspedig:

1. A szabályozáshoz felhasznált információk nem csak technikaiak, hanem gazdaságiak és szociológiaiak is
2. Nemesak mennyiségi, hanem összehasonlítók (pl. X_1 kisebb mint X_2) vagy osztályozók (pl. X_1 nem egyenlő X_2);
3. A mennyiségi összefüggések nem mindig funkcionálisak, hanem inkább sztochasztikusak;
4. A rendszerek reakcióképességére különböző és gyakran hosszú időkiesések, veszteségidők jellemzők;
5. Végül a rendszer változói igen sok korlátozásnak vannak alávetve.

A szabályozás minőségének megítéléséhez célszerűen felhasználhatók az információelmélet egyes mutatószámai, mint pl. a hírtartalom, vagy a hírantrópia.

Az előadó a továbbiakban az üzemi kibernetikán belül az információelméleti mutatók jelentőségével és alkalmazásával foglalkozott.

A *dinamikus programozásról* és szabályozásról **R. Bellmann** és **R. Kabala** (USA) tartott előadást, akiknek

neve szakemberek körében szorosan összenőtt ezzel a témával. Ha a szabályozást matematikai megfogalmazásban többfokozatú döntések tekintjük, akkor mind a determinisztikus, mind a sztochasztikus, mind pedig az alkalmazkodó szabályozási folyamat egyaránt a dinamikus programozás módszerével vizsgálható. Megemlítem, hogy a dinamikus programozással kezelhető „többfokozatú döntési folyamatok olyan művelet-sorozatokról állnak, amelyekben a megelőző műveletek kimenetele felhasználható a jövőben végzendő műveletek folyamatának irányítására”. Legtöbb esetben a közlekedési folyamatokat, ezen belül az üzemviteli és gazdálkodási folyamatokat is ilyen többfokozatú döntési folyamatoknak kell tekintenünk. Ezért véleményem szerint a közlekedési folyamatok elemzésében és irányításában, más szóval a közlekedési operációkutatásban fontos szerep vár a dinamikus programozás elméletére. Az előadás nyomatékosan utalt olyan módszerek kifejlesztésére, melyek alkalmasak a nagy teljesítményű számítógépekkel történő megoldásra is.

A *szabályozási rendszerek általános elméletével* **R. E. Kalman** (USA) foglalkozott. Ismertette a szabályozhatóság és felfoghatóság új fogalmát, mert ezek a szokásos szabályozási feladatok megoldhatóságának a kritériumai.

Y. H. Ku (USA) egyszerű fizikai példákból kiindulva ismertette a *nem-lineáris szabályozási rendszerek* szintézisére vonatkozó kezdeti eredményeket. A fizikai rendszerek vizsgálatát három lépésben tárgyalta:

1. A lineáris rendszerek elemzésének kifejlesztése és a gyakorlatban előforduló rendszerek lineárizálása.
2. A nem-lineáris rendszerek felismerése és azok elemzése a valóságos viszonyok között.
3. A nem-lineáris rendszerek lineárizálása mellett — a stabil és optimális működés biztosítása végett — a nem-lineáris szabályozás bevezetése és ezzel a rendszer működésének tökéletesítése.

Áttekintést adott a lineárizáló eljárásokról, valamint a nem-lineáris szabályozás elméletének újabb fejlődéséről. Ez utóbbi kérdés napjainkban az irányítás-technikai kutatások középpontjába került.

A. Rosenbloom (USA) a szabályozó beavatkozás időbeli elosztását olyan végérték problémaként tárgyalta, melynek határfeltételei egy maximálisan lehetséges szabályozási tevékenységnek (munka ráfordításnak) felelnek meg. A szabályozás folyamatának időbeli elosztásával válik lehetségessé pl. a rakéták irányítása korlátozott üzemanyagkészletű fűvóka-rendszerrel. Az optimális végérték-rendszer meghatározása tehát az *összráfordítás optimális elosztásának* problémájára vezet-hető vissza.

