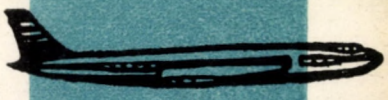
3DIX

KÖZLEKEDÉS TUDOMÁNYI SZEMLE



3 SZÁM
XVIII. ÉVFOLYAM

1968. MÁRCIUS

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE
A Közlekedéstudományi Egyesület lapja

НАУЧНО ЖУРНАЛ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ
Орган Научного Общества Транспорта

VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHE RUNDSCHAU
Zeitschrift des Vereins für Verkehrswissenschaft

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

SCIENTIFIC REVIEW OF COMMUNICATIONS
Monthly of the Scientific Association for Communication

Megjelenik havonta

Főszerkesztő:
Harmati Sándor

Szerkesztő:
Dr. Czére Béla

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

*

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

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

*

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

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

Csekkszámlaszám: egyéni 61 299
közületi 61 066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára
A folyóirat külföldre előfizethető „Kultúra 169. P.O.B. Budapest 62."
68.3., 6657 Révai Nyomda
Budapest V., Vadász utca 16
F. v.: Povárny Jenő.

INDEX: 25 454

TARTALOM

Takács Ferenc: Az országos gépjárműállomány és a távlati forgalom várható fejlődése Magyarországon 97

Lehotzky Kálmán: A Buchanan jelentés gyakorlati vizsgálatai a városi forgalom megjavítására 102

Dr. Heller György—Rosta László: Vasúti légnyomásos fékek légveszteségének kérdései 112

Berczik András: Beszámoló „A nagytávlatú városi közlekedésfejlesztés tervezése" c. konferenciáról 120

Bakó Béla: A 14-D-40 típusú Diesel-motor korszerű fordulatszám-szabályozásának szabályozástechnikai vizsgálata ... 125

Mikecz János: A „T" farokfelületű nagysebességű repülőgépek stabilitási problémái 134

Nemzetközi Szemle:

Korbonits Dezső: A Tauern-út tervezetének magyar vonatkozásai 142

E számunk szerzői:

Takács Ferenc, okl. mérnök, az Útügyi Kutató Intézet tud. munkatársa; *Lehotzky Kálmán* okl. mérnök, az Út-, Vasúttervező V. ny. főtechnológusa; *dr. Heller György* és *Rosta László*, okl. gépészmérnök, a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium I. Vasúti Főosztályának főelőadói; *Berczik András*, okl. mérnök, a Budapesti Városépítési Tervező Iroda osztályvezetője; *Bakó Béla*, okl. közlekedési mérnök, a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium I. Vasúti Főosztályának előadója; *Mikecz János*, okl. gépészmérnök, a KPM. Légügyi Főosztálya főelőadója; *Korbonits Dezső*, okl. mérnök, az Útügyi Kutató Intézet ny. tud. főmunkatársa.

SUMMARY

Page

Ferenc Takács: **The National Motor Vehicle Park and the Long-Term Prospective Traffic Development in Hungary** .. 97

In 1963 the Road Research Institute determined the specific saturation level of the automative vehicle stock and with knowledge of these data and the prospective number of the population it derived the prospective values of each vehicle type until the saturation. The study informs on the amended development factors that have been elaborated in course of the new investigations resulting — as compared with the former forecast — in some 15% decrease of the prospective traffic at the time of automative vehicle saturation. In the same manner the decrease of the traffic will reach some 30% on the throughways in cities.

Kálmán Lehotzky: **Practical Investigations of the Buchanan Report Concerning the Improvement of Urban Traffic** .. 102

As a continuation of his study published in the 2nd number of Közlekedéstudományi Szemle (Scientific Review of Communications) that has treated the statements of principle of the Buchanan Report, in this article the author deals with the practical investigations of the Report. They concern four cities of different extent and type (Newbury, Leeds, Norwich and a West End district of London).

Dr. György Heller—László Rosta: **Problems of the Leakage of Air of Railway Compressed-Air Brakes** 112

The first part of the study deals with the theoretical problems connected with the leakage of compressed-air brakes, caused by defects in tightness, by the aid of mathematical connections that permit not only conclusions of a qualitative character but lead to values in terms of numbers aiming some information about the magnitude concerned. The authors compare the theoretical conslusions with operating experiences. The second part of the article treats the different possibilities of the control of leakage.

András Berczik: **Report on the Conference "Planning of Long-Distance Urban Traffic Development"** 120

The Conference mentioned above was arranged by the Urban Traffic Branch Department of the Scientific Association for Communication in the Budapest Transport Museum on the 19th and 20th October, 1967. The article deals with full particulars the wide-spreading discussion that took place on the basis of the papers distributed previously.

Béla Bakó: **Investigations of the Modern Rotating-Speed Regulation of the Diesel Engine 14 D 40 from the Viewpoint of Regulation Technique** 125

After the exposition of the constructional elements of the rotating-speed governor, the adjustment of the steps of rotating speed and of the generation governing role of the speed regulator the study deals with the structure of the governing system. It states a mathematical model of the speed governor that can be used for the adjusting of several parts of the device and of the whole governor after repairs as well as for the construction of a suitable test bed.

János Mikecz: **Stability Problems of High-Speed Airplanes Fitted with "T" Shaped Tail Planes** 134

The author explores a constructional design that is used on modern subsonic airplanes more and more, i. e. the constructive considerations, results of investigations, benefits and drawbacks of this structural solution in the case of airplanes with very slim straight or different arrow-shaped wings, respectively. Methods of the prevention of deep stall are dealt with, too.

Foreign review:

Dezső Korbonits: **Hungarian Relations of the Tauern Highway Project** 142

Based on the articles published in Österreichische Ingenieur—Zeitschrift the author explores the main data of the planned "Tauernautobahn", then he investigates the project from the viewpoint of the road traffic running through Hungary in transit, finally he shows the changes of European distances in the relevant traffic relations. He suggests the construction of a motor road — later speedway — Vienna—Sopron—Keszthely—Osijek—Belgrade.

RÉSUMÉ

Page

Ferenc Takács: **Le parc d'automobiles du pays et le développement prévisible du trafic en Hongrie** 97

L'Institut des Recherches de la Route a défini en 1963 le niveau de saturation spécifique du parc automobile routier; dans la connaissance de celui-ci et du nombre des habitants prévisible il a déduit le nombre des différentes catégories de véhicules à attendre jusqu'à la saturation. L'étude expose les coefficients de développement rectifiés élaborés lors des récentes enquêtes et en vertu de ces considérations l'auteur constate que le trafic à attendre lors de la saturation d'automobiles sera en Hongrie — par rapport à la prévision antérieure — environ de 15 % moindre tandis que sur les trajets de passage environ de 30 % moindre que celui prévu.

Kálmán Lehotzky: **Enquêtes pratiques du rapport Buchanan concernant l'amélioration du trafic urbain** 102

L'auteur expose dans cet article — comme continuation de son étude parue dans le numéro 2 de 1968 du Közlekedéstudományi Szemle (Revue de la Science des Communications), dans laquelle il s'occupait des constations de principe du rapport Buchanan — les enquêtes pratiques du rapport. Ces enquêtes se réfèrent à 4 villes de différentes grandeurs et différents types (Newbury, Leeds, Norwich et un arrondissement du West End de Londres).

Dr. György Heller—László Rosta: **Questions de la perte d'air des freins à air comprimé ferroviaires** 112

La première partie de l'étude traite les problèmes thèoriques relatifs aux pertes d'air dues à l'inétanchéité des freins à air comprimé à l'aide de tels rapports mathématiques qui permettent non seulement des conclusions de caractère qualitatif, mais conduisent aussi à des valeurs numériques fournissant une information d'un ordre de grandeur. Les auteurs collationnent les constatations théoriques avec les expériences d'exploitation. La deuxième partie de l'article s'occupe des différentes possibilités du contrôle des pertes d'air.

András Berczik: **Compte-rendu de la conférence »Planification à longue échéance de la communication urbaine«.** ... 120

La conférence mentionnée dans le titre a été organisée par la Section de Communication Urbaine de la Société Scientifique pour la Communication les 19—20 octobre 1967 au Musée des Communications à Budapest. L'article donne un compte-rendu détaillé sur la discussion de grande envergure qui suivait les conférences distribuées par écrit préalablement.

Béla Bakó: **Examen au point de vue de la technique de réglage de la régulation moderne de vitesse du moteur diesel type 14-D-40.** 125

Après la description des élements de construction du régulateur du nombre de tours, du réglage du palier de vitesse, du rôle du régulateur de vitesse commandant l'excitation, l'étude traite l'établissement du circuit de réglage. L'article reproduit un modèle mathématique du régulateur de vitesse qui peut être utilisé au réajustage des différentes parties de la construction et du régulateur complet après la réparation ainsi qu'à la préparation du banc d'essai servant à ce but.

János Mikecz: **Problèmes de stabilité des avions de grande vitesse avec surface de queue »T«.** 134

L'auteur expose les considérations de construction, les résultats d'enquête, les avantages et désavantages structuraux relatifs à la surface de queue »T«, une solution structural qui est appliquée toujours plus souvent aux avions modernes infrasoniques dans le cas des avions de grand allongement, à aile droite et à différentes ailes en flèche. Il s'occupe aussi des méthodes de prévention du deep stall.

Revue internationale:

Dezső Korbonits: **Rapports hongrois du projet de l'autoroute Tauern** 142

Sur la base des articles y relatifs de l'Österreichische Ingenieur-Zeitschrift l'auteur expose les données plus importantes de l'autoroute »Tauernautobahn« dont la construction est projetée puis il soumet à un examen ce projet au point de vue du trafic de transit passant à travers la Hongrie en démontrant la modification des distances routières dans les relations européennes entrant en ligne de compte. Il pose la question de la construction de la route — plus tard de l'autoroute — Vienne—Sopron—Keszthely—Osijek—Belgrade.

ZUSAMMENFASSUNG

Seite

Ferenc Takács: **Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes und des künftigen Verkehrs in Ungarn** 97

Das Forschunginstitut für Strassenwesen hat im Jahre 1963 das spezifische Sättigungsniveau des Kraftfahrzeugbestandes bestimmt, aus dieser Angabe und in Kenntnis der zu erwartenden Bevölkerungszahl wurden die Werte der verschiedenen Fahrzeugarten, die bis zu Sättigung zu erwarten sind, abgeleitet. Die Abhandlung gibt die berichtigten Entwicklungsfaktoren bekannt, die im Laufe der neuen Untersuchungen ausgearbeitet wurden. Auf Grund dieser erweist sich der im Zeitpunkte der Sättigung des Landes mit Kraftfahrzeugen zu erwartende Verkehr, auf die bisherige Prognose bezogen, um 15 %, derjenige der städtischen Durchfuhrstrekken um 30 % geringer.

Kálmán Lehotzky: **Praktische Untersuchungen des Buchanan-Berichts zur Verbesserung des Stadtverkehrs** 102

Als Forsetzung seiner in Nr. 2 der Közlekedéstudományi Szemle (Verkehrswissenschaftliche Rundschau) aus 1968 veröffentlichten Abhandlung, in der er die grundsätzlichen Ermittlungen des Buchanan-Berichts behandelt hat, gibt der Verfasser in diesem Artikel dessen praktische Untersuchungen bekannt. Diese betreffen vier Städte verschiedener Grösse und unterschiedlichen Typs (Newbury, Leeds, Norwich und ein West-End-Distrikt von London).

Dr. György Heller—László Rosta: **Porbleme des Luftverlustes von Eisenbahn-Druckluftbremsen** 112

Der erste Teil der Studie behandelt die mit dem Luftverlust der Druckluftbremsen aus Undichte verknüpften theoretischen Probleme mittels mathematischer Zusammenhänge, die nicht nur Folgerungen von qualitativem Charakter ermöglichen, sondern auch zu zahlenmässigen Werten führen, die eine Information bezüglich der Grössenordnungen bezwecken. Die Verfasser vergleichen die theoretischen Feststellungen mit den Betriebserfahrungen. Der zweite Teil des Artikels befasst sich mit den verschiedenen Möglichkeiten der Kontrolle des Luftverlusts.

András Berczik: **Bericht über die Konferenz „Planung der langfristigen städtischen Verkehrsentwicklung"** 120

Die im Titel angeführte Konferenz wurde durch die Sektion Städtischer Verkehr des Verkehrswissenschaftlichen Vereins im Budapester Verkehrsmuseum am 19. und 20. Oktober 1967 veranstaltet. Der Artikel berichtet ausführlich über die ausgedehnte Diskussion, die sich auf Grund der vornherein schriftlich zugesandten Vorträge entwickelte.

Béla Bakó: **Regelungstechnische Prüfung der zeitgemässen Drehzahlregelung des Dieselmotors 14 D 40** 125

Nach der Beschreibung der Konstruktionselemente des Drehzahlreglers, der Einstellung der Drehzahlstufen und der Rolle des Drehzahlreglers in der Erregung gibt die Abhandlung die Konstruktion des Drehzahlreglers bekannt. Ein mathematisches Modell des Drehzahlreglers wird mitgeteilt, welches zur Einregulierung einzelner Teile der Vorrichtung und des ganzen Reglers nach der Reparatur, sowie zum Bau eines Prüfstandes für diesen Zweck verwendet werden kann.

János Mikecz: **Stabilitätsprobleme der Flugzeuge von grosser Geschwindigkeit mit „T" Leitflossen** 134

Der Verfasser behandelt eine konstruktionelle Lösung, die an modernen Flugzeugen unter Schallgeschwindigkeit immer häufiger verwendet wird, nämlich die „T" Leitwerkfläche und — im Zusammenhange mit dieser — die Überlegungen des Konstruktörs, Untersuchungsergebnisse, Vor- und Nachteile dieses konstruktionellen Aufbaus, u. zw. im Falle von Flugzeugen mit sehr schmalen geraden Tragflächen und verschiedenen gepfeilten Tragflächen. Auch die Methoden der Vorbeugung eines überzogenen Durchsackens werden berührt (deep stall).

Auslandschau:

Dezső Korbonits: **Ungarische Beziehungen des Tauernstrasse-Projekts** 142

Auf die bezüglichen Veröffentlichungen der Österreichischen Ingenieur-Zeitschrift gestützt gibt der Verfasser die wichtigeren Angaben der geplanten „Tauernautobahn" bekannt und untersucht das Projekt aus dem Gesichtspunkte des Ungarn im Transit berührenden Strassenverkehrs, wobei die Entfernungsänderungen der in Frage kommenden europäischen Verkehrsbeziehungen im Strassenverkehr gezeigt werden. Der Verfasser wirft die Frage des Baus einer Autostrasse — später Autobahn — Wien—Sopron (Ödenburg)—Keszthely—Osijek—Belgrad auf.

РЕЗЮМЕ

Стр.

Ференц Такач: **Ожидаемое развитие всеобщего парка автопередвижных средств и перспективного движения в Венгрии** 97

Научно-исследовательским Институтом Шоссейных Дорог был определен в 1963-ем году удельный уровень насыщенности автопередвижных средств. На основании ожидаемого числа насиления Институт вывел величины отдельных видов средств передвижения ожидаемые до полной насыщенности. Данный труд знакомит читателей с поправленными множителями развития, разработанными в ходе новых исследований. В результате этих множителей ожидаемая величина движения во время всеобщей насыщенности автопередвижных средств примерно на 15%, а на переходных участках городов на 30% окажутся меньшим по сравнению к предидущим прогнозам.

Калман Лехоцки: **Практические исследования т. н. доклада Буханана, направленные для улучшения городского движения** 102

Данная статья автора является продолжением своего труда (см. журнал „Кэзлэкэдэштудомани Сэмлэ" №2. 1968 г.) занимающегося принципыальными установлениями доклада Буханана. Данная статья знакомит читателей с практическими исследованиями доклада, относящегося к четырём городам разной категории (Нюбуру, Лиж, Нарвих, Вестенд район Лондона).

Д-р Гёрдь Хеллер—Ласло Рошта: **Проблемы потери воздуха железнодорожных воздушных тормозов** 112

В первой части труда авторы рассматривают теоретические проблемы связанные с потерей воздуха из-за неплотности воздушных тормозов, с помощью математических корреляций, позволяющих кроме выводов качественного характера получить числовых данных для ориентирования порядка величин. Теоретические установления авторы сравнивают с эксплуатационными опытами. Вторая часть статьи занимается с разными возможностями контроллирования потери воздуха.

Андраш Берцик: **Доклад о конференции „Планирование перспекттивного развития городского транспорта"** .. 120

Вышеуказанная конференция была организована Секцией Городского Транспорта Общества Транспортной Науки в Будапеште в Транспортном Музее в 19—20 дни октября 1967 года. Автор статьи даёт подробный отчёт об интенсивных дисскуссиях, произшедших на основании заранее приготовленных и разосланных докладов.

Бела Бако: **Испытание техники регулирования современного регулятора числа оборотов Дизельмотора типа 14-Д-40** 125

После изложения конструкционных элементов регулятора числа оборотов, установки ступеней числа оборотов, и регулировочной роли регулятора числа оборотов в возбуждении, данный труд рассматривает устройство цепи регулировки. Автор сообщит математическую модель регулятора числа оборотов, позволяющую её использовать к регулированию отдельных частей конструкции и комплектного регулятора после ремонта и к изготовлению испытательного стенда служащуюся для этой цели.

Янош Микец: **Проблемы стабильности высокоскоростных самолётов с „Т" образным хвостовым оперением** ... 134

Автор статьи знакомит читателей с конструкторскими представлениями, с результатами испытаний, с конструкционными преимуществами и недостатками, связанными с „Т" образным хвостовым оперением, применёнными у самолётов с разными крылями стреловидной формы в плане, и у стройных прямокрылых самолётов. Статья занимается кроме этого с способами предотвращения появления кабрирующего положения самолётов.

Международный Обзор:

Дэжэ Корбонич: **Проект автострады „Тауерн" и его отношение к Венгрии** 142

На основании касающихся статьей журнала „Эстэрейхише Инженер — Цейстшрифт" автор данной статьи знакомит читателей с главнейшими данными запроектированной автострады „Тауернаутобан" и проект рассматривает с точки зрения транзитного движения по шоссейным дорогам Венгрии, выявляя при этом изменение расстояний касающихся европейских маршрутов. Статья выдвигает постройку автомобильной дороги а позже автострады по линии Вена—Шопрон—Кэстхэй—Эсек—Белград

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

XVIII. ÉVFOLYAM 3. SZÁM 1968. MÁRCIUS HÓ

AZ ÚTÜGYI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

Az országos gépjárműállomány és a távlati forgalom várható fejlődése Magyarországon

TAKÁCS FERENC

Az úthálózatfejlesztési tervek készítésénél, az utak építésének vagy korszerűsítésének tervezésénél a jövőben *várható forgalom* ismerete alapvető követelmény. A távlati forgalom a fajlagos utazások ismeretéből, a szállítandó árumennyiségből stb. is meghatározható. A távlatban várható forgalmat azonban legcélszerűbb a *járműállomány* alakulásából előrevetíteni, melyet legalább olyan megbízhatósággal lehet megállapítani, mint egyéb — a forgalmat befolyásoló — adatokat, pl. a fajlagos utazásokat, az áruszállítást stb.

A közúti járműállományt eddigi hazai forgalmi előrebecsléseinkben általában csak a fejlődés korábbi alakulása alapján vetítették előre, különböző *trendszámítási módszerekkel*. A fejlődés eddigi menete azonban — a felszabadulás után bekövetkezett alapvető gazdasági változások miatt — nem adhatott kellő pontosságú kiinduló adatokat a trendszámítással történő előrebecsléshez, ezért megbízhatóbbnak mutatkozott a *más államokban* előforduló jelenlegi és várható fajlagos gépjármű-ellátottsági szintek, összefüggések és szabályszerűségek vizsgálata.

I. AZ ORSZÁGOS GÉPJÁRMŰÁLLOMÁNY ELŐREBECSLÉSE

Az *Útügyi Kutató Intézet* (UKI) az országos úthálózatfejlesztési tervezést megelőző metodikai kérdések kidolgozása során — az 1963 évben — meghatározta a közúti gépjárműállomány fajlagos *telítettségi szintjét*, amelynek és a várható *lakosszámnak* az ismeretében levezette az egyes járműfajták telítettségig várható értékeit.

Köztudomású, hogy a *gépjárművel* való ellátottságot szerte a világon általában az 1000 lakosra jutó járművek számával mérik. Az 1000 lakosra jutó járművek száma — hasonlóan számos közszükségleti cikkel való ellátottsághoz — logisztikus jellegű görbe szerint alakul, vagyis kezdetben egyre növekvő ütemben, majd egy meghatározott fejlődési irányt elérve, egyenletesen emelkedik, és a telítettségi szinthez egyre csökkenő ütemben, érintőlegesen közeledik *(1. ábra)*.

Az ilyen jellegű fejlődési menetet csak a fajlagos *motorkerékpár*-szám nem követi, tekintve, hogy alakulása egy bizonyos személygépkocsi ellátottsági szint elérésétől függ, amikor a motorkerékpár személygépkocsival helyettesítődik; ezért a fajlagos motorkerékpár-ellátottság csökken és a fejlődési értéknél számottevően kisebb határértékhez tart.

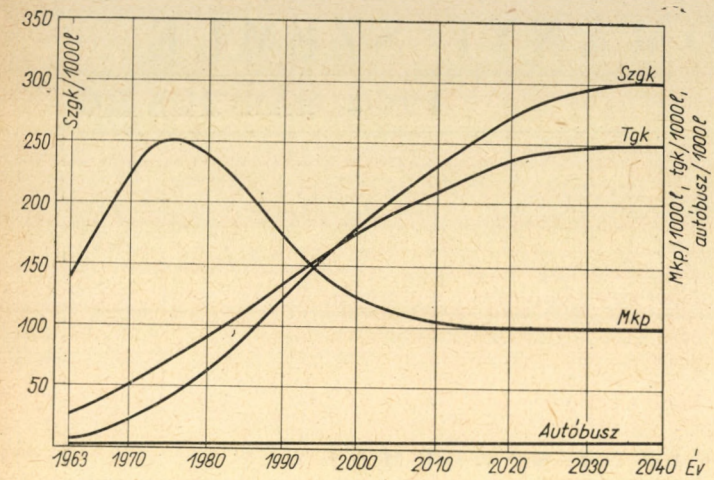
Mind a külföldi, mind a hazai tapasztalatok azt bizonyítják, hogy a gépjárműállomány tényleges fejlődése kisebb-nagyobb mértékben eltér az előrebecsült értékektől — általában annál magasabb —, ezért a fejlődés menetét időnként felül kell vizsgálni és azt a tényleges alakulásnak, valamint egyéb (a fejlődést befolyásoló) szempontoknak megfelelően indokolt módosítani.

A *2. ábrán* ismertetett fejlődési trendek természetszerűen az évenként várható járműállomány kiegyenlítő görbéi, melyek mentén a járműszámok tényleges értékei elhelyezkednek. (A *2. ábrán* az előrevetített járműszámokon túlmenően ábrázoltuk az 1962—65 évek közötti tényleges értékeket is.)

Ahhoz, hogy a fejlődés menetét megnyugtató módon lehessen felülvizsgálni, egy-egy hosszabb (5—10 éves) időszak tényleges járműszámainak ismerete szükséges.

Az országos gépjárműállomány előrebecslése óta eltelt 3 év igen rövid időszak ahhoz, hogy a fejlődésben bekövetkező esetleges változásokat kellő bizonyossággal lehessen meghatározni.