H. Zemanek (Ausztria) a *kapcsolási áramkörök logikájáról és információelméletéről* tartott előadást. Az eseményalgebra eredeti formanyelve (másképpen *Boole-algebra*) elhanyagolta az időtényezőt, aminek bekapcsolása azonban kvantált időlépések alkalmazásával könnyen lehetővé válik. Ekkor az összes változók és függvények időértékes döntések idősoraiává lesznek és ezeket az idősorokat sztochasztikusnak tekintve, már egyszerűen alkalmazható az információelmélet. A kapcsolási áramköröknél nagy szerepet játszanak a logikai visszacsatolások. Az ilyen visszacsatolások áramkörökkel előállíthatók a kétértékű döntések modelljei. Az előadás elméleti megállapításai az automatikus rendszerek megbízhatóságának növelési irányában mutatnak, ahol az egyszerű elemeket felhasználó, de igen bonyolult kapcsolások fognak előtérbe kerülni.

A. A. Feldbaum (Szovjetunió) az *automatikus optimalizálás statisztikai elméletének* kérdéseivel foglalkozott. Véleménye szerint az elkövetkező éveket a tanulmányok, alkalmazkodó, önmagát fejlesztő rendszerek fejlődése fogja jellemezni. Az ilyen rendszerek felépítésének előfeltétele az automatikus keresés elméletének kidolgozása. Ezen belül az automatikus optimalizálás megoldása az egyik legidősebb feladat, mert az ilyen rendszerek alkalmazásának máris nagy a perspektívája.

A. G. Ivahnyenko (Szovjetunió) a kombinált szabályozási rendszerek elméletét felhasználó kibernetikai alkalmazkodó rendszerekről tartott előadást.

T. Prasad (India) a véletlen jelzésekben levő információk elemzésének és feldolgozásának módszertanát ismertette. Foglalkozott a bemenő és kimenő jelek különböző korrelációival. A véletlen jelzéseket időfüggvényeknek tekintve, kidolgozta a lineáris és nemlineáris rendszerek analízisét.

T. Micumaki (Japán) egy módosított optimális szabályozási rendszer javaslatát terjesztette elő, melynek hatása mind az elmélet, mind a gyakorlat igényeit kielégíti.

A. M. Andrew (Anglia) az önoptimalizáló szabályozó berendezések és a korszerű tanulékony gépek néhány alapelvéről foglalkozott. Az eddig már kivitelezett, de hasonlóan a még csak javaslatban meglévő önoptimalizáló gépek a viszonylag egyszerű szabályozó készülékektől a bonyolult számítógépekig terjednek, amelyek pl. sakk-játékra, vagy tudományos tételek bizonyítására vannak programozva. Az egyszerűbb — a szabályozási tevékenységüket paraméterek beállításával optimalizáló — készülékeken alkalmazott elvek továbbfejlesztésével olyan tulajdonságok alakíthatók ki, melyek egyébként csak a költségesebb gépeken találhatók meg.

Ezek:

1. Az önorganizáló képesség, amelynek segítségével a gépek szabályozási tevékenységüket és belső felépítésüket a számítástól függően változtatni tudják, vagy a paramétereket beállítják.

2. Olyan elképzelés kialakítása, melynek segítségével a gép eldöntheti, hogy a bemeneti adatok legkedvezőbbben milyen függvényekben használhatók fel.

3. A tanulás elsajátításának képessége, aminek segítségével a gép a saját optimalizáló tevékenységét célszerűen javítani tudja.

Erre a fejlődési lehetőségre és a közeli alkalmazásokra való tekintettel kísérleteket végeztek paraméterbeállítású önoptimalizáló szabályozókkal. Az ilyen berendezéssel egy bizonyos vonalon (folyamatszakaszon) végzett szabályozás szimulálására az előadás egy digitális számítógépi programot ismertetett.