Közismert, hogy a jelenlegi személygépkocsi kereslet esetleges kielégítése utáni állományváltozás a nemzeti jövedelem — és ezen belül a reálbérek —



1. ábra. A gépjármű-ellátottság várható alakulása Magyarországon

várható alakulásának a függvénye. A népgazdaság fejlesztésére és ennek következtében a nemzeti jövedelem várható alakulására az 1960-as évek elején *20 éves távlati terv* készült. Az egyes népgazdasági ágazatok fejlesztési terveinek átértékelése még nem ismeretes. Az *Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság* által az ágazatokra készített jelenlegi elgondolások még nincsenek egységes távlati koncepcióba összefoglalva, és így ma is az említett 20 éves fejlesztési terv az irányadó. Ennek megfelelően az *Országos Tervhivatal* által jelenleg használatos *távlati személygépkocsi számok* az alábbiak:

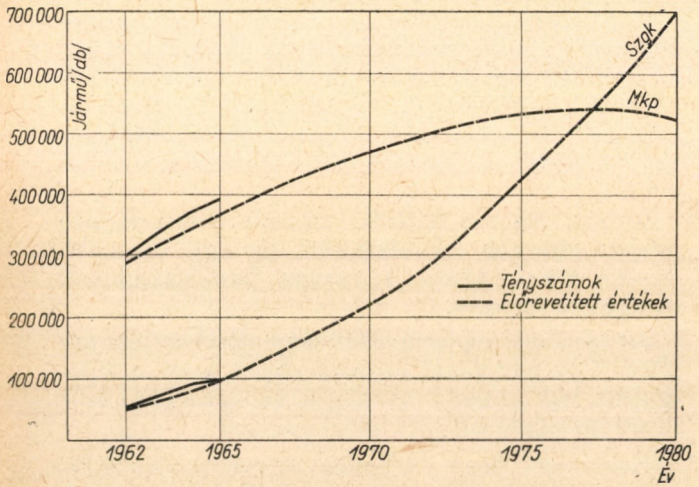
1970	*1975*	*1980*
217 000 db	402 000 db	650 000 db

A járműállomány fejlődésének vizsgálata

Az alábbi vizsgálat anyagát a gépjárműállomány járműfajtánkénti tényleges alakulása és az előrevetített fejlődési menettel való összefüggései képezik.

A személygépkocsi-állomány fejlődése

Az országos személygépkocsi-állomány 1980-ig várható fejlődése a *3. ábrán* látható. Ez az ábra tartalmazza az UKI által 1963-ban előrebecsült



2. ábra. Az országos személygépkocsi- és motorkerékpár-állomány tényszámai (1962—65) és előrevetített értékei (1962—80)

személygépkocsi értékeket, továbbá az Országos Tervhivatalnál jelenleg használatos távlati járműállomány-számokat is. A fejlődési trendek szerint a két előrebecslés között a vizsgált időszakban eltérés alig mutatkozik.

Itt láthatók továbbá az 1962—65 évek közötti időszak tényleges személygépkocsi számai is. A görbék összehasonlításából megállapítható, hogy az évenkénti állomány az előrebecsült értékeknél az 1963—64. években magasabb, 1965-ben azzal megegyező volt.

Ahhoz, hogy a személygépkocsi-állomány alakulása a megadott fejlődési görbe szerint történjék, az évenkénti tényszámoknak a trenden, vagy felette és alatta közel megegyező mértékben kell elhelyezkedniük. A *3. ábrán* látottak szerint az 1965—66 évek fejlődésében az előző évekhez képest kisebb mértékű visszaesés tapasztalható, melyet az 1966 évben behozott személygépkocsik száma (kb. 18 000 db) is alátámaszt. Ezek alapján az 1966 évben behozott személygépkocsik száma az előrebecsült értéknek (mintegy 20 000 db) alatta maradt. Ez egyben azt is jelenti, hogy a kezdeti nagyobb növekmény az utóbbi évek kisebb mértékű fejlődését kiegyenlíti, így a vizsgált időszak állományának alakulása a fejlődési trenddel közel megegyező volt.

A motorkerékpár-állomány fejlődése

Az országos motorkerékpár-állomány 1980-ig várható fejlődését a *2. ábra* tartalmazza. Ezen az ábrán láthatók a motorkerékpár-állomány 1962—65 évek közötti tényszámai is.

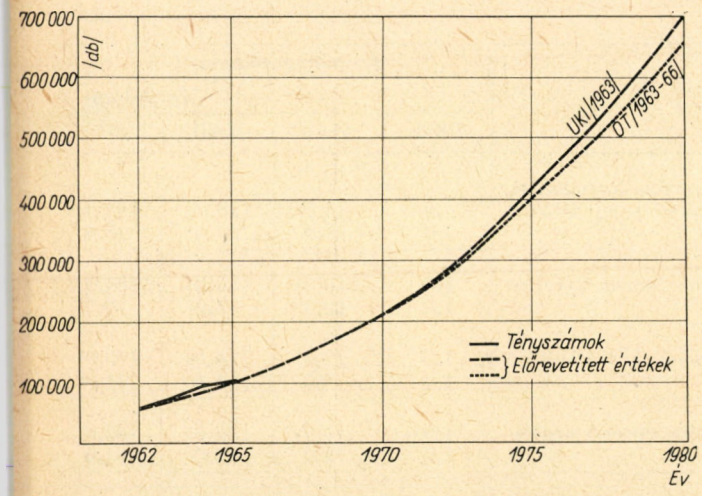
Az eltelt 3 éves időszakban bekövetkezett fejlődés az előrebecsült motorkerékpár-trendvonalnál magasabb értékű, de azzal közel párhuzamos irányzatú. Az előzőekben elmondottak szerint a fajlagos motorkerékpár-ellátottság alakulása az 1000 lakosra vetített személygépkocsi-szám függvénye. Ha tehát a személygépkocsi-ellátottság alakulása az előrevetített értéknél magasabb, a motorkerékpárok számának az előrebecsültnél alacsonyabbnak kellene lennie.

A *2. ábrából* látható, hogy mind a személygépkocsi, mind a motorkerékpár tényszámai a becsült értékeknél magasabbak. Ennek oka az 1962. évi motorkerékpár-állomány közelítő ismerete volt, és ennek tulajdonítható a fejlődési trend kiinduló értékének alacsonyabbra történő felvétele. A tényleges és a becsült fejlődési irányzatok párhuzamossága azonban arra utal, hogy a görbe iránytangenseinek felvétele helyes volt, így a fejlődési vonalat a már ismert kiinduló értéknek megfelelően önmagával párhuzamosan eltolva kell figyelembe venni.

Az autóbusz-állomány fejlődése

Az 1000 lakosra jutó autóbusz-szám fajlagos értékének változása az *1. ábrán* látható.

Az 1965 évre előrevetített járműszám és a tényleges adatok ismeretében megállapítható, hogy az eddigi fejlődés a vártnál valamivel kisebb mértékű. Így a 3 éves időszakra becsült 25%-os növekmény a tényszámok alapján alig 20%-nak adódott.



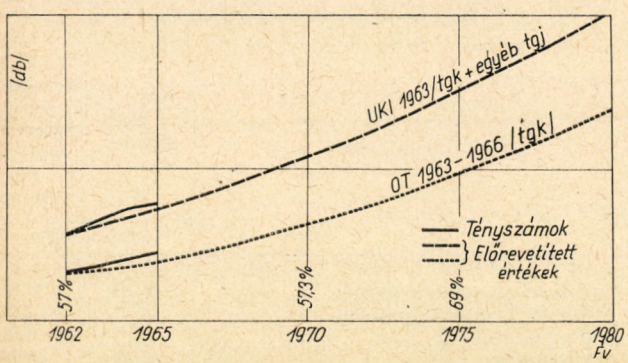
3. ábra. Az országos személygépkocsi-állomány tényszámai (1962—65) és előrevetített értékei (1962—80)

A tehergépjármű-állomány fejlődése

Az országos tehergépjármű-állomány 1980-ig várható fejlődésének mértékét a *4. ábra* tünteti fel. Ezen az ábrán látható továbbá az Országos Tervhivatal által előrebecsült tehergépkocsi fejlődési trend is, amelyben a vontatók, nyergesvontatók, dömperek és különleges gépjárművek nem szerepelnek.

A két fejlődési irányzat összehasonlításából megállapítható, hogy amíg a klasszikus értelemben vett tehergépkocsi 1962-ben a tehergépjármű-állomány 57,0%-a, 1965-ben 57,3%-a volt, addig 1980-ban már közel 70%-nak várható. A tehergépkocsik javára történő nagymérvű eltolódás a két trend közel megegyező mértékű fejlődésében nyilvánul meg. Ez annak a következménye, hogy az egyéb közúti teherszállító járművek zömét kitevő vontatók telítettsége — főként a mezőgazdasági célúak esetében — néhány év múltán bekövetkezik, és számuk a továbbiakban lényegesen nem változik.

A fejlődési trendeken túlmenően ábrázoltuk az 1962—65 évek közötti tényleges tehergépjármű, illetve tehergépkocsi számokat is. Ezek az évenkénti adatok az előrevetített értékeknél valamivel nagyobbak, és az össz-állományon belül a tehergépkocsik vártnál erőteljesebb emelkedésére utalnak.



4. ábra. Az országos tehergépjármű-állomány tényszámai (1962—65. és előrevetített értékei (1962—80)

A gépjármű-állományban történt változások összefoglalása

Az előzőekben már említés történt arról, hogy az állományfejlődés meghatározása óta eltelt 3 éves időszak nem elegendő arra, hogy az esetlegesen bekövetkezett változások a jövőre nézve megbízható következtetések levonását lehetővé tegyék. Ezért a vizsgálat általában csak arra szorítkozott, hogy a járműfejlődés meghatározása óta eltelt igen rövid időszak becsült és tényleges adatainak összefüggéseit értékelje. Annak megállapítása azonban lehetséges volt, hogy az 1963. évben meghatározott járműfejlődési irányzathoz képest lényeges eltérés nem mutatkozik, amelynek alapján már ma indokolt lenne a távlatban várható közúti gépjárműszámokat újból meghatározni.

A vizsgálathoz felhasznált adatok elemzése során megállapítható volt, hogy az egyes járműfajták eltérésének mértéke az előrevetített értékekhez képest változó. Az autóbusz kivételével egyben azonban megegyeznek: *a változás pozitív irányzatú.*

II. A KÖZÚTI FORGALOM FEJLŐDÉSI SZORZÓINAK ÁTÉRTÉKELÉSE

A hálózatfejlesztési tervezés a távlatban várható forgalom igényeinek optimális kielégítését biztosítja, a gazdaságosság messzemenő figyelembevételével. Alapvető követelmény tehát a *várható forgalom* ismerete és az igényeket kielégítő közúti létesítmények meghatározása, valamint alkalmas gazdasági értékelő módszer kidolgozása.

Az országos közutak távlatban várható forgalmának meghatározásához szükséges járműtelítettségi szinteket az UKI 1963-ban kidolgozta. A telítettség, a járművek menetteljesítménye és a várható lakosszám ismeretében a *forgalomfejlődési szorzók* kialakítása megtörtént. Használatukról a 372.321/1363. sz. KPM rendelet intézkedik.

E rendelkezés alapján az országos úthálózatfejlesztési terv, a regionális tervek, települések közlekedésfejlesztési terveinek készítésénél, valamint a közúti közlekedés részére nagy távlatban szükséges területek biztosításához a gépjárművel való ellátottság telítettsége idején várható forgalmat kell alapul venni.

A gépjárművel való ellátottság *telítettségi értékeként* országos átlagban 1000 lakosra vonatkoztatva az alábbi gépjármű-számokkal kell számolni:

300 személygépkocsi
50 motorkerékpár
1,4 autóbusz
50 tehergépjármű

A vonatkozó rendelet az 1990. évig várható forgalomnak az 1963. évi terhelésből való levezetésére járműfajtánkénti szorzószámokat ad. A gépjárműtelítettség állapotáig várható forgalom meghatározásához az UKI által levezetett szorzók állnak rendelkezésre *(1. táblázat).*

A motoros járművek

	Az utak megnevezése	Személygépkocsi forgalom-			
		1963	1980	2000	2040
1.	Az egyszámjegyű orsz. közutakra, a budapesti, egri, győri, kaposvári, kecskeméti, miskolci, pécsi, székesfehérvári és zalaegerszegi közúti igazgatóságok területén	1,0 1,0	(8,5) 8,0	(26,0) 23,0	(58,0) 48,0
2.	Az egyszámjegyű orsz. közutakra a debreceni, hódmezővásárhelyi és nyíregyházai közúti ig. területén	1,0 1,0	(10,0) 10,0	(35,0) 32,0	(84,0) 70,0
3.	A 7. sz. orsz. közút budapesti és székesfehérvári közúti ig. területére eső szakaszára	1,0 1,0	(8,5) 8,0	(24,0) 21,0	(50,0) 41,0
4.	A 7. sz. orsz. közútnak a kaposvári közúti ig. területére eső szakaszára és a 11; 22; 24; 71 sz. orsz. közutakra	1,0 1,0	(9,5) 9,0	(28,0) 26,0	(62,0) 51,0
5.	Az 1—4. sorszám alá nem tartozó utakra, a budapesti, egri, győri, kaposvári, kecskeméti, miskolci, pécsi, székesfehérvári és zalaegerszegi közig. területén	1,0 1,0	(10,0) 9,0	(35,0) 30,0	(76,0) 63,0
6.	Az 1—4. sorszám alá nem tartozó utakra a debreceni, hódmezővásárhelyi és nyíregyházai közúti ig. területén	1,0 1,0	(11,0) 10,5	(38,0) 36,0	(90,0) 77,0

Megjegyzés: A személygépkocsi forgalomfejlődési szorzója az új menetteljesítménynek megfelelően átdolgozásra

Erőteljesen hangsúlyozni kell azonban, hogy e fejlődési szorzók a településekben csak kellő kritikával használhatók, mert az ott várható forgalom a városszerkezet későbbi alakulásától, közigazgatási jellegétől, az ipari ellátottságtól, az ipar és a lakónegyedek elhelyezkedésétől, azok forgalmi kapcsolatától stb. igen nagy mértékben függ.

Az UKI legutóbbi vizsgálatai szerint az országos közutak átkelési szakaszaira becsült forgalom a telítettség idején városokban 15—25%-kal csökkenthető.

A közúti gépjárművek menetteljesítménye

A forgalomfejlődési szorzók meghatározásához figyelembe kellett venni a gépjárművek menetteljesítményének jelenlegi és a távlatban várható alakulását is. A forgalomfejlődési szorzók 1963 évben történt kialakításánál alkalmazott éves menetteljesítményeket a *2. táblázat* tünteti fel.

A közhasználatú gépjárműveknél figyelembe vett későbbi menetteljesítmény-csökkenés felvételét a magasabb ellátottsági szint következtében várhatóan fellépő kisebb mértékű kihasználás indokolja.

E menetteljesítmények — a magán személygépkocsik kivételével — 1963-ban a tényleges járműfutásnak megfelelő számadatokat tartalmazzák. A magán személygépkocsik menetteljesítménye rendkívül kevés adatból került meghatározásra, tekintve, hogy abban az időben még nem álltak rendelkezésre az 1963. évi országos közúti forgalomszámlálás járműfutással kapcsolatos kiértékelései, melyek szerint a magán személygépkocsik éves összteljesítménye kereken 12 000 km-nek adódott.

Figyelembe véve azt a körülményt, hogy a telítettség közelében a forgalmi teljesítmények zömét a magán személygépkocsik szolgáltatják, indokoltnak látszott a menetteljesítmény helyesbítése és ezáltal új forgalomfejlődési szorzók kidolgozása. Ezek meghatározásához az UKI a *3. táblázat* szerinti menetteljesítményeket alkalmazta.

2. táblázat

Éves menetteljesítmények

Járműfajta	1963 évben	Az országos gépjármű-telítettség idején
	ezer km-ben	
Állami személygépkocsi	33,0	30,0
Magán személygépkocsi	10,0	13,0
Motorkerékpár	6,0	6,0
Autóbusz	50,0	40,0
Tehergépjármű	25,0	21,0

3. táblázat

Helyesbített éves menetteljesítmények

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

forgalomfejlődési szorzói *1. táblázat*

Motorkerékpár				Autóbusz				Tehergépkocsi			
fejlődési viszonyszámok											
1963	1980	2000	2040	1963	1980	2000	2040	1963	1980	2000	2040
1,0	1,7	1,0	0,9	1,0	2,1	2,5	2,8	1,0	2,7	5,5	9,5
1,0	1,7	1,0	0,9	1,0	2,1	2,5	2,8	1,0	3,3	6,5	11,0
1,0	1,7	1,0	0,9	1,0	2,1	2,5	2,8	1,0	2,7	5,5	9,5
1,0	1,7	1,0	0,9	1,0	2,1	2,5	2,8	1,0	3,0	6,0	10,5
1,0	1,7	1,0	0,9	1,0	2,1	2,5	2,8	1,0	3,0	6,0	10,5
1,0	1,7	1,0	0,9	1,0	2,1	2,5	2,8	1,0	3,5	7,0	12,0

került. A zárójeles értékek a régi menetteljesítményekhez tartozó szorzókat tartalmazzák.

Ennek alapján az új menetteljesítmények figyelembevételével számított átlagos napi forgalom (ÁNF) a telítettség idején mintegy 14—15%-kal csökkenthető.

ÖSSZEFOGLALÁS

A személygépkocsi forgalomfejlődési szorzóinak átértékelését a kellő megbízhatósággal meghatározott jelenlegi éves menetteljesítmény ismerete tette szükségessé. Ennek alapján az országos gépjárműtelítettség idején várható forgalom az 1963 évben kidolgozott fejlődési szorzókkal meghatározott terheléshez képest mintegy 15%-kal csökkenthető. Ha az így nyert forgalom az országos közutak településekben fekvő szakaszaira levezetett korrekciós tényező figyelembevételével újból megállapításra kerül, a telítettség idejére várható terhelés a városok átkeléseiben mintegy 30% körüli értékkel lesz kisebb. Ez a tény különösen olyan településeknél jelentős, ahol a kialakult történelmi városszerkezetben történő területbiztosítás rendkívüli nehézségekbe ütközik.

LAPUNK PÉLDÁNYONKÉNT MEGVÁSÁROLHATÓ:

V., VÁCI UTCA 10.

V., BAJCSY-ZSILINSZKY ÚT 76. SZÁM ALATTI

HÍRLAPBOLTOKBAN

A Buchanan jelentés gyakorlati vizsgálatai a városi forgalom megjavítására

LEHOTZKY KÁLMÁN

A távlati városi forgalommal kapcsolatos kérdések megoldási lehetőségeivel foglalkozó és a brit Közlekedési Minisztérium által irányelvként elfogadott ún. „*Buchanan jelentés*" (Traffic in Town) sok, hazánkban is érvényesnek tekinthető elvi megállapítását nemrégiben ismertettük.* Most a tanulmány azon *kísérleti tervezéseivel* kívánunk foglalkozni, amelyek az elméleti alapok gyakorlati alkalmazását példázzák és bemutatják a használható tervezési módszert.

A tanulmány készítői négy különböző nagyságú és típusú városra vonatkozóan végeztek kísérleti tervezést. Ezek: *Newbury* (30 000 l.) kis piaci város, *Leeds* (511 000 l.) ipari nagyváros, *Norwich* (160 000 l.) történelmi multú középnagy város és *London* egy West End-i körzete, világvárosi problémákkal.

Ezek a tervezések nem tekinthetők kivitelezésre szánt munkáknak, miután — a tanulmány jellegéből folyólag — a tervezéshez csak korlátolt terjedelmű új vizsgálatokat végezhettek és túlnyomórészt a rendelkezésre álló adatokat kellett felhasználni. Az elért eredmények azonban így is gyakorlati jellegűek és figyelembevételük hazai városi közlekedéstervezéseinkben igen hasznos lenne. A következőkben e tervezések legfontosabb eredményeit foglaljuk össze.

Newbury

A város Londontól nyugatra fekszik és a 30 000 városi lakos mellett kb. ugyanennyi regionális lakosságnak is kereskedelmi és kulturális központja.

A tervezés során a várost környezeti területekre (körzetekre) osztották fel és mindegyik körzetben megállapították a munkahelyek és a munkavállalók számát mind a jelenre, mind a tervezési távlatra (2010). Ezután a forgalmi tervezéseknél szokásos módszerrel kiszámították a munkahelyi és egyéb célú utazásokat, majd az utak csúcsóra terhelését, a parkolási szükségletet stb. Az úthálózat vizsgálata azt mutatta, hogy az a távlati forgalomnak messzemenően nem felel meg. Ezért a belterületet elkerülő, fokozatosan kiépíthető fő- és helyi elosztó utakból álló elsőrendű hálózatot terveztek, amely egyelőre az átmenő forgalmat is levezeti. Ez később a távolsági utaknak a távlatban kiépítendő elkerülő szakaszain bonyolódik majd le.

A városközponthoz kapcsolódó és az elsőrendű elosztóhálózattal le nem vezethető, visszamaradó belső forgalom még mindig olyan nagy, amely *jelentős átépítéseket kíván meg a belvárosban.* Erre — a személygépkocsi-használat nagyobb vagy kisebb korlátozását feltételezve — három megoldást mutattak be: egy minimális, egy részleges és egy teljes átépítést igénylőt. Nagy gondot fordítottak a környezeti területek színvonalának megtartására, sőt javítására. Az előrebecslés szerint a hivatási forgalomban a gépkocsik használata a háromszorosára emelkedik, bár az összes munkábajárók száma csak 28%-kal nő. A távlati 400 szgk/1000 lakos ellátottságnál (1962-ben 150 szgk/1000 lakos) parkolási célokra 4—5000 álláshelyre volna szükség.

A minimális átépítésnél az átalakítás lényege, hogy a fő üzleti utcát gyalogos utcává alakítják, az üzletek hátsó oldali kiszolgálásával. *A részleges átépítésnél* az üzleti negyednek a várost átszelő folyótól délre eltérülő részét újjáépítik és az üzleti negyed mindkét oldalán többemeletes parkolóházakat létesítenek. *A teljes átépítés* esetén csak az üzleti negyed folyótól északra eső részének déli vége és a folyótól délre fekvő katedrális maradna meg. Az üzleti negyednek a folyótól északra eső területén egyébként a földszintet az áruszállító forgalom és a parkolás céljaira tartanák fenn, az üzletek és lakások gyalogos megközelítése az új, felsőbb szintről történnék. Az üzleti negyed folyótól délre eső részében az áruforgalmat és parkolást fele részben a föld alá helyeznék.

A tanulmányban azt az esetet is megvizsgálták, amikor a belváros költséges átépítése — fedezet híján — nem történnék meg. Ekkor a forgalmat kellene az úthálózat teljesítőképességének megfelelően korlátozni. A korlátozás módjára vonatkozóan nem tesznek javaslatot, de megállapítják, hogy az úthálózat a várható forgalomnövekedésnek csak mintegy 60%-át képes levezetni. Ebben az esetben csak 2000 parkolóhelyre volna szükség, de módot kellene találni a tömegközlekedési eszközök nagyobb arányú igénybevételének elérésére. Rámutatnak arra is, hogy a gépkocsihasználatnak ilyen mérvű korlátozása — tekintetbevéve a jelentős regióbeli lakosságot is — rendkívüli nehézségekbe ütközne és megvalósítási lehetősége is kétséges, nem beszélve az így okozott súlyos gazdasági károkról.

Minthogy hazánkban a városrendezési és közlekedéstervezési problémáknál nagyrészt hasonló nagyságrendű városokról van szó, érdeklődésre tarthatnak számot az e tervezésből levonható *végkövetkeztetések:*

1. Egy 30 000 fős belső és hasonló nagyságrendű környéki lakossággal rendelkező városnál mindenképpen el kell érni, hogy a lakosok gépjárműveiket minden elképzelhető módon használhassák.

2. Ez azonban olyan nagymérvű és költséges átépítéseket igényel, amilyenekkel ilyen nagyságrendű városoknál ezideig nem számoltak.

3. Két lehetőség van: vagy végrehajtják az átépítést vagy korlátozzák a gépkocsik használatát. Kérdés azonban, hogy a beszerzésüket is lehet-e korlátozni?

4. A jövő legnagyobb veszélye valamilyen középút keresésének kísérletében rejlik: a forgalom fejlődését kis javításokkal kívánják kiegyensúlyozni. Az eredmény minden szempontból a leg-

* *Lehotzky Kálmán:* Új utak a városi közlekedés tervezésében, Közlekedéstudományi Szemle, 1968. évi 2. sz.

rosszabb: a forgalmi viszonyok mind elviselhetetlenebbé válnak, a „környezet" pedig tönkremegy.

5. Az egyéni gépjárművek szaporodásával a tömegközlekedési eszközök mind gazdaságtalanabbá válnak. Ezek azonban nem nélkülözhetők, márcsak a gyerekek, öregek és betegek közlekedési lehetőségére tekintettel sem.

6. Hasonló esetekben az elsőrendű elosztóhálózat fokozatos kiépítése a leggazdaságosabb és legelőnyösebb eljárás, amely az első időkben az átmenő forgalmat is levezeti, mindaddig, amíg a távolsági utak elkerülő szakaszai ki nem épülnek. Így a városnak „jó vázat" létesíthetnek, amelyre a jövőben építhetnek és a „jó környezetet" is biztosítják.

Leeds

Az itt végzett vizsgálatoknak — minthogy hazánkban ilyen nagyságrendű (511 000 l.) város jelenleg nincsen — csak a *végeredményét* foglaljuk össze:

A kísérleti tervezés tapasztalatai alapján megállapítható, hogy a távlati gépjárműforgalom várható mértékét még az ilyen nagyvárosnál is meg lehet becsülni, megfelelő analízis segítségével. Az ilyen nagyvárosnak azonban a teljes gépkocsiellátottság feltételezése mellett, a gépjárművek korlátozás nélküli használatára való átalakítása — már csak az óriási anyagi áldozatok miatt is — aligha képzelhető el. Így a hivatási forgalom bizonyos korlátozása nem kerülhető el, ami a tömegközlekedés megjavítását és fejlesztését kívánja meg. De a korlátozások mellett még megmaradó forgalom olyan nagymérvű, ami a belvárosban súlyos és költséges átépítéseket kíván meg. Átalakítások szükségesek a város egyéb területein is, a kielégítő hozzáférés és a jó környezet biztosítására.

Norwich

Norwichnál a régi, történelmi központokkal rendelkező városok egyikéről van szó, ahol a belvárosban a legfontosabb foglalkozási ágak is helyetfoglalnak. Bár e város nagyságrendje (160 000 l.) meghaladja hazai ilyen városainkét, a kísérleti tervezés tanúságai jól felhasználhatók.

Ilyen városban az utak szélesítése vagy a nagyobbszabású átépítés a történelmi táj feltétlen megóvása érdekében nem vehető számításba. Így a városközpontba a jövőben naponta várhatólag behajtani kívánó 76 000 gépkocsi részére szükséges mintegy 25 000 leállóhely létesítésére gondolni sem lehet. Ezért csak korlátozásokról lehet szó.

A probléma ezzel *a történelmi városrész környékén végrehajtandó forgalomszabályozási feladattá* vált. Erre vonatkozóan az alábbiakat javasolják:

1. a belvárosba behajtható járművek számát, típusát és sebességét a környezeti normáknak megfelelően kell megszabni,

2. a régi városrész lényeges — nélkülözhetetlen — forgalmát lehetővé kell tenni,

3. csak gyalogos utakat kell létesíteni,

4. az átmenő forgalmat meg kell akadályozni,

5. a belső forgalmat úgy kell kialakítani, hogy keresztező utazások ne forduljanak elő,

6. a területfelhasználás módosítására irányuló kívánságokat a forgalomkeltő létesítmények csökkentése érdekében korlátozni kell,

7. egyes körzeteket vissza kell alakítani lakókörzetekké,

8. egyes épületeknek ipari vagy kézműipari célra való átalakítását meg kell akadályozni, végül

9. megfelelő intézkedéseket kell tenni a parkolással kapcsolatban.

A régi belváros forgalmának korlátozása lehetséges, ha azt olyan körzetekre osztjuk fel, amelyek csak a belváros körül létesítendő, az elsőrendű elosztó út szerepét betöltő útgyűrűről közelíthetők meg és a körzeteknek egymással nincsen kapcsolatuk. A beengedhető forgalom részére — a többi bejárás szabályos elzárásával — „kapukat" kell hagyni. Az elzárt bejáratokat — szükség esetén — az autóbusz forgalom részére meg lehet nyitni.

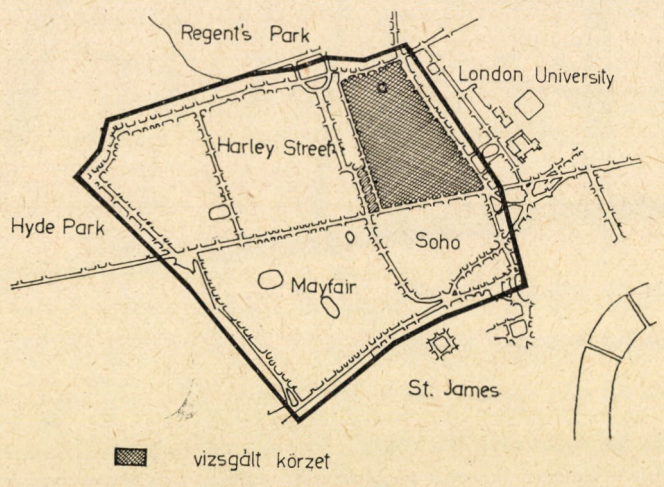
Londoni városnegyed

A legnehezebb problémát London egy *West-Endben* fekvő területrészének vizsgálata tárta fel. Ez talán a legjobban mutatja a megoldandó feladatok összetettségét, nehézségeit és a legtöbb tanúságot is tartalmazza. Ezért kissé részletesebben foglalkozunk vele.

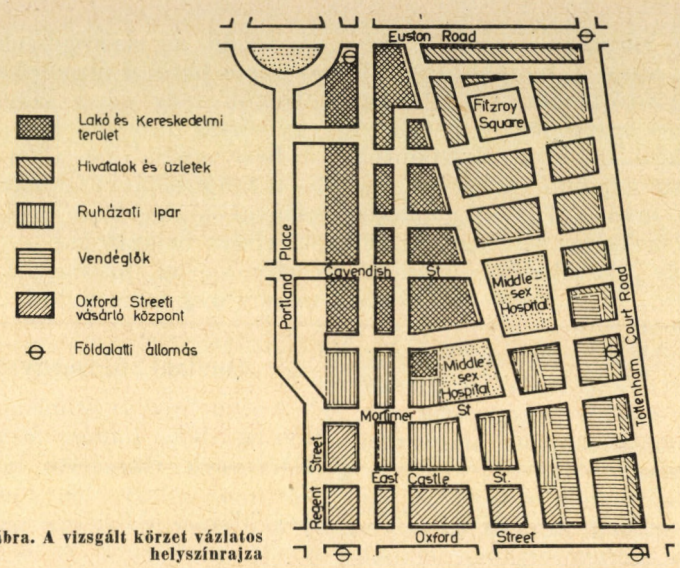
A vizsgált területrész a jelentős üzleti utcával, az *Oxford Street*tel határos és attól északra terül el *(1. ábra)*. Trapéz alakú, közepes hossza 975 m, közepes szélessége 610 m, területe kereken 60 há *(2. ábra)*. E területen 8000 ember lakik és 50 000 dolgozik. Jelenlegi úthálózatát és az utak szerepét a *3. ábra* szemlélteti.

A területen sok az üzlet, raktár és — főképpen — ipari létesítmény, valamint vendéglátó üzem. Egy kórház is jelentős helyet vesz igénybe. A körülvevő utakon autóbuszvonalak haladnak és 5 földalatti vasúti megálló is van: mindegyik sarkon egy és a keleti oldal közepén egy.

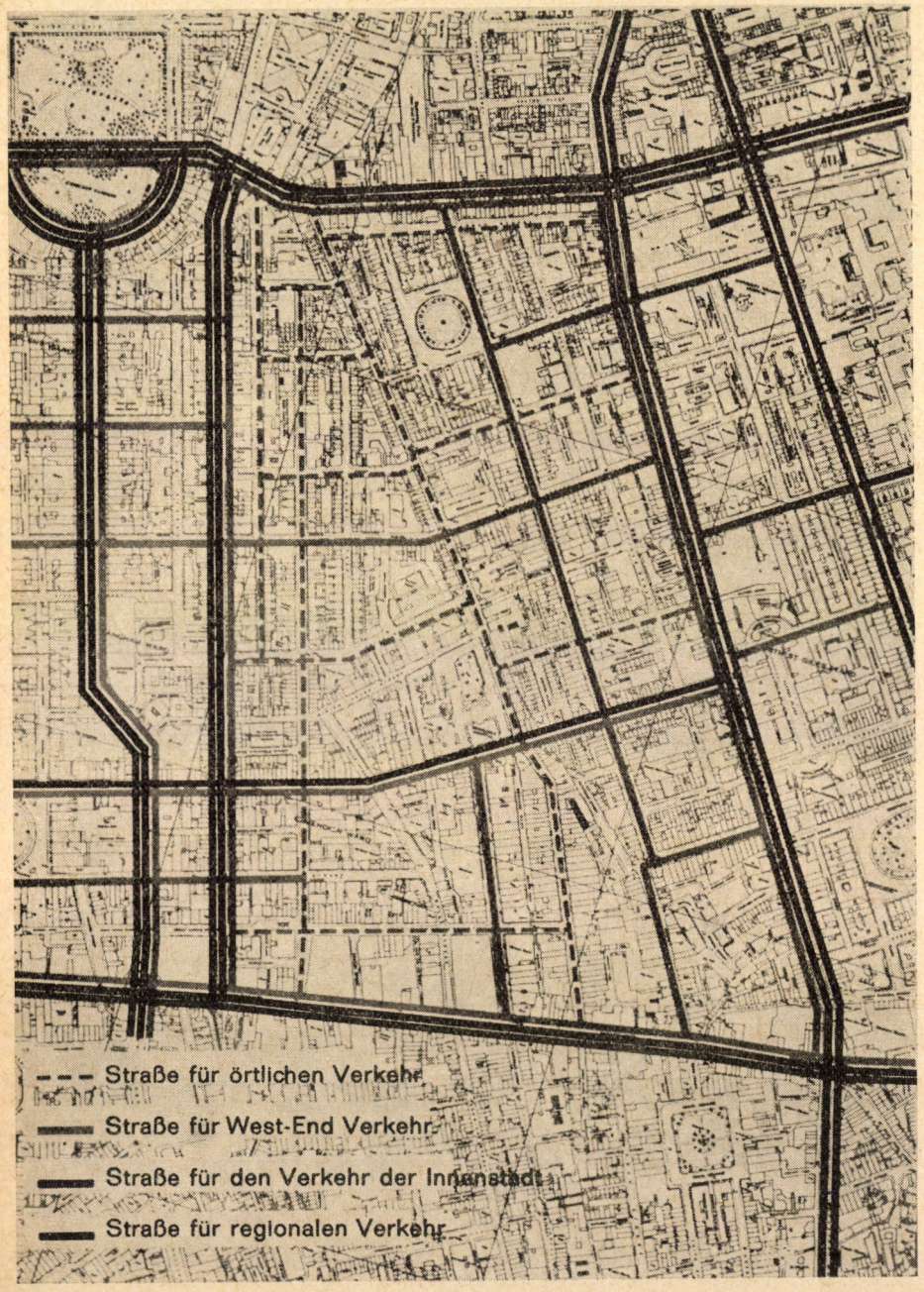
E terület vizsgálatánál célul tűzték ki feltárni azt, vajon az épületek elhelyezésében és kialakításában vannak-e olyan nehézségek, amelyek határt szabnak a



1. ábra. A vizsgált körzet fekvése a londoni West-End-ben



2. ábra. A vizsgált körzet vázlatos helyszínrajza



bebocsátható forgalmi mennyiségnek, valamint meghatározni azt, hogy a különböző mérvű átépítésekkel milyen előnyök érhetők el. Azt remélték, hogy az e vizsgálatok eredményéből levont tanulságokat alkalmazni lehet az ilyen körzetek csoportjára és végső soron egy nagyvárosra.

A fennálló *nehézségek* fő okai a következőkben jelölhetők meg:

1. a szűk utcákból álló, gyakori keresztezésekkel rendelkező, rossz szerkezetű úthálózat,

2. az utak egyidejű felhasználása a folyamatos forgalom levezetésére, az épületek kiszolgálására, a parkolásra és a rakodásra,

3. ki nem elégítő berendezések a parkolásra és nem megfelelő berendezések a rakodásra,

4. az átmenő forgalom okozta zsúfoltság, amely — a becslések szerint — a csúcsórai forgalom egyharmadát teszi ki.

Jelenleg a forgalom javítására egyirányú útrendszert és parkolási korlátozásokat, illetve parkolásmérőket vezettek be. Mintegy 750 parkolásmérő, valamint 1340 hatósági és 160 magán úton kívüli parkolóhely van, összesen 2250 álláshellyel. Ezeken csak az itt dolgozók 4%-a képes parkolni. Egy forgalmas napon becslés szerint 115 000 vásárló lép a területre. A nélkülözhetetlen forgalom járművei azonban annyira igénybeveszik a parkolóhelyeket, hogy legfeljebb a vásárlók 2%-a jöhet gépkocsival, kocsinként 1,5 személyt és álláshelyenként 3,5 fordulót számítva.

A forgalom és a környezet közötti összeütközés ott tapasztalható, ahol a gyalogos mozgások a legélénkebbek, így pl. az Oxford Streeten, avagy ahol a nagy forgalmi áramlás kettévágja a területet vagy megszakítja az autóbusz megállókhoz, illetve földalatti állomásokhoz vezető gyalogútvonalakat. A zaj különösen a kórház körül zavaró.

Először azt a lehetőséget vizsgálták meg, amikor minden lakos, dolgozó és bevásárló saját gépkocsija használatát választja. Eh-

3. ábra. A vizsgált körzet jelenlegi úthálózata az utak használati célja szerint. Jelzések: szaggatott vonal = helyi forgalmi út, egy teljes vonal = a West-End-i forgalom útjai, két teljes vonal = a West-End-i és a belvárosi forgalom útjai, három teljes vonal = a West-End-i, a belvárosi és a regionális forgalom útjai. Ezen felül az összes utak az épületeket is kiszolgálják

hez hozzászámítva a „szükséges" ipari és kereskedelmi forgalmat, a vizsgált terület forgalomkeltése a csúcsidőszakban 40 000 szgke/ó volna és mintegy 60 000 parkolóhelyre volna igény. A gépkocsik jó hozzáférésének biztosítására hat belső elosztóútra volna szükség, háromszintű elrendezéssel és autópályaszerű kiképzéssel, mindegyik irányban 5 forgalmi sávval. Ennek megfelelően kellene kiépíteni egész London elsőrendű hálózatát is. Nyilvánvaló, hogy ilyen méretű és bonyolult úthálózat létesítése a lehetőségeket messze meghaladja. Ebből azt a következtetést kell levonni, hogy a tervezésnél figyelembevehető forgalmi mennyiséget nem a terület forgalomkeltő képessége alapján kell meghatározni, hanem az a kiszolgáló úthálózat teljesítőképességétől függ.

A további vizsgálatoknál a körzetnek London egészéhez viszonyított helyzete alapján azt tételezték fel, hogy az egész város autópályaszerűen kiépítendő elsődleges elosztóhálózatának átmenő forgalmat lebonyolító útvonalai a vizsgált körzet határán haladnak.

A *városi főelosztóhálózat* rácsoldalhosszúságára vizsgálatot végeztek annak feltételezésével, hogy a csomópontok, illetve útbecsatlakozások minimális távolsága 450 méter és egy kétsávú csatlakozásnál maximálisan 300 szgke/ó forgalom van. Négy különböző oldalhosszúságú hálózatot vizsgáltak meg annak megállapítására, hogy melyik képes a közbezárt területről a legnagyobb forgalmi mennyiség levezetésére az elosztóhálózat túlterhelése nélkül, és hogy voltaképpen mennyi is az a forgalom, amellyel így a belső úthálózat tervezésénél számolni lehet. Minél kisebb a rácsoldalhossz, annál inkább veszi igénybe a helyi forgalom, ami teljesítőképessége rovására megy. A vizsgálat eredményét az *1. táblázat* tartalmazza. A legkisebb rácsozás a vizsgált terület nagyságának felel meg.

A táblázatból kivehetőleg a legnagyobb forgalmi mennyiséget az 1350 m oldalhosszúságú rácsozat (C eset) képes levezetni, miért is a további vizsgálatoknál ilyen oldalhosszúságú főelosztóhálózati rácsozást tételeztek fel. A forgalmi mennyiséget a rácsterület és a vizsgált terület arányának megfelelően becsülték.

Az átépítési változatok

Annak szemléltetésére, hogy az átépítés mértéke és az úthálózat szerkezete mennyire befolyásolja a megközelíthetőséget és a környezeti szintet, továbbá az úthálózat és az átépített terület kapacitásai közötti kacsolat megvizsgálására három alternatív megoldás készült: 1. teljes, 2. részleges és 3. minimális átépítést igénylő. Foglalkoztak ezenkívül a jelenlegi gyakorlat folytatásának, a részenkénti átépítésnek a következményeivel is. E megoldások nem városrendezési célra készültek, csupán a használt módszert kívánták bemutatni és az eredményekből a további kutatásokra következtetéseket levonni.

1. Teljes átépítés (4. ábra)

Először a várható parkolási igényeket és forgalmi mennyiségeket becsülték meg. Figyelembevették a földalatti vasút, a távolsági és a helyi autóbuszok által előreláthatólag levezethető forgalmi mennyiséget is. Az ezen felüli igényből elsősorban a „szükséges" forgalmat kívánták kielégíteni, a bevásárló forgalomból 20% kielégítését irányozták elő személygépkocsival. Ezek számításbevételével a hivatási forgalomból is mintegy 20% lenne személygépkocsival lebonyolítható. A szükséges és a beengedett bevásárló forgalom az összes parkolóhelyek felét veszi igénybe. Az eredményeket a *2. táblázat* tartalmazza.

Ennél a változatnál belső elosztóhálózatként hatszögletű, egyirányú útrendszert alkalmaztak, amely a háromágú és szabályozás nélkül is teljesítőképes csomópontjai miatt előnyös. Ez az elosztóhálózat illeszkedik be az egész London területére elképzelt, előbb vázolt autópályaszerű főelosztóhálózatba.

A jelenlegi területhasználati módokat (kórház, Oxford streeti bevásárló környék, ipari létesítmények, lakások stb.) megtartanák ugyan, de átcsoportosítva. Nagy parkolóházak létesítését nem tartják célszerűnek, mert az itt parkoló gépkocsik a csúcsórákban túlterhelnék a belső elosztóhálózatot és egyébként sem alkalmasak a rövid idejű parkolásra. Ezért a parkolóhelyeket az egész területen szétosztották.

1. táblázat

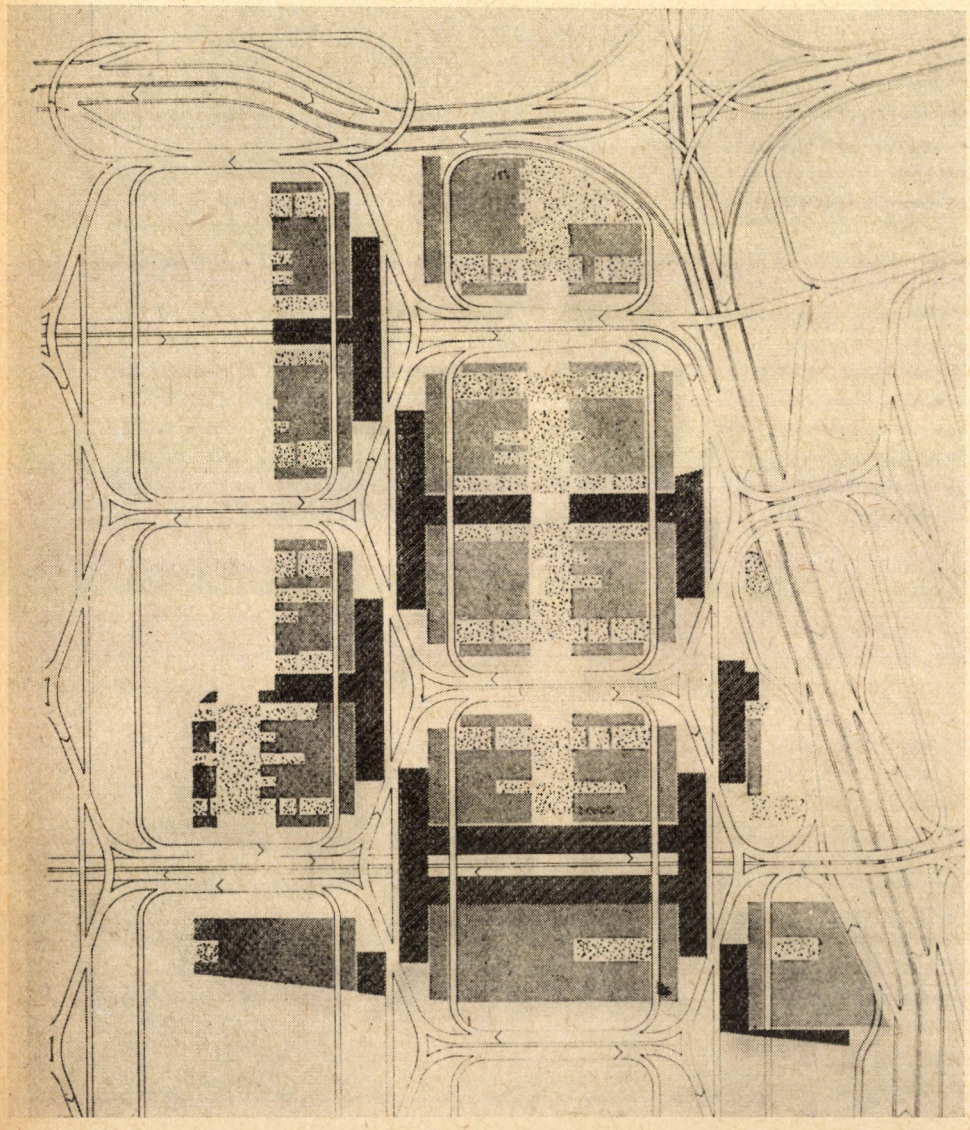
A négyféle rácsoldalhosszúságú úthálózat kapacitása és a maximálisan megengedhető forgalmi mennyiség

	A	B	C	D
1. Rácsoldal (m)	900×645	900×900	1350×1350	1800×1800
2. Közrefogott terület (ha)	60	81	147	336
3. A feljárók száma	2	4	8	12
4. A legnagyobb felhajtó kapacitás (szgke/ó)	6000	12 000	24 000	36 000
5. További területen belüli forgalom (szgke/ó)	1200	4 700	14 000	24 000
6. A rácsonbelüli terület megengedhető legnagyobb forgalmi mennyisége (szgke/ó)	7200	16 700	38 000	60 000
7. A vizsgált terület a rácsonbelüli terület százalékában	100	71	32	17
8. A vizsgált terület legnagyobb megengedhető forgalmi mennyisége	7200	11 850	12 200	10 200

A parkolóállások száma és a forgalmi mennyiség teljes átépítés esetén 2. táblázat

Forgalomkeltő	Járműfajta	A szükséges parkoló állások száma	Az állások fajtája	Forgalmi mennyiség szkge-ben	
				esti forgalmi csúcsóra	napi teljes mennyiség
Ipar Kereskedelem Kézműipar	szgk szállító kocsi tgk	2000 3700	rövid idejű parkolás, rakodóhely v. megálló zóna	3 800	48 000
Üzletek	szgk	4400	rövid idejű parkolás	2 200	15 500
Munkahelyek	szgk	7500	hosszú idejű parkolás	5 000	7 500
Lakások*	szgk	5000	magángarázsok és álláshelyek	felderítetlen	12 000
Egyéb	szgk	1000	rövid és közepes idejű parkolás	750	8 000
Tömegközlekedési eszközök	autóbusz	20	megállóhelyek	450	4 000
			Összes forgalmi mennyiség:	12 200	95 000

* 3000 lakással számolnak 7000 állandó lakossal. Ezek közül 1000-nek 2 álláshely, 2000-nek 1,5 álláshely jut.