A. Straszak (Lengyelország) előadásának tárgya ugyancsak az önoptimalizáló szabályozórendszerek elméletének és szintézisének néhány kérdése volt. Az optimalizáló rendszereken belül az önoptimalizálókat az jellemzi, hogy a szabályozás ismételt helyesbítő beavatkozásokkal egy előre megadott optimum elérésére törekszik. Az optimalizáló rendszerek általában egy fizikai vonalat előre megadott feltételek szerint szabályoznak, anélkül, hogy a vonalnak a szabályozásához szükséges belső és külső tényezői ismertek, vagy közvetlenül mérhetők lennének. A szükséges információk a szabályozási folyamat közben derülnek ki. Ezután a szabályozási rendszereknél fellépő variációs problémák sajátosságaival foglalkozott. Rámutatott azokra az optimalizálási eljárásra és a szabályozandó vonalakra vonatkozó információkra, melyeket előjáróban ismerni kell. Továbbiakban az ún. első típusú optimalizálási rendszerek szintézisét egy elmés elrendezésen mutatta be.

T. M. Stout (USA) előadásában arra hívta fel a figyelmet, hogy a számítógéppel vezérelt szabályozórendszerek tervezéséhez és megindokolásához — gyakran még azok üzembehelyezése előtt — matematikai modellekre van szükség, amelyek ezenkívül a szabályozási rendszer fontos alkotórészét jelentetik és lehetővé teszik az optimális üzemelés feltételeinek gyors és periodikus meghatározását. A tipikus működési folyamatok alapvető fizikai és kémiai összefüggések felhasználásával sztatikus vagy dinamikus modellekben írhatók le.

R. Tomovic (Jugoszlávia) egy mechanikus szabályozási rendszert mutatott be, amely az emberi kéz néhány tevékenységét nagyon pontosan utánozza. Ez a műkéz egy alkalmazkodó szabályozórendszer, amelyben ugyan-

az az egyensúlyi állapot több módon elérhető, tehát nem determinisztikus jellegű az eltérésmutató a kéznek egy geometriai alaphelyezettől való elmozdulását jelzi. Az ilyen szerkezetek előreláthatólag fontos szerephez jutnak majd az atomlaboratóriumok vezérlőműveinél és a protéziseknél.

M. Phister (USA) a számítógéppel vezérelt ipari eljárások előrejelző és kutató szabályozási rendszerének összehasonlításával foglalkozott. Folyamatok szabályozásánál a változók részben nem-szabályozhatók, részben pedig szabályozhatók. A helyesbítő beavatkozásokat a rendszer az utóbbiak segítségével fogantatosítja. Ezután a szabályozási rendszerek különböző (előre-jelző, alkalmazkodó, kutató) fajtáit ismertette. Tárgyalta a folyamatszabályozások néhány gyakorlati problémáját.

R. I. Sztahovszkij, L. N. Ficnyer és A. B. Sübin (Szovjetunió) előadásának tárgya az automatikus optimalizáló és azok alkalmazásai variációs feladatok és az automatikus szintézis megoldására. Hasonló lehetőségek nyílnak a berendezések besabályozási folyamatainak automatizálására, valamint gépesoportok üzemelésének automatikus optimalizálására.

J. Fielt (Lengyelország) ismertette a Lengyel Tudományos Akadémia számítógéppontjának „SKRZ AT I” nevű elektronikus gépét és foglalkozott annak alkalmazásával technológiai folyamatok automatikus vezérléséről.

K. Oki (Japán) a repülőgépek dinamikus hosszstabilitásával foglalkozott automatikus irányítás esetén, a bólintó mozgás és a magasság szabályozásával kapcsolatban.

O. Schuck (USA) az alkalmazkodó repülőgépvezérlés problémáját tárgyalta. Rámutatott a mechanikus alkalmazkodó vezérlőrendszer és az élő szervezet közti rokonságra.