Az utak különböző szinteken vezetnek. Az autópályaszerű főelosztók bevágásban fekszenek, a belső egyirányú elosztó utak a terepszinten haladnak. Az efölött létesített új „alapszinten" mozognak a gyalogosok. Innen van az üzletek és egyéb épületek bejárata is. E „felső alapszint" közlekedésre nem használt részein tágas nyílások vannak, amelyek fényt és levegőt bocsátanak az alsóbb szintre. E két szint között sok helyen van gyalogos összeköttetés. Az épületek járművek általi kiszolgálása az alsó szinten történik. Itt vannak az autóbusz-megállók is. A parkolóhelyeket az alapszinten és alatta képezték ki.

A kísérleti tervezésből azt a tanúságot vonták le, hogy még teljes átépítéssel sem tudnak olyan úthálózatról gondoskodni, amely képes volna a vizsgált területet és közvetlen környékét bizonyos szigorúan megszabott forgalmi mennyiségen felül kiszolgálni. A kidolgozott példa azonban megmutatja, hogy miképpen lehetne egy beépített, sűrűn lakott területet érdekes, életképes és virágzó környezeti

4. ábra. A körzet teljes átépítése esetén a földszinti hatszögletű belső elosztó úthálózatnak, a parkolóhelyeknek, valamint a kiszolgáló és ellátó területeknek helyszínrajza. Jelzések: sötéten vonalkázott terület = parkolóhely hosszú parkolásra, világosan vonalkázott terület = hozzájáró út, rakodóhely, parkolóhely rövid parkolásra. Az épületek megközelítése gyalogosan az e szint feletti, újonnan létesített alapszinten történik

A parkolóhelyek száma és a forgalmi mennyiség részleges átépítés esetén *3. táblázat*

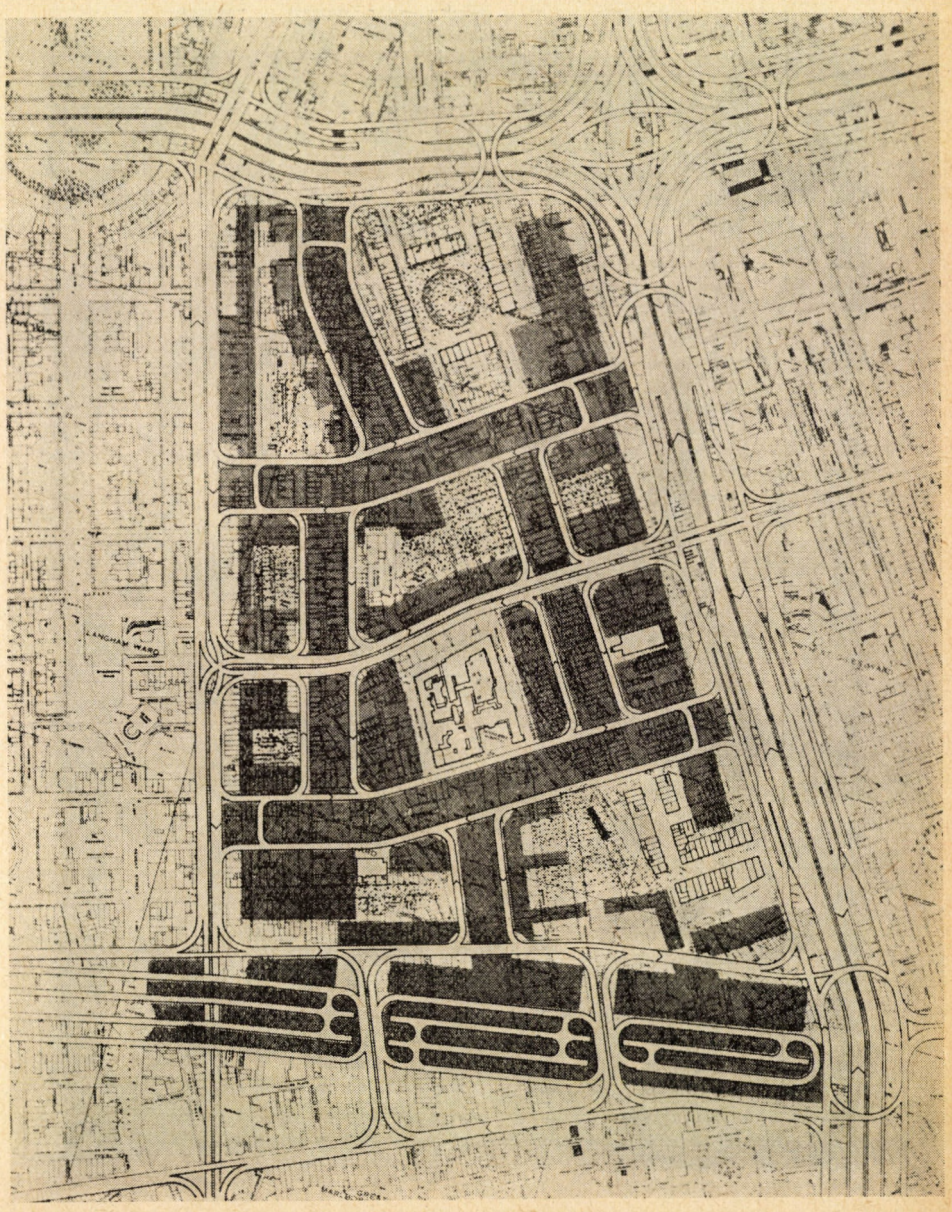
Forgalomkeltő	Járműfajta	A szükséges parkoló állások száma	Az állások fajtája	Forgalmi mennyiség szgke-ben	
				esti forgalmi csúcsóra	napi teljes mennyiség
Ipar Kereskedelem Kézműipar	szgk szállító kocsi tgk	2000 3700	rövid idejű parkolás, rakodóhely v. megálló zóna	3 800	48 000
Üzletek	szgk	3000	rövid idejű parkolás	1 500	10 700
Munkahelyek	szgk	5400	hosszú idejű parkolás	3 600	5 400
Lakások	szgk	5000	magángarázsok és leállóhelyek	felderítetlen	12 000
Egyéb	szgk	900	rövid és közepes idejű parkolás	700	7 000
Tömegközlekedési eszközök	autóbusz	20	megállóhelyek	600	4 500
			Összes forgalmi mennyiség:	10 200	87 600

területté átalakítani úgy, hogy emellett a gépkocsi használatának számos előnye is érvényesülhessen. Ez azonban a várostervezés és közlekedéstervezés tejesen új szemléleti módját és szintézisét kívánja meg. Ezt a tanulmány „közlekedésépítészet"-nek (Traffic-Architecture) nevezi.

2. Részleges átépítés (5. ábra)

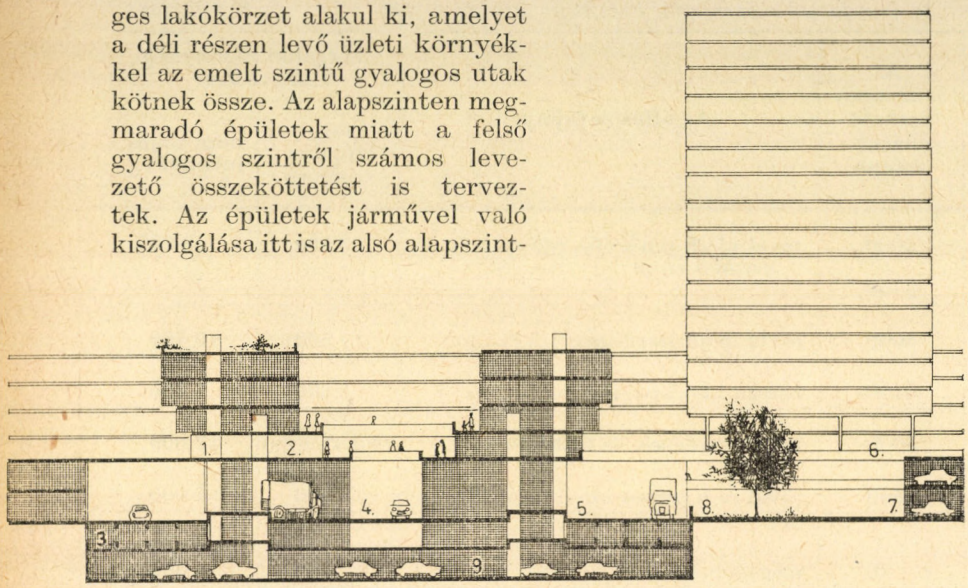
Ennek tervezésénél további korlátozásokat vezettek be. Egyes történelmi és építészeti értékű épületeket (templom, kórház, színház stb.) eredeti helyükön megtartanak és az átépítést fejlesztési ütemekre oszthatóan tervezték meg. A megengedhető forgalmat is csökkentették: mind a bevásárlóknak, mind a munkábajáróknak csak 15—15%-a használhatja gépkocsiját a „szükséges" forgalmon felül. Az ilyen alapon felmerülő parkolási igényeket és forgalmi mennyiségeket a *3. táblázat* tartalmazza.

A gyalogosok részére egy második alapszint létesítését ebben az esetben is szükségesnek tartották. A területfelhasználás — a megmaradó épületek adta kényszerítő módosítások mellett — nagyjából az előbbivel azonos. Így a terület északi részén egysé-



5. ábra. A körzet részleges átépítése esetén a földszinti berendezések helyszínrajza a különböző elosztó utakkal, parkolóhelyekkel, valamint kiszolgáló és ellátó területekkel. Jelzések: sötét terület = hozzájáró út, parkoló terület, rakodó terület; világos terület = nyílt tér

ges lakókörzet alakul ki, amelyet a déli részen levő üzleti környékkel az emelt szintű gyalogos utak kötnek össze. Az alapszinten megmaradó épületek miatt a felső gyalogos szintről számos levezető összeköttetést is terveztek. Az épületek járművel való kiszolgálása itt is az alsó alapszintről történik. Ezen és ez alatt helyezik el a parkolóhelyeket is.



6. ábra. Részleges átépítés esetén metszet egy helyi bevásárló gyalogos úton keresztül

A kötöttségek miatt belső elosztó úthálózatul hatszögletű helyett négyszögletűt választottak, fényjelzéssel szabályozott csomópontokkal. A főhálózati utak — ugyanúgy, mint előbb — 6,5 m-rel az alsó alpszint alatt vezetnek. Az elképzelésekről a *6.* és a *7. ábrák* adnak képet.

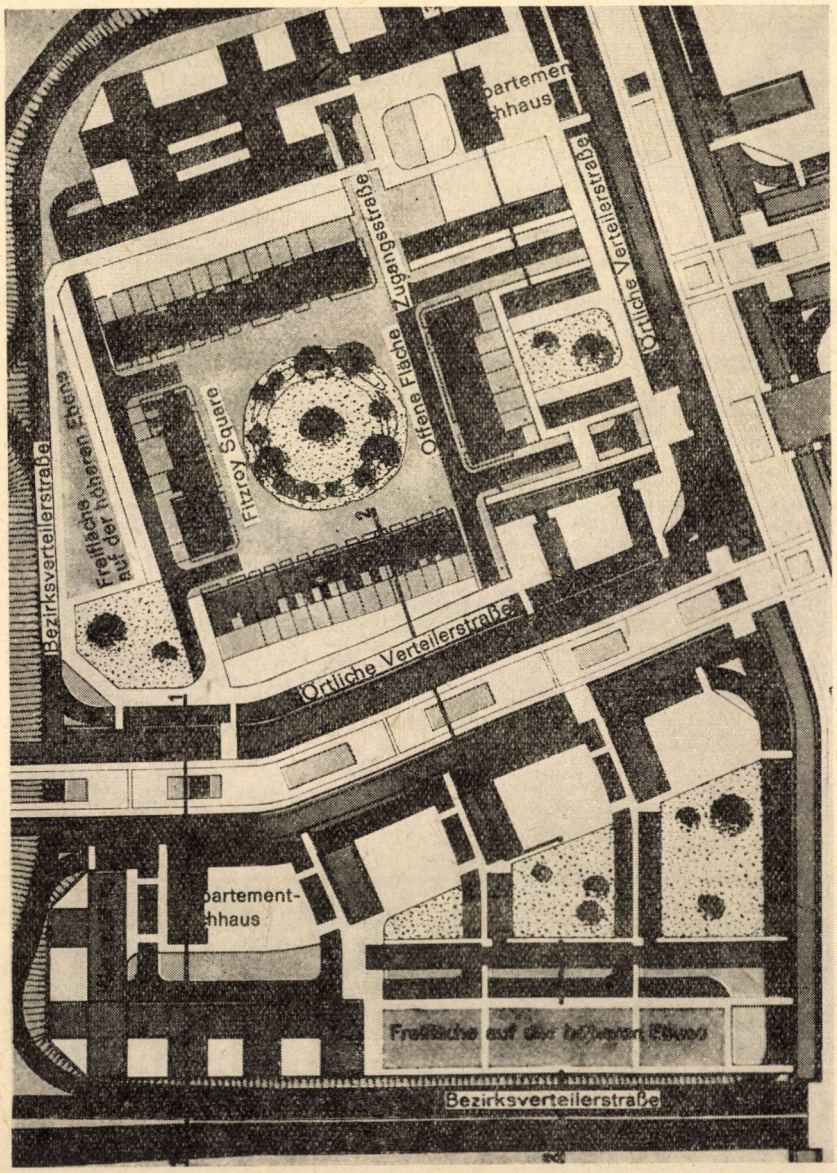
Az átépítési szükségleteket három nagyobb csoportra és ezeken belül 13 kisebb lépcsőre osztották, amelyek fokozatosan, egymástól függetlenül is megvalósíthatók. Mindenesetre a gazdaságosság és a zavaró átmeneti állapotok elkerülése minél nagyobb komplexum egyidejű megvalósítását kívánja meg.

Minimális átépítés (8. ábra)

Az átmenő forgalom elterelését ebben az esetben is számításba vették. A vizsgált terület keleti és északi oldalán elhúzódó utakat (Euston Road és Tottenham Court Road) osztatlan pályájú, hat forgalmi sávú elsőrendű elosztó utaknak képzelték el. A csomópontok különböző megoldásúak, egyesek kétszintűek. Ez egyébként a mai gyakorlat is, amikor nagytávlatú tervek nélkül, egymással össze nem függő javításokat végeznek. Az egész vizsgált területen hat „környezeti területet" lehet kijelölni. A helyi elosztó utak 12 fényjelzővel szabályozott csomóponttal kapcsolódnak a fő elosztó hálózatra.

A számítás szerint — amennyiben az elosztó utak forgalmi sávonkénti kapacitása 500 szgke/ó értékű — a megengedhető maximális forgalomkeltés 3400 szgke/ó. A „szükséges" forgalom jelenlegi csúcsértéke 1000 jármű/órára becsülhető. Ez a mintegy 13 500 napi „szükséges" utazásnak 8 százaléka. Ezek egyharmad része személygépkocsi utazás, amelyek részére 750 parkolóhely szükséges.

Ez az igény elméletileg kielégíthető a meglevő 1300 útonkívüli parkolóállással, bár ezek egy



7. ábra. Részleges átépítés esetén a Fritzroy Square és környékének kialakítása. (Bezirksverteilerstrasse = körzeti elosztó út — Werkstätten = műhelyek — Freiflächen auf der höheren Ebene = nyílt területek a felső alapszinten — Örtliche Geschäfte = helyi üzletek — Appartement-Hochhaus = torony lakóház — Örtliche Verteilerstrasse = helyi elosztó út — Offene Fläche = nyílt terek — Zugangsstrasse = hozzájáró út)

része kedvezőtlen helyen fekszik. A meglevőkhöz még mintegy 1700 álláshely létesíthető. Az ilymódon rendelkezésre álló 3000 álláshelyen a „tetszésszerinti" forgalomnak is 2250 járműve parkolhatna. Ez lehetővé tenné a területre irányuló hivatási és vásárló forgalom résztvevői mintegy 5 százalékának a gépkocsi használatát.

A „szükséges" forgalom becsült távlati csúcsóra értéke 3800 szgke. Mivel a tervszerinti úthálózat teljesítőképessége csak 3400 szgke/ó, ez nem teszi lehetővé a „szükséges" forgalom csúcsértékének levezetését sem, vagyis még azt is korlátozni kellene. Ha tehát az ipari és kereskedelmi forgalmat nem korlátoznák lényegesen, a „tetszésszerinti" forgalom részére egyáltalában nem maradna forgalmi tér. A parkolóhelyek szaporítása így csak átmeneti enyhülést hozna.

Ez a vizsgálat azt mutatja, hogy a *minimális* átalakítás bizonyos szempontból megtévesztő elgondolás. Még ennél a fölöttébb szerény tervnél is jelentős átépítésekre volna szükség, hogy megfelelő környezetet hozzanak létre és az ipari, valamint kereskedelmi létesítmények életképességét biztosíthassák. A személygépkocsik használatát azonban már kezdettől fogva erősen korlátozni kell és ezt a korlátozást idővel állandóan fokozni kell majd.

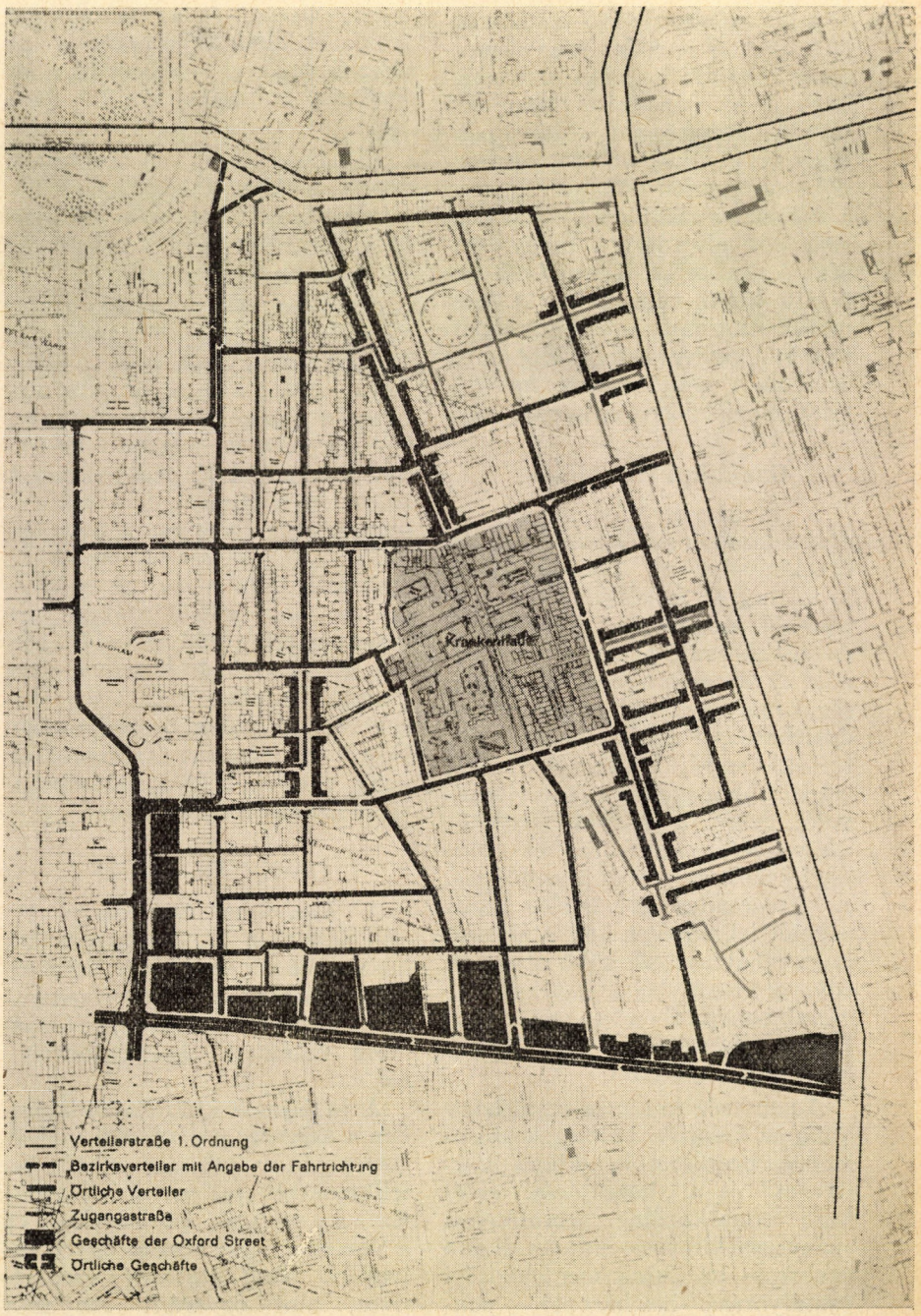
Részenkénti átépítés

Végül megvizsgálták annak az esetnek a következményeit is, ha a terület átépítését továbbra is az *eddigi gyakorlatnak* megfelelően, részenként végzik. Jelenleg új építést csak az előírt parkolóhelyek biztosítása esetén engedélyeznek. Ilymódon az új épület a régi helyén a saját szükségleteinek megfelelő parkoló- és leállóhelyekkel együtt épül meg.

Ennek a „természetes" fejlődésnek eredményeképpen a vizsgált területen végül is a lakóépületekhez mintegy 1500, az egyéb épületekhez mintegy 5500 további parkolóhely létesül. A részleges átépítés tervezésénél — mint említettük — a 2010 évre a szükséges forgalomnak 2000, a hivatási és bevásárló forgalomnak 8500, míg a területen lakóknak 5000 parkolóállás szükségletet állapítottak meg.

A hivatalos előírások betartásával tehát a szükséges forgalom igénye kielégíthető volna, amennyiben ezek az állások megfelelően volnának elosztva, ami erősen kétséges. A hivatási és bevásárló forgalom 4%-ának volna lehetősége a parkolásra, míg az ezen felüli résznek külön parkolóházakat kellene létesíteni. Erre azonban jelenleg még elgondolás sincsen.