I. Bell (Anglia) a hajóstabilitás szabályozási kérdéssel foglalkozott.

T. Hysing (Norvégia) a numerikus módszereknek a hajóépítésben való jelentőségével foglalkozott. Az automatikus szabályozási módszerek bevezetése kedvezően változtatná meg az építés és rajzolás technikáját a hajógyárban. Sokatígérők a numerikus módszerek az adatfeldolgozó és a szerkesztési eljárások egyszerűsítésénél és a numerikus szabályozásoknál is. Ismertette a digitális számítógépek alkalmazási lehetőségeit a hajószerszerelésben, ami annál inkább indokolt, mivel a jelenleg használt szerkesztési módszerek többsége lényegében numerikus és gyakran a törzs alakjának numerikus meghatározása is szükséges. Az ilyen gyakran használt rutin-számításokra példákat mutatott be. Bizonyos, hogy az elektronikus számítógépek használata a szerkesztési feladatoknál jelentékeny idő- és munkaerő-megtakarítást eredményez. De így a hajóépítés további automatizálása is lehetséges, mert a szerszámgépek numerikus vezérléséhez szükséges adatok a numerikus módszereket használó szerkesztési eredményeképpen rendelkezésre állnak. Ismertetett is egy numerikus szerszámgép-szabályozó berendezést, amelyet — többek között — hegesztőpisztolyok szabályozására fejlesztettek ki.

D. Damsker (Románia) egy kollektív munkájaként ismertette az „Augustus 23” nevű diesel-mozdony villamos átvitelének automatikus vezérlését.

H. Schink (NSZK) a szabályozástechnikának a cementiparban jelentkező feladataival foglalkozott. A hajtómotor áramfelvételtől függően szabályozni kell az őrlésnél az anyag adagolását, az őrlőműben levő pártartalomtól függően a levegő hőmérsékletét stb. Fontos feladat a klinker állandó minőségének biztosítása is. Nyilvánvaló, hogy a technikai folyamat különböző műveleteit optimálisan csak automatikus szabályozással lehet összehangolni.

A kongresszuson a magyar delegáció négy előadással szerepelt. Ezek közül külön ki kell emelni Benedikt Ottó akadémikus előadását az „autodyne”-ről, egy új típusú, generátor nélküli elektromos erősítő berendezésről, amely a résztvevők körében különös érdeklődést

keltett. Ezzel a szellemes berendezéssel — népszerű stílusban — a közelmúltban a NÉPSZABADSÁG is foglalkozott.

A kongresszus ideje alatt alkalmam nyílt megtekinteni a *Szovjet Tudományos Akadémia Számítóközpontjában* az URAL és a nagy gépek kategóriájába tartozó BESZM számítógépeket.

Az IFAC első kongresszusa július 2-án, plenáris ülésen — az egyes szekciók titkárainak, köztük *Boromissza Gyulának* beszámolója után — *Ljetov* professzor záróbeszédével ért véget. Ezt követően a Szovjetunió Tudományos Akadémiája a kongresszus résztvevői számára fogadást adott a Kreml György-termében, ahol *Ignator*, a Szovjetunió minisztertanácsának első elnökhelyettese mondott pohárköszöntőt. A kongresszus — az egybehangzó vélemény szerint — hasznos és eredményes volt.

A kongresszus kitűnő rendezéséért minden elismerés és köszönet megilleti a házigazdát, a *Szovjetunió Automatizálási Nemzeti Bizottságát*.

Bár az IFAC első kongresszusának anyagában kimondottan közlekedési — elméleti és alkalmazási —

kérdések nem szerepeltek, mégis levonhatjuk belőle azt a következtetést, hogy a közlekedés, amely mindig az automatika elsőrendű felhasználói közé tartozott, nagy fejlődés előtt áll. Elsősorban a közlekedéstudományra és a közlekedés műszaki fejlesztésére vár, hogy a hazai viszonyok között a közlekedési folyamatok magasabb színvonalú gépesítését és automatizálását, majd komplex automatizálását előkészítse. Ezért — véleményem szerint — a közlekedés területén széles körben, de egységes tudományos irányítás alatt kell az operációkutatással foglalkozni, hogy így a közlekedéskibernetikai módszerek bevezetését kellő módon előkészítsük, és hogy azután a kibernetikaivá tett folyamatokat ellenőrizhessük és abba, ha szükséges, megfelelően be tudjunk avatkozni. Egy kutató csoportnak, vagy arra alkalmas egyetemi tanszéknek feladatává kellene tenni, hogy kísérje figyelemmel az operációkutatási módszerek, ezen belül az új matematikai elméletek és a számítógépek alkalmazásának fejlődését, és hogy közlekedésünk érdekeinek megfelelően foglalkozzék annak fejlesztésével és a felhasználás feltételeinek kidolgozásával is.