Azonban — mint az már az előzőekben is nyilvánvalóvá vált — az úthálózat képtelen lesz lebonyolítani az ilyen nagy mértékben megnövekedett forgalmat, vagyis a parkolóhelyek és az úthálózat között súlyos zavarokat eredményező diszharmónia van. A mai úthálózat még a „szükséges" forgalom nagytávlatban vár-



8. ábra. A minimális átépítés helyszínrajza. A körzeti elosztó utak — a meglevő utak kapacitása szerint — részint egy-, részint kétirányúak, a többi út egyirányú. (Verteilerstrasse I. Ordnung = elsőrendű elosztó út — Bezirksverteiler mit Angabe der Fahrrichtung = körzeti elosztó út a forgalom irányának megjelölésével — Örtliche Verteiler = helyi elosztóút — Zugangsstrasse = hozzájáró út — Geschäfte der Oxford Street = Oxford Street-i üzletek — Örtliche Geschäfte = helyi üzletek)

ható mennyiségének felvételére is képtelen. Bár a város belső területén lakókról feltételezhető, hogy saját gépkocsijuk helyett nagyobb mértékben járnak gyalog vagy használnak tömegközlekedési eszközt, az bajosan várható, hogy lemondjanak személygépkocsijuk használatáról. Ez pedig, ha nem a hétköznapi, hát a hétvégi forgalomban okoz majd elviselhetetlen csúcsterheléseket. Ezen felül ebben az esetben a „környezet" javítására semmiféle intézkedés nem történik és a mai zavaró, fárasztó és veszélyes helyzet továbbra is fennmarad, sőt jelentősen tovább romlik.

A három alternatíva vizsgálatának az volt a célja, hogy kimutassa: mennyi forgalom bonyolítható le az úthálózat különböző mérvű átépítésével olyképpen, hogy a jó „környezet" veszendőbe ne menjen. Amennyiben az a vélemény alakulna ki, hogy az első két alternatíva megvalósítása a gyakorlati lehetőségek hatásain kívül van, akkor a harmadik alternatíva szerinti átépítést kell megvalósítani. Ebben az esetben a gépjárművek használatát megfelelően korlátozni kell.

Gazdasági vizsgálatok

A tanulmány foglalkozik az *átalakítások eredményességének* értékelésével, a költség/haszon problémával is. Miként az előzőekből kitűnik, a „környezet" és a „hozzáférhetőség" színvonala az átépítésre fordítható költségek nagyságával lényegesen módosítható. Természetesen befolyással van rájuk a tervezés minél célszerűbb megoldása is. Nyilvánvaló, hogy a három tényező: *„környezet"*, *„hozzáférés"* és *„költség"* között szoros az összefüggés. A városrendezésért felelős hatóságnak lehetőséget kell nyújtani, hogy elhatározását több átépítési *változat* viszonylagos hatékonyságának ismeretében hozhassa meg. Enek nehézségeit a tanulmány megkísérli áthidalni.

A nehézségeket az okozza, hogy amíg az átépítési költségek számszerűen becsülhetők, addig a „környezet" és a „hozzáférés" értékére vonatkozólag semminemű számszerű kifejezés nincsen. Ezért ezekre — az „utak megfelelőségi osztályozásá"-hoz hasonló — *pontozási rendszert* vezettek be. Az egyes változatokkal elérhető *„környezeti színvonal (K)"* és *„hozzáférési színvonal (H)"* a különböző igények kielégítési mértékének megfelelő számú pontot kap. Az elérhető pontok száma egyenként 100. E kettő összevonásával képezhető a *„környezeti hozzáférhetőség"* értéke a következőképpen:

$$\text{környezeti hozzáférhetőség} = \frac{K \times H}{100}$$

Ez az érték az alap (jelenlegi) állapotra is kiszámítandó. Valamely változat *relatív hatékonyságát* számszerűleg ki lehet fejezni, ha a változat és az alapállapot pontszámainak különbségét — az elért eredményt — elosztjuk a ráfordítási költséggel (millió fontban).

Példaképpen kiszámították *Newbury* változatainak relatív hatékonyságát, ahol is a részleges átépítéssel érhető el a viszonylag legnagyobb eredmény.

Az ilyen relatív hatékonysági vizsgálatra feltétlen szükség van. Egyébként ugyanis csak a ráfordítási költség nagyságát lehet szabatosan értékelni és ez rendszerint a *legolcsóbb* megoldás felé irányítja a döntést. Ez pedig az esetek túlnyomó többségében — a távlatot tekintve — éppen a *legkedvezőtlenebb* és a legkevésbé hatékony megoldás. Különösen az egészséges és biztonságos emberi élet szempontjából legfontosabb *„környezet"* értékének elhanyagolása várható, minthogy ez a legnehezebben fejezhető ki összegszerűen. Egy ilyen irányzat érvényesülése pedig városaink jövője szempontjából katasztrófális volna.

ÖSSZEFOGLALÁS

A *Buchanan tanulmány*, továbbá a vele kapcsolatos viták, hozzászólások anyagának áttanulmányozása után hazai viszonyainkat illetően az alábbi *megállapítások* volnának figyelembevehetők.

A kialakuló ipari társadalomban a *lakosság gépkocsival való ellátottságának rohamos növekedése* feltartóztathatatlannak látszik. Ez a városi közlekedés és a városban élés között egyre súlyosabb *konfliktusokat* eredményez, ami egyaránt fenyegeti mind a lakosok egészségét és életét, mind a városok egészséges gazdasági fejlődését.

A *közlekedési hálózat* fejlesztésének üteme messze lamaradt a közúti *forgalom* fejlődésének ütemétől. Így a közlekedési nehézségek évről-évre fokozódnak. Ez csak a közlekedési hálózat fejlesztési ütemének nagyarányú növelésével ellensúlyozható.

A *tömegközlekedés* erőteljes fejlesztése elsőrendű fontosságú és elengedhetetlen. De még a legtökéletesebb tömegközlekedés megvalósítása sem eredményezheti azt, hogy az egyre nagyobbszámú gépkocsitulajdonos lemondjon gépkocsija használatáról, különösen, ha figyelembevesszük a növekvő automatizálás szabadidőt növelő hatását és a társadalom foglalkozás szerinti megoszlásának az ipari fejlődés következtében beálló nagymérvű átalakulását. A gépkocsihasználatot csak a *gépkocsivásárlás* erőteljes korlátozásával lehetne csökkenteni, ami azonban kiszámíthatatlan gazdasági és egyéb következményekkel járna. Így tehát népgazdasági érdek is az, hogy a gépkocsikat minél nagyobb mértékben használni lehessen.

A *városi forgalom*, mint a város életének megnyilvánulása, a várost alkotó és lényegileg minden emberi tevékenységet magábafoglaló, különböző nagyságú és célú épületeknek és azok elrendezésének függvénye. Helyes megoldása csak a *várostervező és közlekedéstervező munkájának tökéletes összhangjával* érhető el. Minden építészeti ténykedés, amely a közlekedés nagytávlatú fejlődésének behatású és szakszerű vizsgálata nélkül történik, elhibázott és messzekiható, súlyos következményekkel járhat.

A fennálló rendelkezések szerint a közúti forgalmi létesítményeket a gépkocsival való telítettség idejében várható forgalom alapulvételével kell megtervezni. Ez azt is jelenti, hogy *minden városi létesítményt már ma a nagytávlatú forgalmi igények figyelembevételével szabad csak megépíteni.*

A gépjárművel való telítettség időpontjában *meglevő városaink* — jelentősen megnövekedve — minden valószínűség szerint még fennállnak. Vajmi kevés lesz az

olyan új város, amely a forgalmi igények teljes kielégítésével épült, már csak azért sem, mert a várostelepítésre alkalmas helyeket mai városaink már zömben elfoglalták. Így a közlekedéssel kapcsolatos feladatok nagyrészét mai városaink fokozatosan végrehajtandó, *megfelelő átalakítása* képezi. Ezt a munkát már ma meg kell kezdeni és a városrendezési terveket e cél fokozatos elérésére alkalmasan kell kidolgozni.

A tanulmány alapján megállapítható az is, hogy a nagytávlatú tervek nélküli, aprólékos forgalomjavítással csak máról-holnapra szóló enyhülés érhető el és így gazdaságosságuk erősen vitatható.

Az egészséges emberi életkörülményeket és a közlekedést egyaránt kielégítő városok kialakítása — mint láttuk — messzemenő *áldozatokat* kíván. Miután azonban az életszínvonal emelkedésével az ország lakosságának mind nagyobb százaléka válik városlakóvá és gépkocsitulajdonossá ezek az áldozatok lassanként valamennyi család érdekét közvetlenül érintik. A városi élet és a közlekedés javításának lehetősége, illetve annak mértéke tehát attól függ, hogy a társadalom mennyit kíván e célra fordítani. Ennek megfontolásánál azonban nem szabad szem elől téveszteni azt a tényt sem, hogy az *életszínvonal* emelkedése a technika egyre gyorsuló iramú fejlődésének következménye. Ez pedig azt is jelenti, hogy a ma hosszú időt igénylő és nagy áldozatokat jelentő építkezések a jövőben lényegesen gyorsabban és viszonylag kisebb költséggel lesznek végrehajthatók olyan eljárásokkal, amilyenekre ma talán még nem is gondolunk. Így a ma megvalósíthatatlannak tűnő elképzelések néhány évtized múlva mindennaposakká válhatnak. Erre azonban megfelelően fel kell készülnünk.

Az előzőekben vázolt összefüggések még általában nem ismertek. A városrendezési kérdéseket nálunk is elsősorban építészeti szemlélettel közelítik meg és a *közlekedésnek alárendeltebb szerepet* tulajdonítanak, amelyet tehát *bármilyen építészeti elgondolásnál valahogyan meg kell oldani.* A nagytávlatú közlekedési igények kielégítésére pedig csak bizonytalan elképzelések vannak. Ez bizonyos részben a közlekedési szakemberek nem elég messzetekintő, határozott és céltudatos állásfoglalásának következménye is.

A Buchanan-tanulmány nagy jelentősége éppen abban van, hogy a városrendezés feladatait közlekedési szemlélettel vizsgálja és közelíti meg. Ezzel meggyőzően rámutat arra, hogy *a közlekedés egyenrangú városalakító tényező,* amelynek jóságától és zavartalanságától a város egész élete függ. *A város kialakítását és közlekedését tehát együttesen kell megoldani a nagytávlatú igények konkrét számbavétele alapján.* Ez a felismerés vezetett egyébként a francia közlekedési és városépítési minisztériumok összevonásához is. Ennek az elvnek logikus következménye az is, hogyha az építészeti elgondoláshoz nem lehet a távlatot is kielégítő közlekedést tervezni, akkor az építészeti elgondolást kell megfelelően megváltoztatni. Amint a tanulmány ezt kifejti: „a környezet" és „a hozzáférés" között összhangot kell teremteni.

A közlekedés szakértőinek elsőrendű feladata, hogy erre a közvélemény figyelmét minél erőteljesebben és gyakrabban felhívják. Mindenkinek tudnia kell, hogy városaink jövője és jövő városaink élete szempontjából nem elegendő ragyogó és hatalmas épületeket emelni, hanem azokat úgy kell elhelyezni, hogy használhatóságuk, vagyis gépkocsival való megközelíthetőségük a messzi jövőben is lehetséges legyen anélkül, hogy a városlakók és gyermekeik élete, egészsége, biztonsága és nyugalma veszendőbe menjen. E nehéz feladat megoldásához az ismertetett tanulmány nagy segítséget nyújt. *Hazai viszonyainkon alapuló hasonló tanulmányok elkészítése rendkívül időszerű volna.*

IRODALOM

Traffic in Towns. Report of the Steering Group and Working Group appointed by the Minister of Transport. Her Majesty Stationery Office, London, 1963.

Buchanan, C. D.: Towns and Traffic, Traffic Engineering and Control, 4. k. 4. sz. 1962. aug.

Buchanan, C. D.: Small Towns Traffic Problems, Traffic Engineering and Control, 9. k. 4. sz. 1967. aug.

Busch, F.: Traffic in Towns-Verkehr in Städten, Strasse und Autobahn, 15. k. 8. sz. 1964. aug.

Crompton: Traffic in Guildford, Traffic Engineering and Control, 8. k. 10. sz. 1966. febr.

Deutscher Bundestag: Bericht der Sachverständigenkomission über eine Untersuchung von Massnahmen zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Gemeinden, Drucksache, IV/2661, Bonn, 1964.

KPM Városi Közlekedési Főosztály. A városi közlekedésfejlesztési tervek készítésének részletes módszere, Bp. 1967. (kézirat).

Kühn, E.: Der „Buchanan Bericht" und seine Anwendbarkeit auf deutsche Städte, Buchreihe der Arbeits- und Forschungsgemeinschaft für Strassenverkehr und Verkehrssicherheit, Köln, Bad Godesberg, 1965.

Lehotzky Kálmán: Közlekedés és városépítés, Közlekedéstudományi Szemle, 9. k. 12. sz. 1959. dec.

Lehotzky Kálmán: A városi közlekedés tervezése, Közlekedéstudományi Szemle, 11. k. 7—8. sz. 1965. ápr.

Lehotzky Kálmán: A tömegközlekedés tervezésének módszere (kézirat, UVATERV tanulmány), Bp. 1964.

Mackenroth, W.: Die Bedeutung des Strassenwesens für die moderne Industriegesellschaft, Strasse und Autobahn, 18. k. 11. sz. 1967. nov.

Scholz, G.: Brauchen wir andere Städte? Strassenverkehrstechnik, 11. k. 7—8. sz. 1967. aug.

Smith, I. E.: Traffic in Towns. A Review of the Buchanan Report amd some Criticism, Schweizerisches Archiv für Verkehrswissenschaft und Verkehrspolitik, 20. k. 2. sz. 1965.

Dr. Vásárhelyi B.—dr. Szabó D. (szerk.): Városi közlekedési kézikönyv, Bp. 1965. Műszaki Könyvkiadó.

Vasúti légnyomásos fékek légveszteségének kérdései

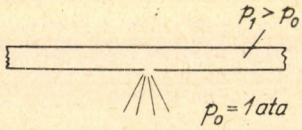
Dr. HELLER GYÖRGY—ROSTA LÁSZLÓ

I. A légveszteségről általában

Napjainkban Földünk vasútjainak túlnyomó részén *légnyomásos fékkel* fékezik a vonatokat. Légnyomásos fékezés esetében a fékberendezéshez tartozó különböző terek különböző időszakokban sűrített levegővel vannak feltöltve.

A szabad levegőhöz képest belső túlnyomás alatt álló terek határoló felületén bármi ok folytán esetleg keletkező folytonossági hiányok helyein a sűrített levegő a szabadba áramlik. Egy-egy ilyen fúvás viszonylag könnyen megszüntethető; a tapasztalat azonban azt mutatja, hogy az egész vonat légfékrendszeréhez tatrozó — sűrített levegővel feltöltött — összes terek tökéletes tömörségének tartós biztosítása gyakorlatilag lehetetlen. Ez a tapasztalat könnyen megmagyarázható, ha tekintetbe vesszük a nagyszámú csőcsatlakozást, tömlőkapcsolatokat, összecsiszolt vagy dugattyús tömítőfelületeket stb., amelyek mindegyike *légveszteség* forrása lehet.

A légveszteséget eredményező, ún. „fúvások" elvi vázlatát az *1. ábra* mutatja. A p_1 belső túlnyomás alatt álló térből sűrített levegő áramlik a szabadba, ahol $p_0=1$ ata a nyomás. A nyílás keresztmetszete általában teljesen szabálytalan (pl. sérült tömítés melletti hézag, korróziós lyuk stb.), ami a pontosabb áramlástechnikai számításokat rendkívül megnehezíti.



1. ábra

Minthogy a fúvásokat előidéző nyílások nyilvánvalóan nem Laval fúvókás kiképzésűek, azért *áramlástani szempontból* két esetet különböztethetünk meg:

a) akkor, ha — adiabatikus állapotváltozást feltételezve —

$$\frac{p_0}{p_1} < \left(\frac{2}{\varkappa+1}\right)^{\frac{\varkappa}{\varkappa-1}} = 0{,}528 \qquad (1)$$

a szabadba ömlő levegő mennyiségét az a körülmény korlátozza, hogy a legszűkebb áramlási keresztmetszetben sem növekedhet az áramlási sebesség értéke a kritikus

$$c = \sqrt{\varkappa R T_1 \frac{2}{\varkappa+1}} = 18{,}3\sqrt{T_1} \quad [\mathrm{m/s}] \qquad (2)$$

érték fölé (mely érték a helyi hangsebességnek felel meg). Ilyenkor tehát c értéke áthághatatlan korlátot jelent.

b) Ha viszont

$$\frac{p_0}{p_1} \geqq \left(\frac{2}{\varkappa+1}\right)^{\frac{\varkappa}{\varkappa-1}} = 0{,}528 \qquad (3)$$

akkor az előbbi korlát nem érvényesül, s az expanzió akadálytalanul folyik le.

A gázmechanikából ismeretes — és itt le nem vezetett — összefüggésekben szereplő jelölések értelme:

$\varkappa=1{,}4$ az adiabata kitevője,

$R=29{,}27$ m kp/kp °C a levegő gázállandója,

$T_1=$K° a p_1 nyomású térben uralkodó abszolút hőmérséklet.

Minthogy $p_0=1$ ata, azért a *b)* alatti eset csak

$$p_1 \leqq \frac{1}{0{,}528} = 1{,}895 \text{ ata} = 0{,}895 \text{ att}$$

értéktartományba tartozó p_1 értékek esetében lehet érvényes. A *b)* esetnek tehát a légveszteségek szempontjából jelentősége alig van; hiszen legfeljebb a fékhengerben, s ott is csak egészen gyenge fokozatos fékezés alkalmával fordulnak elő ilyen kis nyomások, amelyeknél különben is csak elhanyagolható mérvű légveszteség lép fel.

Abban az esetben, ha f cm² egy adott furaton, kritikus értéknél kissebb p_0/p_1 nyomásviszony mellett kiömlő levegősugár legkisebb keresztmetszete, akkor a furaton kiömlő levegő mennyisége:

$$G = 60\,\psi f p_1 \sqrt{\frac{2g}{RT_1}} \quad [\mathrm{kp/min}] \qquad (4)$$

$g=9{,}81$ m/s és a levegőre érvényes $\psi=0{,}484$ értékeket behelyettesítve:

$$G = 23{,}8 f p_1 \sqrt{\frac{1}{T_1}} \quad [\mathrm{kp/min}] \qquad (5)$$

vagy légköri nyomású levegőre átszámítva:

$$V = 23{,}8 \frac{f p_1}{\gamma_0} \sqrt{\frac{1}{T_1}} \quad [\mathrm{m^3/min}] \qquad (6)$$

ahol γ_0 kp/m³ a légköri nyomású levegő fajsúlya.

A (4)—(6) egyenletek ugyan meglehetősen egyszerűek és könnyen kezelhetőek, azonban szempontunkból több súlyos hiányosságuk van.

Mindenekelőtt nem hagyható figyelmen kívül az a tény, hogy az említett összefüggések *körkeresztmetszetű* kifolyó nyílásra érvényesek; ez a feltétel a légfékberendezések légveszteségeivel kapcsolatban távolról sem érvényesül.

További nehézséget jelent, hogy az egyenletekben szereplő f érték *a kiömlő levegősugár legkisebb keresztmetszete* és nem a kiömlőnyílás f_k keresztmetszete. Az

$$\alpha = \frac{f}{f_k} \qquad (7)$$

ún. *átfolyási szám* az

$$m = \frac{f_k}{F} \qquad (8)$$

szűkítési viszony (F cm² a légvesztes csővezeték áramlási keresztmetszete), továbbá a — körkeresztmetszet és D m átmérőjű — csővezeték

$$R_{l_D} = \frac{c_1 D}{\nu} \qquad (9)$$

Reynolds-számának függvénye. A (9) egyenletben szereplő c_1 m/s a folyadék közepes sebessége a cső zavartalan keresztmetszetében a fúvás előtt, ν m²/s az áramló levegő *kinematikai nyúlóssága*, melynek értékét táblázatból legcélszerűbb felvenni.

Hangsúlyozuk, hogy Re_D értéke a D átmérőjű csővezetékben lefolyó áramlásra vonatkozik. d átmérőjű szűkítés helyén

$$Re_d = \frac{Re_D}{\sqrt{m}} \qquad (10)$$

Reynolds-szám adódik, amikor ismét kör alakú kiömlőnyílással számoltunk.

Végül a (4)—(6) összefüggésekben hallgatólagosan azt tételeztük fel, hogy *a)* a csővezetéket egyetlen helyen, a végén csapoljuk meg, és *b)* a szabadba ömlő levegő eredő sebességvektorának iránya a csőben áramló levegő eredő sebességvektorának irányával egybeesik. Az első feltétel — legalábbis a fővezeték fúvásai esetében — nem érvényes, hiszen a vonat több helyén fordul elő fúvás, s egy fúvás helyén a légveszteségek pótlása céljából a vezetékben hátraáramló sűrített levegőnek csak egy része áramlik a szabadba. Az esetek túlnyomó részében a második feltétel sem érvényesül, mert az említett két sebességvektor iránya általában nem esik egybe.

A felsorolt aggodalmak ellenére is jogosultnak látszik azonban az a feltételezés, hogy a (6) egyenlet *minőségi jellegű következtetések* levonására mégis alkalmas. Sőt, úgy véljük, hogy becsléssel célszerűen megválasztott α átfolyási szám segítségével a (6) egyenlet kissé átalakított

$$V = 23{,}8 \frac{\alpha f_k p_1}{\gamma_0} \sqrt{\frac{1}{T_1}} \quad [\text{m}^3/\text{min}] \qquad (11)$$

alakjában bizonyos *nagyságrendi tájékozódást célzó numerikus értékek* nyerésére is alkalmas, amelyek helyességét tapasztalati adatok segítségével ellenőrizhetjük.

A (6)—(7) egyenletek alapján nyert (11) összefüggés minőségi jellegű elemzése során néhány üzemi szempontból jelentős megállapítás tehető.

Így mindenekelőtt adott α, f_k, γ_0 és T_1 értékek esetében a szabadba áramló levegő V *l/min értéke* a sűrített levegővel feltöltött tér p_1 *nyomásával egyenesen arányos*. Adott keresztmetszeten át a vonat légfékrendszeréből elszökő levegőmennyiség tehát a belső nyomással együtt nő. Nem szabad azonban elfelejtenünk, hogy tömítéses csőcsatlakozások esetében gyakran előfordul, hogy p_1 értékének növekedése a képlékeny tömítőanyagot (pl. kóc, bőr, gumi stb.) deformálja, s ennek következtében f_k értéke is növekszik; ilyen esetben tehát p_1 fokozódásával V rohamosan nő.