Egyesületi hírek

VÁROSI KÖZLEKEDÉSI KONFERENCIA

A Közlekedéstudományi Egyesület szeptember 29—30. között Városi Közlekedési Konferenciát rendezett, amelyen a rohamosan fejlődő nagyvárosi forgalom kérdései kerültek napirendre, különösen figyelemmel a budapesti közlekedés problémáira és fejlesztési feladataira.

A konferenciát *Dr. Csanádi György* egyesületi elnök, a MTA lev. tagja nyitotta meg, vázolván a nagyvárosi közlekedés növekedéséből eredő feladatok jelentőségét, a felvetődő problémákat és a konferencia célkitűzéseit. A megnyitót követően megindult háromnapos vita 12 témakört ölelt fel, amelynek anyagát a városi közlekedés kiváló hazai szakértői dolgozták ki.

Az első napon a városi közlekedés egészét érintő, átfogó jellegű tanulmányok kerültek tárgyalásra. *Dr. Kádás Kálmán* egyetemi tanár referátumában a városi közlekedésfejlesztés korszerű irányjaival és módszereivel foglalkozott, következtetéseket vonva le Budapest közlekedésfejlesztésének főbb feladataira vonatkozóan. *Dr. Vásárhelyi Boldizsár* egyetemi tanár a nagyvárosi közlekedésben észlelhető összefüggések és törvényszerűségek alapján kidolgozott javaslatok jelentőségére mutatott rá, hangsúlyozva fővárosunk átfogó, nagyobb távlatra elkészítendő egységes közlekedésfejlesztési tervének szükségességét és a tervet előkészítéséhez a tudományos kutatómunka felhasználását. *Gyulai Géza*, a Fővárosi Közlekedési Igazgatóság vezetője és *Szilágyi Lajos* igazgatóhelyettes tanulmányukban összegezték a elmúlt évek fejlesztési feladatait, képet adtak a jelenlegi helyzetéről, értékelték az elért eredményeket és a mutatók hiányosságait, és vázolták azokat a terveket, amelyek az új közlekedéspolitikai keretében a hálózatfejlesztés, a kapacitásnövelés, a kiszolgáló létesítmények fejlesztése, az új járművek beszerzése, a közlekedés kulturáltságának növelése és a fővárosi úthálózat fejlesztése tekintetében megoldásra várnak. Az első tárgyalási nap záró-előadását *Koller Sándor* egyetemi adjunktus tartotta, melyben a forgalom növekedéséből származó nehézségek és hátrányok csökkentésének általános módjait foglalkozott, vizsgálat tárgyává téve a forgalmi csomópontok, a forgalomszabályozás, a parkolás, a közlekedésbiztonság, az oktatás stb. kérdéseit.

A konferencia második és harmadik napján az üléseket szakosítva, három szekcióban tartották meg. Az első szekció forgalmi vonatkozású kérdésekkel: a korszerű nagyvárosi forgalom követelményeivel, a városi és elővárosi közlekedés egységével foglalkozott. Az előadások anyagát *dr. Szabó Dezső*, a műszaki tanulmányok kandidátusa, *Ertl Róbert*, a MÁV Vasútervező V. főmérnöke, *dr. Princz Gyula*, a BUVÁTI osztályvezetője és *dr. Rivó Miklós*, a Budapest Helyiérdekei Vasút főmérnöke dolgozták ki.

A második szekció a városi úthálózat és a közúti villamosvasúti pálya műszaki fejlesztési problémáit

tárgyalta. A vitára bocsátott referátumokat *Szabó Kálmán* csoportvezető mérnök (Föv. Közlekedési Igazgatóság), *Nagy Endre* csoportvezető mérnök (BFT. MÉLY-ÉPTERV), *Nagy Rudolf* osztályvezető (Föv. Közlekedési Igazgatóság) és *Juhász Géza*, a Fővárosi Vasútépítő Vállalat főmérnöke készítették.

A harmadik szekció ülésén járműfejlesztési, tárolási, karbantartási és energetikai kérdések kerültek megvitatásra. A vita-alapul szolgáló tanulmányok kidolgozói *Gintl József* főmérnök (FVV), *Feledi Béla* osztályvezető (KPM), *dr. Balló Alfréd* főmérnök (FAÜ), *Móri Károly* főosztályvezető (FVV), *Mórocz Sándor* főmérnök (KPM) és *Zsák Ottó* osztályvezető (FAÜ) voltak.

Az előadások vitájában kb. 80 személy — köztük 36 felkért hozzászóló és több külföldi vendég — vett részt.

A vita lezárása után *Bartos István*, az Egyesület társelnöke, a Fővárosi Tanács VB. elnökhelyettese foglalta össze a konferencia munkáját. Megállapította, hogy a konferencia elérte célját, igen eredményes volt és sok segítséget ad a további munkához. Köszönetet mondott az Egyesület elnökségének, hogy lehetővé tette a konferencia megrendezését, az előkészítő bizottságnak, valamint a konferencia előadóinak és résztvevőinek a sikeres közreműködéséért. Kiemelte: különös jelentőséget kölcsönöz a konferenciának az a körülmény, hogy pártunk VII. Kongresszusának határozata alapján most történik második ötéves tervünk kimunkálása. A konferencia referátumai, az értékes vita lehetővé teszik, hogy a budapesti városi közlekedés tervébe az itt kialakult elvi közlekedéspolitikai és a főbb műszaki vonatkozású elgondolások bekerüljenek.

A konferencia nagy jelentősége abban van, hogy összegezte a jelenlegi helyzetet, körvonalazta a várható fejlesztés mértékét és arányát, s rámutatott a legfontosabb megoldandó feladatokra.

Ezután *Bartos István* összefoglalta a konferencián elhangzottakat, ismertette a főbb problémákat. Megállapította: a konferencia munkájának hasznosítása megköveteli, hogy az eredményeket *határozati javaslatokba* összefoglalva, egy későbbi időpontban az Egyesület a felsőbb szervek felé eljuttassa. Javasolta továbbá, hogy a következő évben az Egyesület a vidéki városok közlekedési helyzetét vitassa meg, egy *Szegeden* rendezendő konferencián. Végül javaslatot tett az elnökség felé, hogy az *Erzsébet-híd* megnyitásával kapcsolatban az Egyesület a nagyvárosok közlekedésével foglalkozó nemzetközi konferenciát rendezzen Budapesten.

A konferencián 16 külföldi vendég vett részt: kilenc a Német Demokratikus Köztársaságból, kettő Lengyelországból, négy Romániából és egy a Német Szövetségi Köztársaságból.

(A konferencia előadásainak részletes ismertetésére és időközben összeállítandó határozataira egy következő lapszámunkban visszatérünk.) *Váradi József*

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<i>Калман Лехоцки</i> : Исследование движения по мосту Эржебет	529
<i>Д-р Калман Енеи</i> : Распределение порожних железнодорожных вагонов при помощи линейного программирования	540
<i>Эндре Байза</i> : Придание формы своду топки паровоза	551
<i>Д-р Реже Руис</i> : Важнейшие результаты учета движения пассажиров в городе Будапешт в 1959 году	560
Международный обзор :	
<i>Геза Янди</i> : Московский конгресс Международной Организации по Автоматике	572
Деятельность общества	576