Jó közelítéssel feltételezhető, hogy a légfékberendezés nyomás alatt álló tereiben a hőmérséklet azonos a környezetével. Elmondhatjuk tehát, hogy γ_0 és T_1 értékei (a levegő páratartalmának a befolyását elhanyagolva) egymástól nem függetlenek, és azoknak V értékére gyakorolt befolyását az

$$\frac{1}{\gamma_0} \cdot \sqrt{\frac{1}{T_1}}$$

szorzat értékének különböző viszonyok között való alakulása tükrözi. Egyszerű számítások segítségével megállapítható, hogy p_0=720—772 mm Hg légköri nyomáshatárok és T_1=253—303°K (— 20 +30°C) hőfokhatárok között előforduló legnagyobb és legkisebb V légveszteség értékek között kb 15% a különbség. Adott f_k esetében legkisebb a légveszteség hidegben és nagy légköri nyomáson, legnagyobb alacsony légköri nyomáson és melegben. Ismét nem szabad azonban arról a fontos tényről megfeledkezni, hogy hidegben a lágy tömítőanyagok megmerevednek, s a légveszteség f_k megnövekedése következtében fokozódhat.

Külön kell foglalkoznunk az α átfolyási szám értékének alakulásáról.

Még abban az esetben is, ha az f_k keresztmetszet köralakú volna, nem egyértelmű feladat α értékének meghatározása. A légveszteség helye ugyanis nem azonosítható azon áramlástani fogalmak (pl. „mérőtorok", „mérőperem", „Venturicső" stb.) egyikével sem, amelyekre vonatkozóan megbízható átfolyási számértékek állnak rendelkezésre; a fúvási helyek áramlástechnikai viszonyai rendkívül bonyolultak.

Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy a fúvási keresztmetszetek általában nem kör alakúak, hanem inkább szűk rések, amelyeknek legtöbbször kontúrja is szabálytalan.

De még ez sem minden: a fúvási keresztmetszetek tényleges alakja és méretei pontosan megismerhetetlenek, hiszen azok vizsgálata általában nem történhetnék az eredeti állapotok módosítása nélkül.

Az elmondottak alapján tehát arra kényszerülünk, hogy becsült αf_k szorzat felvételével határozzuk meg az üzemi körülmények között egy-egy fúvás által várhatóan előidézett V m³/min légveszteség nagyságát. Az így nyert adatokat mérési eredményekkel összehasonlítva, az elmélet és a tapasztalás kölcsönösen alátámaszthatják egymást

A (11) egyenletbe

$\alpha f_k = 1 \text{ mm}^2 = 0{,}01 \text{ cm}^2$
$p_1 = 6 \text{ kp/cm}^2 \ (= 5 \text{ att})$
$\gamma_0 = 1{,}199 \text{ kp/m}^3$
$T_1 = 293{,}1 \text{ K}^\circ \ (+20^\circ\text{C})$

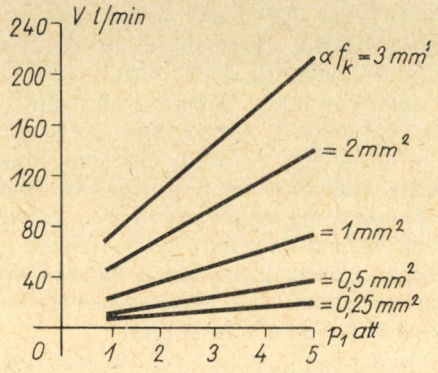
értékeket behelyettesítve

$$V = 0{,}0707 \text{ m}^3/\text{min} = 70{,}7 \text{ l/min}$$

légveszteség adódik. A becsült αf_k=1 mm² keresztmetszet meglehetősen reálisnak tűnik. A továbbiakban látni fogjuk, hogy a tényleges adatok a becsülttől nem túl messze eső αf_k kritikus áramlási keresztmetszeteket bizonyítanak.

A *2. ábrán* +20°C hőmérsékletű, 60% relatív páratartalmú levegőre vonatkozóan, 760 mm Hg légköri nyomáson mutatjuk be a p_1= 0,9 att (légköri nyomásra történő kiömlés mellett a kritikus nyomáshatár (—5 att) fővezeték üzemi nyomás) nyomásértékek és αf_k = 0,25—4,00 mm kritikus áramlási keresztmetszet határok között adódó V l/min értékeket.

A kérdés elméleti hátterének rövid, tájékoztató jellegű áttekintése után végezzünk most vizsgálatokat *üzemi* szempontok alapján is.



2. ábra

Adott vonat összes tömítetlenségi légveszteségét a

$$V_{\delta} = \Sigma V_{1i} + \Sigma V_{2j} \quad [\text{l/min}] \tag{12}$$

összefüggéssel jellemezhetjük, ahol ΣV_{1i} l/min a füllel nem hallható fúvások folytán, ΣV_{2j} l/min pedig a füllel hallható fúvások következtében fellépő légveszteségek összege.

A légveszteségek ilyen jellegű osztályozása kétségtelenül kevésbé tudományos; mégis ezt kell tennünk, mert a fúvások által okozott tömítetlenségi veszteségek megszüntethetősége szempontjából a hallhatóság a döntő: *a vonatok előkészítése alkalmával csak a hallható fúvások szüntethetők meg.*

A füllel hallható fúvások által okozott légveszteségek ismét két csoportra oszthatók:

$$V_{1i} = \Sigma V_{1(i-k)} + \Sigma V_{1k} \quad [\text{l/min}] \tag{13}$$

Az egyenlet jobb oldalát alkotó összeg első tagja a műhelyi javításból kikerülő kocsik légveszteségéből adódik, amelyet nevezzünk *alaplégveszteségnek*; az összeg második tagja azokból a nem hallható *járulékos légveszteségekből* adódik, amelyek az üzem viszontagságai folytán keletkeznek.

A (13) egyenlet felhasználásával a (12) egyenlet új alakba írható:

$$V_{\delta} = \Sigma V_{1(i-k)} + (\Sigma V_{1k} + \Sigma V_{2j}) \quad [\text{l/min}] \tag{14}$$

ahol a jobb oldal összegének első tagja a már említett alapveszteség, amely a járműszerkezetre, a csőcsatlakozások típusára és a műhely munkájára jellemző; a második — zárójeles — tag az üzemi körülményekre (üzemi igénybevétel + vonatelőkészítési munka színvonala) ad támpontot.

Adott vonat légfékjének tömörségi színvonala szempontjából a

$$v = \frac{V_{\delta}}{t} \quad [\text{l/min/tengely}] \tag{15}$$

ún. *fajlagos légveszteség* a mértékadó.

A vonatok légveszteségére vonatkozóan a MÁV üzemében különböző adatgyűjtések folytak. Ezek közül mindenekelőtt a Vasúti Tudományos Kutató Intézet által 1963-ban végzett nagy adatgyűjtést említjük meg. Ezen adatgyűjtés rendkívül alapos volt, és több mint 1000 kocsira terjedt ki. Hogy az alábbiakban mégis csak bizonyos különleges vonatkozásokban használjuk csak fel, annak az az oka, hogy a MÁV kocsipark tömörségi állapotának azóta végbement rohamos javulása következtében az anyag erősen elavult.

Ma is használható azonban az az anyag, amelyet az 1966 év folyamán légveszteség szempontjából megvizsgált $N = 106$ db 80—150 tengelyes tehervonat adatai szolgáltatnak (a adatgyűjtés keretében azért nem vettük figyelembe a 80 tengelynél rövidebb vonatokat, mert e vonatoknál esetleg a mozdony levegőigénye is jelentős mértékben zavarhatja a mérési adatokat).

A nyert eredmények alapján dolgoztuk ki az *1. táblázatot*, amely az 1 vonattengelyre vonatkoztatott *hallható fúvások* φ száma — amit a továbbiakban röviden *fajlagos fúvásnak* nevezünk — és a v fajlagos légveszteség között fennálló sztochasztikus kapcsolat folytán adódó kétdimenziós gyakorisági eloszlást tartalmazza. Az eloszlás szórása meglehetősen nagy; ez a körülmény elsősorban azzal magyarázható, hogy

a) az adatgyűjtést több személy végezte, akik a „hallhatóság" kritériumát szubjektív módon értelmezhették,

b) az egyes fúvások okozta légveszteség mértéke nagy mértékben különböző.

A *regressziós hányados* értéke — itt nem közölt, közismert matematikai statisztikai gondolatmenet alapján — a

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{N} [(\varphi_i - \bar{\varphi})(v_i - \bar{v})]}{\sum_{i=1}^{N} (\varphi_i - \bar{\varphi})^2} \tag{16}$$

egyenlet segítségével határozható meg, ahol

$\bar{\varphi} = 0{,}0246$ hallható fúvás/tengely

és

$\bar{v} = 7{,}53$ l/min/tengely

számtani középértékek.

Az *1. táblázat* adatai alapján számolva:

$$b = 32{,}7.$$

Számításaink során feltételeztük, hogy a φ és v közötti összefüggés *lineáris*. Ez a feltevés nyilvánvalóan jogosult, mert az átlagos fajlagos fúvások számával arányos kell, hogy legyen az átlagos fajlagos légveszteség növekedésének üteme.

A regressziós egyenes egyenlete:

$$v = a + b\varphi \tag{17}$$

ahol a már ismert jelöléseken kívül

$$a = \bar{v} - b\bar{\varphi} \tag{18}$$

Előző eredményeink és a (17)—(18) egyenletek alapján:

$$v = 6{,}68 + 32{,}7\varphi \tag{19}$$

lesz a regressziós egyenes konkrét egyenlete.

Ha most az

$$s_{\varphi}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} (\varphi_i - \bar{\varphi})^2 \tag{20}$$

1. táblázat

φ Fúvás/tengely	v l/perc/tengely									
	3,00— 3,99	4,00— 4,99	5,00— 5,99	6,00— 6,99	7,00— 7,99	8,00— 8,99	9,00— 9,99	10,00— 10,99	11,00— 11,99	12,00— 12,99
0,000—0,009	1	1	3	1	6	4	2	2	1	—
0,010—0,019	2	2	6	6	5	3	4	—	—	—
0,020—0,029	1	2	4	3	7	5	4	1	—	—
0,030—0,039	—	—	3	—	6	4	2	—	1	—
0,040—0,049	—	1	1	—	—	2	1	1	—	—
0,050—0,059	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—
0,060—0,069	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
0,070—0,079	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—
0,080—0,089	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,090—0,099	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,100—0,109	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,110—0,119	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,120—0,129	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

és az

$$s_v^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} (v_i - \overline{v})^2 \qquad (21)$$

egyenletek segítségével a szórásnégyzetek:

$$s_\varphi^2 = 0{,}000\,388 \text{ és } s_v^2 = 19{,}95$$

értékeit meghatározzuk, akkor az

$$r = b\frac{s_\varphi}{s_v} \qquad (22)$$

összefüggés felhasználásával a korrelációs hányados is meghatározható, melynek értékéül

$$r = 0{,}144$$

adódik. A korreláció mértéke meglehetősen csekély; e tény okait már a korábbiakban megemlítettük.

A *3. ábra* az adatgyűjtés eredményeként adódott (19) egyenletnek megfelelő regressziós egyenest mutatja be. Az ábrából igen érdekes következtetések vonhatók le.

Így mindenekelőtt megállapítható, hogy $\varphi = 0$ esetében — tehát akkor, ha hallható fúvások nincsenek — az átlagos, vagyis a legvalószínűbb fajlagos légveszteség: $v = 6{,}68$ l/min/tengely. Ezt az az adat bizonyítja, hogy a vizsgálat időszakában a

$$\Sigma V_{1i} = \Sigma V_{1(i-k)} + \Sigma V_{1k} \text{ [l/min]} \qquad (13)$$

nem hallható fúvások értéke meglehetősen magas volt, tehát a nem hallható járulékos légveszteségek jelentősek voltak. Ez a tény kedvezőtlen fényt vet a járművek átlagos állapotára, és azt jelenti, hogy a légveszteségek jelentős csökkentéséhez távolról sem elegendő a hallható fúvások megszüntetése.

n tengelyű vonat esetében a (19) egyenlet

$$nv = 6{,}68\,n + 32{,}7\,n\varphi \text{ l/min]} \qquad (23)$$

alakra hozható. A (12) egyenletben szereplő j számú hallható fúvásra való tekintettel nyilvánvaló, hogy

$$n\varphi = j \qquad (24)$$

és így a (23) egyenlet új alakja:

$$\frac{nv}{j} = 6{,}68\frac{n}{j} + 32{,}7 \quad \text{[l/min/fúvás]} \qquad (25)$$

A (25) egyenlet értelme szavakkal leírva:

a vonat egy hallható fúvásra vonatkoztatott összes átlagos légvesztesége = az egy hallható fúvásra vonatkoztatott átlagos, nem hallható légveszteségek + egy hallható fúvás átlagos légvesztesége.

A (25) egyenlet jobb oldali 2. tagja egy hallható fúvás átlagos várható légveszteségeként

$$V_{2átl} = 32{,}7 \text{ l/min}$$

értéket szolgáltat. 5 att fővezeték üzemi nyomást feltételezve, a *2. ábra* alapján az említett légveszteségnek kb.

$$\alpha f_k = 0{,}5 \text{ mm}^2$$

kritikus áramlási keresztmetszet felel meg. Hangsúlyozzuk, hogy átlagértékről van szó, melytől felfelé és lefelé jelentős eltérések lehetségesek.

Ha a (23) egyenletet a (12) összefüggés figyelembevételével más alakba írjuk, és az átlagos fajlagos fúvásnak megfelelő

$$\varphi = 0{,}0246 \text{ [fúvás/tengely]}$$

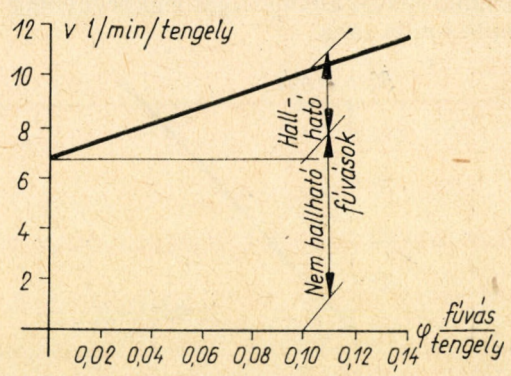
értéket behelyettesítjük, akkor a

$$V_ö = 7{,}483\,n \text{ [l/min]} \qquad (26)$$

egyenletet nyerjük. A MÁV üzemében jelenleg maximálisan megengedett 75 db kéttengelyű kocsiból álló vonatban várhatóan előforduló legvalószínűbb légveszteség a (26) egyenletből

$$V_ö = 1122 \text{ l/min.}$$

Ez az érték valamivel kisebb a jelenleg megengedett 1200 l/min légveszteségnél. Úgy tűnik, hogy a biztonság nem nagy és — legalább is az adatgyűjtés idején — számos vonat nem elégítette ki a tömörségi előírást.



3. ábra

Valójában a helyzet nem ilyen kedvezőtlen. A vizsgált 106 vonat között ugyanis csak kettő volt, amelynek a légvesztesége az 1200 l/min értéket meghaladta. Az ellentmondás csak látszólagos. A tömörségi előírás ugyanis tengelyszámtól függetlenül 1200 l/min-ben korlátozza a még megengedhető légveszteséget; nagy vonatok esetében tehát a vonatelőkészítést kényszerűen gondosabban végzik, mint rövid vonatoknál, ahol v kedvezőtlen értéke nem feltétlenül eredményez megengedhetetlen $V_{ö}$ összes légveszteséget.

A légveszteségek jellemzése során még egy további lényeges körülményt kell elemeznünk.

Mindenekelőtt arra emlékeztetünk, hogy az önműködő légfék fővezetékének üzemi nyomása 5 att, melyet a fékezőszelepnek menetállásában önműködően kell fenntartani. Ez természetesen csak úgy lehetséges, ha a fővezetékben bármilyen oknál fogva keletkező légveszteséget a fékezőszelep önműködően pótolja. A fővezetékben tehát a vonat hosszában hátrafelé levegő áramlás keletkezik. Minthogy a fúvások általában különböző járműveken lépnek fel, elmondható, hogy az áramlási sebesség a fővezeték hosszában a vonat vége felé haladva egyre kisebb, az utolsó fúvás után pedig zérus értékű.

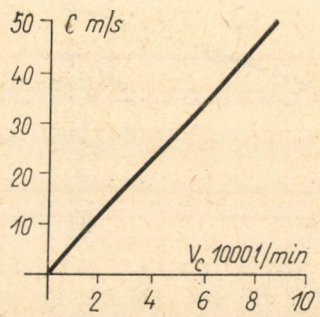
A levegő áramlás természetesen csak nagyobb nyomású helyről kisebb nyomású helyre történhet. Ez súrlódásmentes viszonyok között is így van, s méginkább ez a helyzet, ha a csővezeték súrlódási és egyéb okok folytán áramlási ellenállást eredményez.

A légfék fővezetéke a maga érdes belső felületével, csekély belső átmérőjével, leágazásaival, iránytöréseivel, a számos elzáróváltóval és tömlőfejjel együtt távolról sem alkalmas arra, hogy abban veszteségmentes áramlás jöhessen létre. Ezért tehát *légvesztes vonatok esetében a fővezeték üzemi nyomása a vonat hosszában nem állandó*, s a nyomás a vonat vége felé haladva csökken.

E probléma tanulmányozása céljából mindenekelőtt azt kell megvizsgálnunk, hogy a fővezetékben áramló levegő sebessége nem éri-e el a kritikus értéket. Erre a kérdésre ad választ a $p = 6$ ata (5 att) fővezeték üzemi nyomásra és $1'' = 25{,}4$ mm belső átmérőjű fővezetékre érvényes *4. ábra*, melyet a közelebbi magyarázatra nem szoruló

$$V_c = \frac{D^2\pi}{4} \cdot 60\,000 \cdot c \cdot p \quad [\text{l/min}] \qquad (27)$$

összefüggés alapján szerkesztettünk, ahol V_c értéke az áramló levegő mennyiségét légköri nyomásra átszámítva adja meg.



4. ábra

Az ábra alapján meggyőződhetünk arról, hogy a fővezetékben előforduló p — V_c értéktartományban nem fordulhatnak elő a kritikus sebességek közelébe eső c értékek.

A különböző veszteségek figyelembevételével adott c m/s sebességű áramlás esetében a csővezetékben fellépő nyomásveszteség értéke az itt le nem vezetett

$$\Delta p = \frac{\varrho_p}{2} c^2 \left(\frac{l}{D} \lambda + \Sigma \xi_i \right) \quad [\text{kp/m}^2] \qquad (28)$$

összefüggés segítségével határozható meg, ahol az alkalmazott jelölések értelme:

ϱ_p [kp s^2/m^2]=az áramló levegő sűrűsége p ata nyomáson,
l [m]=a vezeték hossza,
D [m]=a vezeték átmérője,
λ=csőellenállás tényező,
ξ_i=különböző idomdarabok (elzáróváltó, tömlőfej stb.) ellenállás tényezője.

Az adott p ata nyomáshoz tartozó levegősűrűség

$$\varrho_p = \frac{\gamma_p}{g} \quad [\text{kps}^2/\text{m}^4] \qquad (29)$$

ahol γ_p kp/m^3 a p ata nyomású levegő fajsúlya, g m/s^2 a nehézségi gyorsulás.

Esetünkre vonatkozóan a csőellenállás tényező értéke a

$$\lambda = \frac{0{,}316}{\sqrt[4]{Re}} \qquad (30)$$

összefüggésből számítható, ahol a *Reynolds-szám* az ismert (9) egyenlet alapján nyerhető.

A MÁV-nál jelenleg maximálisan megengedett $V_{ö} = V_c = 1200$ l/min légveszteség, $1''$ átmérőjű fővezeték, $p = 6$ ata (5 att) fővezeték üzemi nyomás, 760 torr külső légköri nyomás, 20°C hőmérséklet és 60% relatív páratartalom esetében a (27) egyenlet alapján $c = 6{,}58$ m/s sebesség adódik.

$\nu = 2{,}61 \cdot 10^{-6}$ m^2/s táblázatból való felvételével, továbbá figyelembe véve, hogy a MÁV üzemben előforduló leghosszabb vonat 75 db, egyenként átlag 12 m hosszúságú, kéttengelyű kocsiból áll, s így annak összhossza

$$l = 75 \cdot 12 = 900 \text{ m},$$

a (9) egyenlet alapján $Re = 6{,}4 \cdot 10^4$, s ennek ismeretében a (30) összefüggésből $\lambda = 0{,}0199$ adódik.

Tételezzük fel, hogy az elzáróváltók, illetve tömlőfejek ellenállástényezője azonos, egyenként

$$\xi_i = 1$$

(táblázatból vett közelítő érték). Egy-egy kocsira két-két elzáróváltó, illetve tömlőfej jut. Az egyéb idomdarabok, esetleges iránytörések és leágazások többlet ellenállását hanyagoljuk el. Vegyük viszont azt a — gyakorlatban elő nem forduló — legkedvezőtlenebb esetet, hogy a teljes 1200 l/min légveszteség egyetlen helyen, a vonat végén lép fel. Ez azt jelenti, hogy a teljes levegőmennyiségnek az egész fővezetéken végig kell áramlani.

Feltételezéseink alapján a (28) egyenlet szerint a vonat fővezetékének üzemi nyomása a vonat végéig

$$\Delta p = 15910 \text{ kp/m}^2 = 1{,}591 \text{ att}$$

értékkel csökken. Ha tehát a vonat elején szabályszerű 6 ata = 5 att fővezetéknyomás van, a vonat végén az üzemi nyomás vak 5 — 1,591 = 3,409 att értékű lesz.

Adataink + 20°C hőmérsékletre vonatkoznak. Hideg időjárásban ϱ értéke, s vele együtt Δp nő. Így pl. —10°C esetén a vizsgált vonatnál $\Delta p' = 1{,}782$ att adódik. Tovább ronthatja a helyzetet az — a korábban már említett — körülmény, hogy hidegben a merevvé vált tömítőelemek hatásossága is romlik. Ismét hangsúlyozzuk, hogy a számítások megkönnyítése végett szélsőségesen kedvezőtlennek tételeztük fel a légveszteségek eloszlását. Tényleges vonatokban a fúvások nem kizárólag a vonat végén lépnek fel. Ezzel szemben a fővezeték belső felületének állapota, s a különböző szerelvények ellenállástényezője könnyen lehet a fentiekben feltételezettekél kedvezőtlenebb.

Kísérleti tapasztalatok alapján készítettük az *5. ábra* diagramját, amely a

$$V_{\ddot{o}} - v - \Delta p - n$$

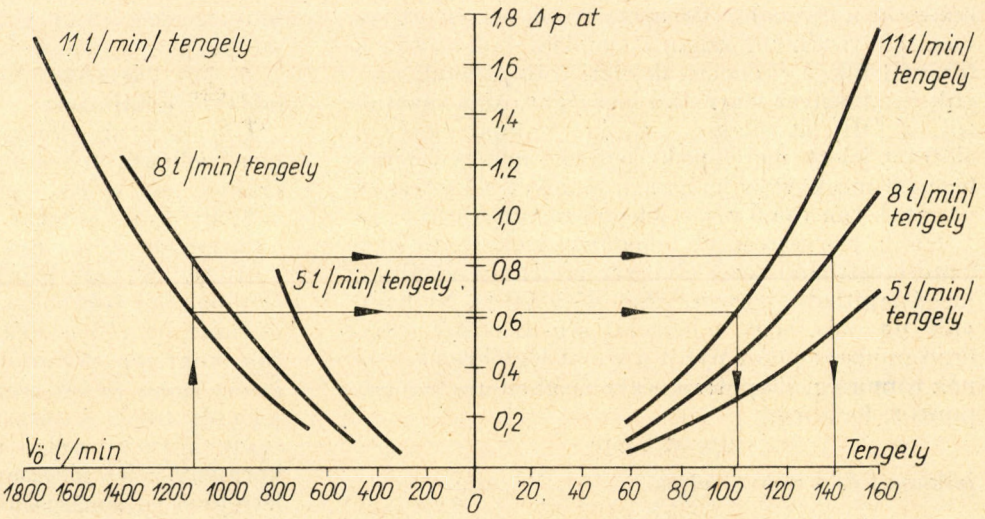
értéknégyes összefüggését érzékelteti. A görbék természetesen csak tájékoztató jellegűek, hiszen a különböző ellenállástényezők értéke, s a fúvások eloszlása erősen ingadozhat.