INHALT

	Seite
<i>Kálmán Lehotzky</i> : Verkehrsuntersuchung über die Elisabethbrücke	529
<i>Dr. Kálmán Jenei</i> : Verteilung von leeren Eisenbahnwagen mittels linearischer Programmierung	540
<i>Endre Bajza</i> : Über die Feuerschirmausbildung des Lokomotivkessels	551
<i>Dr. Rezső Ruisz</i> : Die wichtigsten Angaben der Budapester Fahrgastzählung vom Jahre 1958	560
Auslandschau :	
<i>Géza Jándy</i> : Kongress der Internationalen Föderation für Automation (IFAC) in Moskau	572
Vereinsnachrichten	576

TABLE DES MATIERES

	Page
<i>Kálmán Lehotzky</i> : Recherches sur le trafic du Pont Élisabeth	529
<i>Dr. Kálmán Jenei</i> : La répartition des wagons vides avec la programmation linéaire	540
<i>Endre Bajza</i> : Sur le façonnage de la voûte de foyer de la chaudière de locomotive	551
<i>Dr. Rezső Ruisz</i> : Les résultats importants du comptage de voyageur de 1958 à Budapest	560
Revue internationale :	
<i>Géza Jándy</i> : Le Congrès de la Fédération Internationale pour l'Automation (IFAC) à Moscou	572
Nouvelles d'association	576

CONTENTS

	Page
<i>Kálmán Lehotzky</i> : Traffic research of the Elisabeth Bridge	529
<i>Dr. Kálmán Jenei</i> : Distribution of empty wagons with linear programming	540
<i>Endre Bajza</i> : Formation of the steam locomotive firebox brick arch	551
<i>Dr. Rezső Ruisz</i> : Results of the Budapest passenger census 1958	560
Foreign review :	
<i>Géza Jándy</i> : Congress of the International Federation of Automatic Control (IFAC) in Moscow	572
Association news	576

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

Főszerkesztő : Harmati Sándor — Szerkesztő : dr. Czére Béla

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon : 113-450 — Felelős kiadó : Solt Sándor
Megjelent 1130 példányban

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál. Előfizetési díj: negyed évre 18 Ft, fél évre 36 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. — Csekkszám: egyéni 61,229, közületi 61,066 vagy átutalás a MNB 47. sz. folyószámlájára

Felhívjuk figyelmét az alábbi szakkönyvekre:

Lipp András: Földmérők zsebkönyve	Ára kötve	16,— Ft
Andai Pál: A mérnöki alkotás története	„ „	57,— Ft
Mosonyi—Papp: Műszaki földtan	„ „	96,— Ft
Hendel József: Vasútállomások tervezése	„ „	43,— Ft
Galgóczy Gábor: Korszerű méretezés (Példagyűjtemény a mérnöki és gépészmérnöki gyakorlatból)	„ „	74,— Ft
Rácz István: Méret és nagyságrend	„ „	20,40 Ft
Pattantyús: Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve 1 kötet matematikai képletek, táblázatok	„ „	50,— Ft
Ternai Zoltán: Önműködő gépkocsi tengelykapcsolók és sebességváltók	„ „	39,— Ft
Czére—Vásárhelyi: A közlekedés magyar nyelvű szakirodalma 1956—1958	„ „	20,70 Ft
Ternai Zoltán: A gépkocsi 8. javított kiadás	„ „	42,— Ft
Feuer Ferenc: Gépkocsik karbantartása és javítása (Ipari Szakkönyvtár)	Ára füzve	25,80 Ft

Közeljövőben megjelenő szakkönyvek:

Tömössy M. Jenő: Gépjárművek villamos berendezései 8. kiad.	Ára kötve kb.	34,— Ft
Dr. Vásárhelyi Boldizsár: Hézag nélküli vasúti pályák (Vasúti Szakkönyvtár)	Ára kötve kb.	44,— Ft
Pattantyús: Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve 2. kötet Alaptudományok és Anyagismeret	Ára kötve kb.	220,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT könyvesboltjaiban

Szakkbólt:

ERKEL FERENC KÖNYVESBOLT,
Budapest, VII., Lenin krt. 52.