Mindenesetre megállapítható, hogy a mért és az egyszerűsítésekkel számított értékek egymást kölcsönösen valószínűsítik; vonatjaink végén könnyen felléphet $\Delta p = 1$ att nyomásesés.

Értékeinket *Ernyei* laboratóriumi mérési eredményei is alátámasztják. Az Ernyei-féle kísérletek anyagának felhasználásával készített *6. ábrabeli* diagramból leolvasható a mérések alkalmával vizsgált 1″ belső átmérőjű, egyszerű — tehát szerelvények nélküli — csővezeték esetében az adott körülmények között tapasztalt

$$\Delta p = f(V_c) \quad [\text{at}] \qquad (31)$$

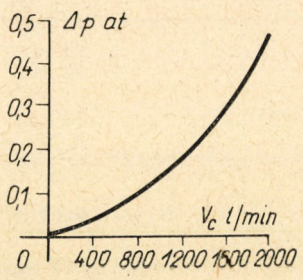
összefüggés.



5. ábra

II. A légveszteség ellenőrzése

A légveszteségek kiküszöbölésére vonatkozó küzdelem alapvető előfeltétele természetesen a légveszteségek ellenőrzése. Ez viszont csak akkor történhet kielégítő módon, ha olyan módszer áll rendelkezésre, mely



6. ábra

a) alkalmazása során magasabb szintű szaktudást nem igényel,

b) az ellenőrzés gyorsan végezhető el,

c) megbízható felvilágosítást nyújt a vizsgált vonatra jellemző tényleges $V_{\ddot{o}}$, illetve v értékre vonatkozóan.

Az európai normál nyomtávolságú vasutak üzemében a légveszteségek ellenőrzésére használt módszer alapelve általában azonos, s inkább csak az előírásban szereplő számértékek takintetében vannak eltérések. E módszer lényege a következő:

A vonat légfékberendezéseinek teljes feltöltése (illetve oldása) után a mozdonyvezetői fékezőszelep fogantyúja olyan — a fékezőszelep típusától függő elnevezésű — állásnak megfelelő helyzetbe állítandó, melynél a főlégtartály és a fővezeték közötti kapcsolat megszakad. Ilyenkor a fővezetéknyomás a légveszteségek következtében folyamatosan süllyed; ha e süllyedés $\Delta p_t/t$ perc mértékegységgel jellemzett üteme egy adott megengedett maximumot meghalad, akkor a légveszteség mértéke csökkentendő; ellenkező esetben a vonat tömörségi állapota megfelelő.

Ugyanazt a módszert alkalmazza az UIC (Vasutak Nemzetközi Egyesülése) is a nemzetközi forgalomra elfogadtatni kívánt fékrendszerek UIC-bemutatóján vizsgált próbavonat légveszteségeinek ellenőrzésére.

A *2. táblázat* néhány vasút vonatkozó előírásait, s az UIC által nemzetközi bemutatóra maximálisan megengedett értékeket tartalmazza.

2. táblázat

Vasút	Legnagyobb megengedett légveszteség
ČSD	0,5 at/4 min
DR	0,1 at/min (személysz. v.)
	0,3 at/min (tehervonat)
DB	0,5 at/min
PKP	0,2 at/min
SNCF	0,3 at/min
UIC	0,3 at/min

A táblázat értékei meglepő mértékben eltérőek. Ennek csak részben oka a különböző vasutak eltérő

műszaki színvonala. Tapasztalatunk szerint egyes vasutak rendkívül szigorú előírásai holt betűnek tekinthetők, s éppen gyakorlati teljesíthetetlenségük eredményez nagyfokú lazaságot. Más vasutak (pl. a DB) látszólagos lazasága valójában olyan előírást jelent, melynek kielégítését nemcsak ténylegesen megkövetelik, hanem amelyet a közlekedő vonatok túlnyomó része jelentősen túlteljesít.

Ha a legveszteségek ellenőrzésének fentiekben ismertetett módszerét elvi szempontból vizsgáljuk, megállapítható, hogy az *alapvetően hibás*. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a légveszteség mértékét ellenőrző módszer akkor nyújt a vonat légfékrendszerének tömörségi állapotára nézve megbízható támaszpontot, ha a mért

$$\Delta p_t \text{ at/t min}$$

jellemző és a vonat teljes

$$V_{\ddot{o}} \text{ l/min}$$

tömítetlenségi légvesztesége között egyértelmű a kapcsolat.

A légveszteség által érintett Q_V l össztérfogat esetében — itt nem közölt elemi gondolatmenet alapján — felírható az alábbi összefüggés:

$$V_{\ddot{o}} = \frac{1}{t} \Delta p_t Q_V \quad [\text{l/min}] \qquad (32)$$

$V_{\ddot{o}}$ értéke tehát adott Δp_t at/t min értékű légveszteség esetében Q_V értékétől is függ. A Q_V térfogat, amelyben a nyomásesési folyamat lejátszódik különböző körülmények között azonos kocsiszámú vonatokban is rendkívül tág határok között változhat.

Adott kocsiszám mellett Q_V értékét befolyásoló tényezők:

1. a vonatban levő kocsik átlagos hossza, mellyel a fővezeték-térfogat közelítően arányos;

2. a fékes kocsik arányszáma. A fékberendezés oldott állapotában ugyanis egyes — fővezeték-nyomású levegővel feltöltött — terek is kapcsolatban vannak a fővezetéktérrel. Mennél nagyobb tehát a ékes kocsik arányszáma, annál nagyobb lesz Q_V értéke is;

3. az oldott fékek esetében a fővezetékkel kapcsolatban levő térfogatok nagysága a kormányszelep típusától és — egyes fékrendszereknél — a fékhenger méretétől is függ.

Annak érzékeltetésére, hogy e tényezők adott Δp_t at/t min jellemző érték mellett is milyen mértékben befolyásolhatják az így adódó $V_{\ddot{o}}$ l/min tényleges légveszteséget, csak egyetlen — igaz hogy szélsőséges — példát hozunk.

A két összehasonlítandó vonat adatait a *3. táblázat* tartalmazza.

Ugyanaz az előírás tehát *A)* vonat esetében igen nehezen teljesíthető $v_A = 3{,}26$ l/min/tengely értéket ad, a *B)* vonatnál „megengedett" $v_B = 32{,}01$ l/min/tengely fajlagos légveszteség pedig az üzemben soha elő nem forduló érték.

A Δp_t at/t min jellemzőre alapított módszernek azonban további súlyos hiányossága is van. Akkor ugyanis, ha a fővezeték utántáplálását megszüntetjük, könnyen előfordulhat, hogy egy-egy erősebb, de az egész vonat szempontjából egyébként nem jelentős fúvás hatására az annak közelében levő egyik kormányszelep működésbe lép. Eközben a kormányszelep megcsapolja a fővezetéket, s az így létrejövő nyomáscsökkenési hullám hatására a fékhatás az egész vonatban elterjedhet. Ennek következtében

a) a sok csapolás a Δp_t érték megnövelésével, mint „légveszteség" jelentkezik,

b) a fékezést határoló állásba került kormányszelepek hatására Q_V értéke lecsökken,

c) korszerű fékek esetében viszont esetleg megkezdődik a fékhengerek tömítetlenségi veszteségeinek utántáplálása. Ilyenkor tehát végképpen nem lehet Δp_t értékről $V_{\ddot{o}}$ alakulására következtetni.

A légveszteségek ellenőrzésének fentiekben ismertetett módszere azonban nemcsak helytelen, de gyakorlati szempontból célszerűtlen is. A vonat tömörségi állapotának ellenőrzése közben ugyanis a fékberendezésekben tárolt sűrített levegő egy része utántáplálás nélkül szökik el, sőt esetleg a fékberendezések kisebb-nagyobb hányada is működésbe lép. A vizsgálat befejezte után tehát a fékberendezések üzemkészségét helyre kell állítani; ez hosszabb vonatok esetében időtrabló folyamat lehet.

Az eddigiekben részletesen megindokoltuk a más vasutak által használt légveszteség ellenőrzési módszer helytelen és célszerűtlen mivoltát. Erre való tekintettel a MÁV 1964 év folyamán a tehervonatokra olyan új rendszert léptetett életbe, mely az ismertetett módszert terhelő hibáktól mentes. A korábbiakban már többször említett módszer lényege a következő:

A légveszteség a vonat légfékberendezésének sűrített levegővel való teljes feltöltése után a *fékező-*

3. táblázat

	A) vonat	*B)* vonat
Kocsiszám	75 db	75 db
Átlagos kocsihossz	10 m	12 m
Fékes kocsik száma	8 db	75 db
Vezetékes kocsik száma	67 db	—
Fékhengerek mérete	közömbös	12″
Fékrendszer	KE	$K\,(G-P)$
Tényleges légveszteség 0,2 at/min nyomáscsökkenés esetében	$V_{\ddot{o}A} = 489$ l/min	$V_{\ddot{o}B} = 4802$ l/min
Fajlagos légveszteség	$v_A = 3{,}26$ l/min/tengely	$v_B = 32{,}01$ l/min/tengely

szelep menetállásában mérendő. A veszteségek utántáplálása tehát a vizsgálat alatt is folyik. Az ellenőrző tömörségi vizsgálat időszakában azonban a sűrített levegő termelésnek szünetelnie kell. Q l térfogatú főlégtartálytérben t min alatt a fékezőszelepen keresztül történő utántáplálás hatására létrejövő Δp at nyomásesés a (32) összefüggés mintájára:

$$V_{\ddot{o}}=\frac{1}{t}\Delta pQ \quad [\text{l/min}] \tag{33}$$

légveszteséget jelent.

A megengedett összes légveszteség legnagyobb értéke — egyelőre — $V_{\ddot{o}}=1200$ l/min; ha a vizsgálat alkalmával a főlégtartályban előállítandó nyomáscsökkenés $p=1$ at, akkor a vonat légvesztesége olyan esetben eltűrhető, ha a

$$t \geqq \frac{Q}{1200} \quad [\text{min}] \tag{34}$$

összefüggés kielégítést nyer. A mozdonyon elhelyezett:

„Légveszteségi jellemző:... mp"

táblán feltüntetett időérték — figyelembe véve a főlégtartály térfogatot — azt a legkisebb 60 t mp értéket adja meg, ameddig legalább tartani kell az 1 at értékű főlégtartály nyomáscsökkenésnek. (Személyvonatokra, valamint egyes kisebb mozdonyok által továbbított tehervonatokra más — részben még hagyományos — előírások vannak, amelyek ismertetésére és indokolására nem térünk ki.)

Kétségtelen, hogy e módszerrel egyértelműen és a vonat befékeződésének veszélye nélkül ellenőrizhető a légveszteség mértéke. Ezzel szemben az is igaz, hogy vonathossztól függetlenül állandó $V_{\ddot{o}}$ l/min légveszteség megengedése rövidebb vonatok esetében igen durva fúvásokat tenne lehetővé; e fogyatékosságot azonban ellensúlyozza az a rendelkezés, hogy *induló vonatban hallható fúvás nem lehet.*

Az ismertetett rendelkezés olyan helyzetben született, amikor a tehervonatok légveszteségének csökkentése az üzembiztonság és a menetrendszerű közlekedés egyik sarkalatos követelményévé vált. Olyan szabályt kellett tehát a korábbi elavult és gyakran teljesíthetetlen előírások helyett alkotni, mely egyszerű, teljesíthető, de ugyanakkor az üzem és üzembiztonság követelményeit sem sérti. Erre hivatott az ismertetett előírás, mely az üzemben igen jól bevált.

A légveszteségek tapasztalható jelentős javulása következtében ma már a rendelkezések továbbfejlesztésére is gondolhatunk, ami három irányban történhet:

a) $V_{\ddot{o}}$ legnagyobb értékének csökkentése a légveszteségi jellemzők 60 t mp értékének növelése útján valósítható meg, [lásd (33) összefüggés];

b) adott 60 t légveszteségi jellemző mellett $V_{\ddot{o}}$ értékének a tengelyszámtól legalább bizonyos mértékben történő függővé tétele úgy valósítható meg, hogy 2—3 tengelyszámlépcsőt megadva, azokra különböző Δp at főlégtartály nyomáscsökkenési értékeket írunk elő;

c) nem látszik lehetetlennek olyan rendszer bevezetése sem, amelynél a mozdonyvezető — ugyancsak a főlégtartálytér nyomáscsökkenési viszonyai alapján — közvetlenül a v l/min/tengely fajlagos légveszteséget ellenőrzi. Ilyen esetben a légveszteségi jellemző helyett a főlégtartály Q össztérfogata tüntetendő fel a mozdonyon, s a vonat tömörségi állapota akkor megfelelő, ha n tengelyszám esetében $t=1$ min alatt észlelt Δp at főlégtartály nyomáscsökkenésből adódó

$$v=\frac{\Delta pQ}{n} \quad [\text{l/min/tengely}] \tag{35}$$

érték egy bizonyos határértéknél kisebb. E módszer ellen felhozható, hogy alkalmazása bizonyos számolási műveletek elvégzését igényli. Bár e műveletek sokkal egyszerűbben elvégezhetők, mint azok, amelyeket a vonatvezető kényszerül végrehajtani, azonban még e számítási munka is megtakarítható. E célból alkalmazható lenne a mozdonyon egy olyan feszmérő, mely ΔpQ l/min-ben van kalibrálva. Az eltolható skála zéruspontja a tömörségi vizsgálat kezdetén uralkodó nyomásnak megfelelő értékre állítandó, és a skála értékek csökkenő nyomás esetében emelkednek. Az ilymódon leolvasható

$$V_{\ddot{o}}=\triangle pQ \quad [\text{l/min}] \tag{36}$$

összes légveszteség ismeretében és bizonyos (pl. $v_{\max}=6$ l/min/tengely) megengedett legnagyobb fajlagos légveszteséget előírva könnyen ellenőrizhető a vonat légvesztesége, melynek az alábbi feltételt kell kielégíteni:

$$V_{\max}n \geqq \Delta pQ \quad [\text{l/min}] \tag{37}$$

ami az említett példa esetében

$$\Delta pQ \leqq 6n \quad [\text{l/min}) \tag{38}$$

korlátozást jelent.

Legújabb értesüléseink szerint a *Szovjet Vasutak* is áttért a légveszteségeknek a főlégtartálytérben történő ellenőrzésére.

*

A fentiekben összefoglaltuk a légnyomásos fékek tömítetlenségi légveszteségeivel kapcsolatos problémák elméleti hátterét. Elméleti úton szerzett ismereteinket egybevetettük az üzemi valósággal. Befejezésül a légveszteségek ellenőrzésének különböző lehetőségeit taglaltuk. Ezzel tisztáztuk az általános problémákat.

Külön tanulmányban tervezzük tárgyalni azokat a kérdéseket, amelyek a légveszteségek üzemi következményeivel, valamint a fúvások megszüntetésének lehetőségeivel kapcsolatosak.

IRODALOM

Ernyei: Die Übertragung der Pressluft und das Verteilungsnetz, Technische Rundschau, 1960. évi 20. sz.
Heller: Vasúti fékezés, Bp. 1965.
MÁV szolgálati iratok.
MNOSZ 1709—56. Csőben áramló folyadékok mennyiségének mérése.
Pattantyús: Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve, Bp. 1961.
Student: Eine einfache Bestimmung der Luftmenge eines Luftverdichters, Eisenbahningenieur, 1962. évi 11. sz.
UIC iratok.

Beszámoló „A nagytávlatú városi közlekedésfejlesztés tervezése" c. konferenciáról

A *Közlekedéstudományi Egyesület Városi Közlekedési Ágazati Szakosztálya* 1967. október 19—20-án „A nagytávlatú városi közlekedésfejlesztés tervezése" címmel a *Közlekedési Múzeumban* konferenciát tartott. A konferencián résztvettek az érdekelt állami és tanácsi szervek, tervezőirodák, kutatóintézetek, egyetemi tanszékek munkatársai, valamint néhány meghívott vendég Csehszlovákiából, Lengyelországból és a Német Demokratikus Köztársaságból. A konferencia vitaindító előadásait a szervező bizottság előzetesen megküldötte az érdekelteknek; részben a kellő felkészülés lehetővé tétele érdekében, részben azért, hogy a konferencián minél több hozzászólásra nyíljék lehetőség.

Először *Szilágyi Lajos* ÉVM főosztályvezető, a Városi Közlekedési Ágazati Szakosztály elnöke üdvözölte a megjelenteket, majd — mint az első ülésszak vezetője — a konferencián résztvevőket tevékeny közreműködésre buzdítva, felkérte *dr. Csanádi György* minisztert, hogy a konferenciát nyissa meg.

Dr. Csanádi György közlekedés- és postaügyi miniszter, az Egyesület elnöke megnyitó beszédében hangsúlyozta: egységes szabályok, általánosan alkalmazható sémák a városi közlekedésben nincsenek, minden városnak külön kell megoldania ide vágó feladatait. A nehézségeket elsősorban az egyéni személygépkocsi forgalom növekedése okozza, ennek viszont alapvető feltétele az úthálózat fejlesztése. Fontos szempont ezen felül a saját használatú személygépkocsi forgalom és a tömegközlekedés helyes arányának tervszerű biztosítása is. Nem kívánjuk a személygépkocsi-állomány növekedését korlátozni, hanem inkább arra kell törekednünk, hogy a közforgalmú tömegközlekedést az egyéni személygépkocsi-tulajdonosok számára is vonzóvá tegyük — mondotta a miniszter.

Dr. Csanádi György örömmel üdvözölte a konferencia napirendjén a számítógépek alkalmazásával kapcsolatos témákat és kiemelte: a számítógépek segítségével a tervezők több változatot, többféle megoldási lehetőséget vizsgálhatnak meg rövidebb idő alatt. Nyomatékosan hangsúlyozta azonban, hogy e korszerű segédeszközök alkalmazása semmiképpen sem csökkenti a közlekedéstervező alkotó szellemi munkájának jelentőségét. Különös örömét fejezte ki végül a fölött, hogy a vidéki városok és megyék tanácsi munkatársai is jelen vannak a konferencián, tekintettel arra, hogy minden városnak legkésőbb 1970-ig ki kell alakítania fejlesztési terveit.

Rövid szünet után a konferencia megkezdte érdemi munkáját. A napirend első pontja „*A nagyobb távlatra történő városi közlekedéstervezés kérdései hazánkban városrendezési szempontból*" c. előadás megvitatása volt. Az Építés- és Városfejlesztésügyi Minisztérium Településfejlesztési Főosztályának munkatársai által összeállított előadás bevezetésképpen az urbanizáció néhány jellemző adatát és a tervezési távlat három ütemét vázolta. Ezt követően a nagytávlatú városrendezési tervezés alapelveit foglalta össze, majd ismertette: milyen adatokat adhat a településtervezés a közlekedéstervezés számára. Végül összefoglalta a közlekedéstervezés vonatkozásában a városrendezés oldaláról támasztott igényeket. Ehhez az előadáshoz *Pongrácz Pál* főosztályvezető (ÉVM) tartott kiegészítő referátumot. Vázolta a nagyobb tervezési távlat meghatározásában mutatkozó felfogás-különbségeket és a tervezés alapadatainak előrebecslésében rejlő problémákat, mint pl. a termelés technológiai folyamatának korszerűsítésében, valamint a szolgáltatások fejlődésében várható változások előirányzását stb. Mindezekre figyelemmel úgy látja, hogy a nagyobb távlatra készült tervekben a tényleges helyzetnek megfelelő időközi módosítások elkerülhetetlenek.

Ugyanezen témakör második vitaindító előadását a KPM Tanácsi Közlekedési Főosztályának munkatársai állították össze „*A nagyobb távlatra történő városi közlekedéstervezés kérdései hazánkban közlekedésfejlesztési szempontból*" címmel. Az előadás a városi forgalom fejlődésével, az eddig alkalmazott fejlődési szorzóknál mutatkozó eltérésekkel, s a várható csúcsórai forgalom becslési módszerével foglalkozott. Az egyéni és tömegközlekedés optimális arányát illetően néhány külföldi és hazai példa ismertetése után a vidéki településeket lakosszámuk szerint öt kategóriába sorolva tett javaslatot a távlatban alapul veendő százalékos megoszlásra, az egyéni gépjárművel utazók és a tömegközlekedést igénybevevők között. Az előadás további része a gépjárművek parkolásával és tárolásával foglalkozott, majd Sopron, Eger, Salgótarján, Veszprém és Oroszlány tervezésével kapcsolatos tanulságokat összegezte. *Aradi Lajos* osztályvezető (KPM) az előadáshoz tartott kiegészítő referátumában a városközpontok problémáit fejtegette. Más megítélés alá esnek a műemléki együttesek és terepviszonyok által inkább kötött dunántúli és Északi-középhegységi városaink, mint a tágasabb alföldi városközpontok. A városközpontokat kialakult állapotukban kell megtartani és nem szabad feláldozni azok jellegét és hangulatát a forgalom érdekeinek. A városközpont nemcsak a városi, hanem a környéki lakosság igényeinek kielégítésére is hivatott.

Jan Kotus főosztályvezető (Varsó) a Lengyel Közlekedéstudományi Egyesület nevében üdvözölte a konferenciát.

Dr. Faragó Kálmán tanszékvezető docens (BME) hozzászólásában hangsúlyozta: valószínűleg sosem fogjuk elérni azt, hogy a városfejlődés prognózisa minden összetevőjében egyformán részletes és azonos időtávlatra vonatkozó legyen. Ez az egyenlőtlenség átfogó jellegű tervekben szinte fel sem tűnik, részletesebb tervekben azonban már problémákat okoz. Ha pl. nagy távlatban 1000 lakosra 300 személygépkocsit számítunk, akkor fel kell tételeznünk azt is, hogy az elmaradott lakásviszonyain-

kat tükröző, országos átlagban 2,4 fő szobánkénti laksűrűség ugyanebben a távlatban egy főre, vagy annál is kevesebbre csökken. Várostervezési normáink között tehát hiányzik az összhang, ezért a közlekedés távlati helybiztosítási követelményeit sem szabad mechanikusan értelmezni. A lakóterületeken az idő folyamán sokféle lehetőség nyílhat rugalmas változtatásokra, a városközpontban ennek a lehetősége sokkal inkább korlátozott. A településtervezési elvek fejlődésében még bizonyos tartalék rejlik.

Wolf Gusztáv rendőrszázados (BM) hangsúlyozta: az egyéni és tömegközlekedés aránya bizonyos határok között módosítható, de a személygépkocsik tárolási igénye mindenkor jelentkezni fog.

Zsitva Tibor főmérnök (VÁTTI) véleménye szerint a közlekedés távlati területigényét egyszeres területfelhasználással kielégíteni nem lehet. A többszörös területfelhasználásra példaképpen megemlíti a lakóház szintjein egymás felett elhelyezett szolgáltató létesítményeket, közintézményeket, garázsokat. Szükség lenne a többszörös területfelhasználás elvén alapuló új tervezési irányelvek, szabályzatok és rendeletek kidolgozására és az építési gyakorlat ennek megfelelő távobbfejlesztésére is.

Kálnoki Kis Sándor osztályvezető (Debrecen) megítélése szerint vidéki városainkban a hétvégi forgalomra az eddiginél több gondot kellene fordítanunk, mert a legnagyobb arányú személygépkocsihasználat hétvégeken várható. Foglalkozott a lakóterületen elhelyezendő garázsok városrendezési problémáival; mind a közelebbi jövőben, mind a távlatban nagyobb mennyiségű személygépkocsi összevont elhelyezését tartja kívánatosnak. Befejezésül a részletes városrendezési terveknek megfelelő közlekedésfejlesztési terv-fajta kialakítását sürgette, mely a városi tanácsok számára a fejlesztési feladatok ütemezett végrahajtásáról kellő áttekintést biztosít.

Berg Artur tudományos főmunkatárs (UKI) rámutatott arra, hogy a forgalomfejlődési szorzók csak ott alkalmazhatók, ahol a település és a forgalom struktúrájában jelentős változásokkal számolni nem kell. Nagyobb települések átkelési szakaszain ezek a szorzók csak átértékelve alkalmazhatók. Javasolta, hogy az egyéni és tömegközlekedés közötti arány kialakítása ne külföldi példák alapján meghatározott arányszámokkal, hanem a helyi körülmények gondos mérlegelésével történjék.

Dr. Kaján Béla osztályvezető (UKI) szerint a fejlődés kezdeti szakaszában a hálózat magasabbrendű útjainak forgalma erőteljesebben fejlődik az átlagoshoz képest, míg az alacsonyabb rendű utak elmaradnak. A fejlődés későbbi szakaszán a magasabbrendű utak forgalmának növekedése kisebb mértékű, viszont a hálózat egyéb, alacsonyabb rendű útszakaszainak forgalma rohamosan növekszik. Kisebb távlatra a KPM fejlődési szorzói jól használhatók, nagyobb távlatban azonban csak az utazási és szállítási igények előrebecslésén alapuló forgalombecslés a helyes. A nagytávlatú tervekkel párhuzamosan minden nagyobb városra el kellene készíteni egy forgalomszabályozási tervet is, amely a jelenlegi viszonyok között egyszerűbb eszközökkel végrehajtható javításokat tartalmazza.

Pápay Zsolt tanársegéd (BME) a személygépkocsi-állomány több külföldi államban a vártnál gyorsabb ütemű fejlődésére figyelemmel úgy véli, hogy a viszonylagos telítettség Magyarországon is a régebben előirányzott időpontnál 20—30 évvel korábban fog bekövetkezni, tehát 2010—2020 év körül. Erre az időpontra a településfejlesztés egyéb kérdései is már reálisabban becsülhetők előre. Néhány jellemző település típusra javasolja az egyéni és tömegközlekedés jelenlegi konkrét megoszlási arányának vizsgálatát.

Szabó Gyula osztályvezető (KPM) külföldi vizsgálatok tanulságát idézve megemlítette, hogy a tömegközlekedés nagyobb mértékben növekvő igénybevétele elsősorban a járatsűrűség fokozásától várható. A csúcsforgalom lebonyolítása a jövőben csak akkor lesz lehetséges, ha az úthálózatfejlesztés és a tömegközlekedés fejlesztése egymással szoros összhangban történik és mind a kettőt a tudományos megalapozottság és a ráfordítások tekintetében egyaránt azonos súllyal kezelik.

Gyurák László osztályvezető (Borsod-A. Z. m.) hangoztatta: a városi közlekedést szolgáltatásként kell kezelni. A megépült Ózd-bolyoki lakótelep példájával szemléltette a jelenlegi tervezési normák fogyatékosságait a személygépkocsik tárolása szempontjából.

Zetelaki Tibor (UVATERV) véleménye szerint városaink kis laksűrűsége, nagy belterülete és ennek következtében kiterjedt helyi forgalmi úthálózatának fenntartása és fejlesztése oly nagy költséget jelent, mely népgazdaságunk teljesítőképességével, s nem utolsó sorban útépítési kapacitásával előreláthatólag a jövőben sem lesz arányban. Ezért kívánatos, hogy terjengős, falusias szerkezetű városainkat még jelentős szanálás árán is tömörebbé és valóban városiassá tegyük. Javasolja, hogy az UKI néhány városban is végeztessen rendszeres forgalomvizsgálatot, hogy reális helyi forgalomfejlődési szorzókhoz jussunk.

Dr. Buzási Géza csoportvezető (Szeged) hivatkozott Szeged város példájára, ahol a forgalomnövekedés az előirányzott ütemhez képest meggyorsult, s beszámolt az eddigi távlati fejlesztési tervek felülvizsgálatának néhány tapasztalatáról. Hangsúlyozta a második közúti Tisza-híd építésének sürgősségét.

Jakab Sándor irodavezető (VÁTTI) rövid visszapillantást tett a városépítés és közlekedés szakemberei közötti együttműködésre, s az ebből fakadó tanulságokat elemezte. A gépjárműállomány növekedési szorzói alkalmazásának városfejlesztési következményeit kielemezni még nem volt idő, többek között ez is alapvető kutatási feladat.

A második ülésszak október 19-én délután, *Ladvánszky Károly* rendőrezredes, a BM Közlekedési Csoportfőnökségének vezetője elnökletével zajlott le; tárgya: *„A számítógépek alkalmazása a városi úthálózat tervezésében"*c. előadás volt, amelyet a KPM Közúti Főigazgatóság, az Útügyi Kutató Intézet és a BME Útépítési Tanszéke egy-egy munkatársából álló szerzői kollektíva állított össze. A módszer alapeszméinek és felépítésének ismertetése után az előadás a tervezési folyamat egyes lépéseit részletezte. A várható forgalom-előrebecslés mód-

szerei között a Fratar-eljárás után a Bureau of Public Roads gravitációs modelljét, valamint a Voorhees típusú gravitációs modellt ismertette az előadás és az utóbbi eljárásra konkrét példát is közölt. A szerzők nevében *dr. Bényei András* adjunktus (BME) tartott kiegészítő referátumot. Ebben rövid áttekintést adott a városi úthálózat tervezésének korszerű módszeréről, amely az alábbi hat lépésből áll: forgalmi vizsgálat, hálózattervezés, a várható forgalom előrebecslése, hálózati ráterhelés, úthálózati variánsok kidolgozása és a legmegfelelőbb változat kiválasztása, végül az eredmények számítástechnikai és közlekedési szempontból történő felülvizsgálata.

E témakör második előadását a Pécsi Tervező Vállalat munkatársai állították össze *„A számítógépes eljárás tapasztalatai Pécs általános rendezési terveinek elkészítése során"* címmel. Az előadás bevezetőjében hangsúlyozta: a termelőerők elrendeződése mereven még rövidebb időszakra sem határozható meg, ezért nyitott és rugalmasan alakítható szerkezetű települések egymással több változatban is együttműködni képes rendszerére van szükség. A közlekedési tervfejezet alapjainak ismertetése után az előadás a távlati áramlási volumenek számítási módszerét vázolta, majd a konkrét pécsi adatfelvétel ide vágó tanulságait összegezte. Az előadás kiegészítő referátumában *Kiss Dénes* főépítész (Pécs) hangoztatta: a gyakorlati tervezés nem választható el az elméleti kutatástól. Saját tapasztalatai alapján állítja, hogy a településtervezés tárgykörében nem lehet határt vonni a közlekedéstervezés és az egyéb tervezési műveletek között. A korszerű tervezés végső soron minden városszerkezeti elem telítettségének alapulvételével történik, s a közlekedéstervezésben használt módszer az egész városszerkezet gazdaságossági vizsgálatának rendszerébe illeszkedik.

Dr. Kovács Attila tud. munkatárs (Pécs) hozzászólásában a pécsi közlekedésfejlesztési tervezésben alkalmazott modellek kiválasztását indokolta azzal, hogy e modellek az általános rendezési terv egyéb területein is felhasználhatók; majd e modellek továbbfejlesztési lehetőségeit fejtegette.

Dr. Kádas Kálmán tanszékvezető egyetemi tanár (BME) hangsúlyozta: a vitatott problémakörben a számítógépes technika csak másodlagos kérdés, elsőrendű fontosságú azonban az alkalmazott matematikai modellek valóságtartalmának vizsgálata. Célszerű tudni azt is, hogy milyen megbízhatósággal és milyen pontossággal lehet ezeket alapul venni. Figyelmeztetett arra, hogy a közúti közlekedés nem egy gazdasági vonatkozásoktól független, „steril" szakterület, mert az egész közlekedés társadalmi-gazdasági célokat szolgál.

Dr. Kaján Béla osztályvezető (UKI) arra figyelmeztetett, hogy a hálózati modellnek nemcsak a főhálózatot kell tartalmaznia, hanem minden olyan egyéb útvonalat is, amely a forgalon szétoszlását, elterelését szolgálhatja. Városi útszakaszon végzett sebesség-forgalom összefüggések vizsgálatai alapján a forgalomtól függő, változó útszakasz-paraméterek alkalmazását javasolja.

Günter Förschner tud. munkatárs (Drezda) a tényleges forgalomnak megfelelő útvonal-számítás konkrét példáján ismertette a Drezdai Műszaki Egyetemen az elektronikus úthálózat-számítás során használt matematikai modellek tökéletesítésére irányuló kutatást. Tájékoztatást adott továbbá az egyetemen e tárgykörben folytatott egyéb kutatási témák helyzetéről is.

Dr. Nagy Ervin főelőadó (Főv. Tan. VB Közl. Ig.) a vidéki városainkat is érintő témák növekvő részarányáról beszélt „A nagyvárosi közlekedés korszerűsítése" c. országos kutatási főfeladat munkái keretében. Megemlítette, hogy a számítógépes programozást a budapest közúti főhálózat tervezése során is alkalmazták.

Dr. Gerle György osztályvezető (ÉVM) hangsúlyozta: a közlekedéstervezés e konferencián bemutatott újabb módszerei sok vonatkozásban útmutatást adnak a városrendezés egyéb ágazatai részére is. Véleménye szerint a műszaki eszközök fejlődésének gyorsulása a nagy távlatra történő előrebecslés hibahatárait hatványozottan növeli.

Márki László osztályvezető (Pécs) a városrendezés és közlekedés együttes tervezésének szükségességét hangoztatta.

Hegyi Kálmán osztályvezető (UVATERV): a konferencia napirendjén levő tanulmányok megítélése szerint átmenetet képeznek a tervezés és kutatás között. Nincsenek teljesen összhangban a tervezőirodai rutinmunkák jellegével. Javasolja: adjanak módot a tervezőknek, hogy a problémákkal folyamatosan foglalkozhassanak; így lehetőség nyílik a módszerek tökéletesítésére is.

Krizsán Gyula tanársegéd (BME) szerint a jelenlegi lakótelepeken is számolni kell egyrészt a parkolóhely hiány forgalomcsökkentő hatásával, másrészt — ha az igényeket ki akarjuk elégíteni — az álló járműveknek több szinten való elhelyezését kell megoldani.

Jakab Tibor tud. munkatárs (UKI) az elhangzottakra válaszolva javasolja az új módszereket alkalmazó vizsgálati eredmények, dokumentumok „védetté" nyílvánítását, hogy később módszertani összehasonlításokra is lehetőség legyen. Hangsúlyozta végül a konferencia témakörében a fokozottabb nemzetközi tapasztalatcsere szükségességét.

Kiss Dénes főépítész (Pécs) a pécsi előadással kapcsolatban elhangzottakra reflektálva az ún. visszacsatolás módszerére utal, amely a valósággal szükséges kapcsolat ellenőrzésére szolgál. Tisztában van a pécsi kezdeményezés fogyatékosságaival és bízik abban, hogy a hazai közlekedéstudományok az e módszer fejlesztése, tökéletesítése terén a rájuk háruló feladatokat rövid időn belül eredményesen fogják megoldani.

Október 20-án reggel a konferencia *Molnár János*, KPM főosztályvezető elnökletével folytatta a munkáját. A harmadik ülésszak az *„Új módszerek alkalmazása a vidéki városok közlekedésfejlesztési terveinek kidolgozása során"* c. előadást vitatta meg. Ezt az UVATERV Közlekedési Osztályának munkatársai állították össze. A szerzők kiemelték: az új módszer lényege voltaképpen nem újdonság, külföldön már számos város közlekedésfejlesztési tervét készítették el ezzel a módszerrel. A metodikát jól áttekinthető számítási sémán mutatták be, majd részletesen foglalkoztak az adatfelvétel és

adatfeldolgozás, a távlati forgalom meghatározása, az úthálózat változatainak tervezése, a távlati forgalom úthálózatra terhelése, az optimális úthálózati tervjavaslat és területfelhasználási terv elkészítésének egyes lépéseivel. Az előadást a Vác, Miskolc, Debrecen és Szolnok tervezése során felmerült problémák ismertetése zárta. *Hegyi Kálmán* osztályvezető (UVATERV) kiegészítő referátumában a miskolci tervezés tapasztalataival foglalkozott és megemlítette, hogy a számított utazások és a nyers statisztika adatai alig térnek el egymástól. Elmondotta, hogy Békéscsaba városára már készül az előző nap Kálnoki Kis Sándor által javasolt, középtávlatú tervfajta, amely a nagytávlatú terv 15—20 éves tervidőszakra való lebontását tartalmazza.

Dr. Jánoshegyi Ferenc irodavezető (UVATERV) hangsúlyozta: azt a kérdést, hogy milyen távlati időszakot vegyünk figyelembe mind a gépjárművel való ellátottságra, mind a területfelhasználásra vonatkozólag, a kialakult tervezési gyakorlattól függetlenül is tovább vizsgáljuk; részben, hogy tervezési módszereinket fejlesszük, részben pedig, hogy városrendező, építész kollégáinkkal a területfelhasználás időpontjainak összehangolásában közelebb kerüljünk egymáshoz.

Heckenast Péter főépítész (Miskolc) az új módszerektől a tervezés hatásfokának megjavulását reméli és úgy látja, hogy ha a módszerek általánossá válnak, a jövőben az alapkoncepció sértetlenül hagyása mellett rövid idő alatt, könnyen lehet majd a tervek időszakos helyesbítését is elvégezni.

Dr. Preisich Gábor irodavezető (BUVÁTI) rámutatott arra, hogy a matematikailag optimális megoldás ismerete ahhoz szükséges, hogy a tervezés végső fázisában — ismét emberi intuició segítségével — a számszerűsíthető és nem számszerűsíthető szempontok eredőjeképpen a társadalom számára legkedvezőbb megoldást kiválaszthassuk. A tervezési távlat vonatkozásában megjegyezte: nem lehet egy olyan város számára közlekedési tervet készítenünk, amelynek ma még körvonalait sem látjuk. Az időbeli, térbeli és ágazatok közötti összhang biztosítása véleménye szerint a városfejlesztésben alapvető jelentőségű.

Takács János osztályvezető (Békésmegyei Tanács) arról beszélt, hogy amíg a távlati tervben több szubjektív elem, több fantázia érvényesülhet, addig a rövid- és középlejáratú tervek ütemezésében és megvalósításában a szubjektívizmus már nem tűrhető, szigorú műszaki, technológiai fegyelemre van szükség.

Siegfried Hillman (Lipcse) a város különféle területegységei és az ezekből származó forgalom közötti összefüggések feltárását célzó, Lipcsében végzett vizsgálat eredményeit ismertette.

Jakab Sándor irodavezető (VÁTTI) arra figyelmeztetett, hogy a méretezés fogalma a mérnöki gyakorlatban különböző értelmű. A város élő organizmus, amelynek fejlődését igen sok erő befolyásolja; várható forgalmát számos feltételezéssel is csak becsülni lehet.

Dr. Kubinszky Mihályné osztályvezető (Sopron) kifejtette, hogy a városközpont tehermentesítése az átmenő forgalomtól Sopron esetében csak a teherforgalom vonatkozásában kívánatos és reálisan megoldható.

Veress Albert irányító tervező (UVATERV) felhívta a figyelmet arra, hogy a jelentős ráfordítással készülő terveket azok jóváhagyása után nem veszik kellőképpen figyelembe; nem egy esetben az érdekelt városok engedékenysége a terv alapvető koncepcióját hiúsítja meg. Javasolja, hogy a tervek betartása felett az eddiginél nagyobb szigorúsággal őrködjenek.

Hegyi Kálmán osztályvezető (UVATERV) a szerzők nevében megköszönte az előadáshoz elhangzott hozzászólásokat. A tervezési távlattal kapcsolatban megjegyezte: egy józan előrelátható távlatra kell terveznünk, és pedig olyan személygépkocsi-telítettségi értékkel, amelyet Magyarországon elképzelni tudunk. Az elképzelést megkönnyíti, hogy nem messze tőlünk egyes országok már elérték a nálunk előirányzott értékeket. Legalább 10 évenként azonban felül kell vizsgálnunk előrebecsléseinket.

Az utolsó ülésszak, *Daczó József* igazgató (Főv. Tan. VB Közl. Ig.) elnökletével, fővárosi témával foglalkozott. A vitaindító előadás címe „*A budapesti közlekedésfejlesztési terv elkészítésének néhány fontosabb problémája*" volt. Az előadás a Főv. Tan. VB Közl. Ig., FŐMTERV. BUVÁTI és a BME Útépítési Tanszéke munkatársai állították össze. A budapesti közlekedésfejlesztési terv előzményeinek ismertetése után az előadás a fejlesztési terv tartalmi felépítését vázolta, majd a várható forgalom előrebecslésének néhány problémájával foglalkozott. A budapesti főúthálózat tervezésének főbb elvein és alapadatain felül az előadás ismertette a kiemelkedőbb konkrét építési előirányzatokat is. Ugyanilyen tagolásban tárgyalta az előadás a tömegközlekedés fejlesztésének alapelveit és áttekintést adott a jelentősebb fejlesztési teendőkről. Az előadás befejező része a városfejlesztés és közlekedésfejlesztés kapcsolatait, valamint a terv végrehajtásának néhány alapvető feltételét vázolta. A kiegészítő referátumot *Nagy Rudolf* igazgatóhelyettes, főmérnök (Főv. Tan. VB Közl. Ig.) tartotta. Bejelentette, hogy a fejlesztési terv első három kötete már a következő évben nyomdai úton elkészül. A mindennapos, konkrét munkát azonban már most is e tervek alapján végzik.

Szilágyi Lajos főosztályvezető (ÉVM) hangsúlyozta, hogy a városi közlekedés nem tárgyalható környezetétől, a várostól függetlenül. Két egymással ellentétes tendenciának vagyunk tanúi: egyfelől az ország lakosságának városokba koncentrálódása folyik, másfelől a személygépkocsik elterjedése a zsúfoltság, levegő-szennyezés, baleseti veszély fokozódása révén rontja a városi életkörülményeket. Olyan városokat kell kialakítanunk, amelyekben ez az ellentmondás feloldódik. Az arányos fejlesztés szempontjainak érvényesítése nagyon reális beruházási és megvalósítási ütemezést követel.

Dr. Turányi István tanszékvezető egyetemi tanár (BME) kifejtette: a hazai közúti közlekedési áramlástan a tudományfejlődés analizációs periódusában van; számottevő lemaradás mutatkozik azonban a külföldi helyzethez képest is az elméleti megalapozás, a szintetizálás terén. Hazánkban is

meg kell indítani az ide vágó külföldi irodalom eddiginél kiterjedtebb tanulmányozását, adaptálását és elsajátítását. Ezután ismertette a külföldön ez idő szerint kibontakozóban levő három, leginkább hasznosítható áramlás-elméleti irányzatot.

Dr. Vörös Balog István rendőrezredes, főkapitányhelyettes (BRFK) hiányolja az előadásokból a közúti közlekedés biztonságával kapcsolatos megfontolásokat. A forgalom-irányításra vonatkozó elgondolások még vázlatosnak sem nevezhetők. Amíg a közúti csomópontok műtárgyaira kidolgozott tervek igen célszerűek, s nem egy közölük már meg is valósult, a forgalomtechnikai fejlesztésre nem csak a jelenben hiányoznak megfelelő törekvések, de a bátor távlati tervezés jelei sem láthatók.

Fáskerti Sándor vezérigazgató (FVV) arra figyelmeztet, hogy a budapesti közlekedésfejlesztési terv járműfejlesztési, energia-ellátási előirányzatai önmagukban és összességükben tekintve helyesek, de az ütemezés tekintetében már a jelen pillanatban is lemaradás észlelhető, s így félő, hogy a későbbiek során a terv egésze sem tud megvalósulni.

Franz Bochynek tud. munkatárs (Berlin) a trendszámítás alkalmazását ismertette a közúti járműforgalomban, Berlin példáján. A személygépkocsiellátottság 200 szgk/1000 lakos telítettségi értékének felvételével az ezredforduló körüli időszakra 3,4-szeres átlagos forgalomfejlődési szorzót számítottak ki.

Berczik András osztályvezető (BUVÁTI) véleménye szerint a területfelhasználás és a forgalom közötti számszerű összefüggések számítógéppel történő kimunkálása és felhasználása nem a tervezés időtávlatának kiterjesztését, hanem a belátható távlaton belüli tervezés pontosságát hivatott fokozni. Útszakaszok, csomópontok egy emberöltőt meghaladó időszakra történő tervezése helyett véleménye szerint az első ütemű, konkrét megoldások tervezésére célszerű az erőket összpontosítani.

Jan Kotus főosztályvezető (Varsó) azoknak a közlekedési vizsgálatoknak a módszerét vázolta, amelyeket a varsói agglomeráció terveinek kidolgozása során alkalmaztak.

Dr. Prinz Gyula osztályvezető (EVM) a fővárosi tömegközlekedésben 1966-ban végrehajtott, honnan—hová rendszerű utasszámlálás néhány érdekes eredményét ismertette és hasonlította össze a korábbi eredményekkel.

Dr. Bényei András adjunktus (BME) nem ért egyet dr. Preisich Gábor és Berczik András hozzászólásával. Véleménye szerint a közlekedési terveket nagy távlatra kell készíteni és javasolja, hogy a településtervezés igazodjék e nagyobb távlathoz.

Kutas László főmérnök (KPM) rövid visszapillantást tett a fővárosi közlekedésfejlesztési koncepció kialakulására, majd kifejtette: a feladat egyrészt a közeli jövőre vonatkozó tervek pontosságának növelése, másrészt a mai technikai és társadalmi fejlődés feltételezésével a 60—80 éves távlat körvonalainak meghatározása a helybiztosítás érdekében.

Dr. Kovács Attila tud, munkatárs (Pécs) felhívta a figyelmet az ún. hálódiagram eljárásra, mellyel könnyen áttekinthető összhangot lehet biztosítani az előkészítés, tervezés, területi előkészítés és tényleges kivitelezés között. A nagyobb távlatra történő demográfiai előrebecslésnek is megvannak a lehetőségei, mert a népesedési görbe törései hosszabb időtávlatban kiegyenlítődnek és a görbe eredeti tendenciája érvényesül.

Koller Sándor adjunktus (BME) hangsúlyozta: az a lényeges, hogy a fajlagos gépjármű-ellátottság konszolidációjáig, illetve az azt megközelítő állapotig előretekintsünk, tehát nem az időtávlat, hanem a tervezési állapot a döntő. Bár a korszerű forgalomirányítás nem csodaszer, ennek fejlesztése nyílván elsőrendű feladat, de necsak beszéljünk róla, necsak ígérgessünk, hanem ténylegesen is lépjünk már előre ezen a téren.

Gyulai Géza docens (BME) a különféle városi területegységek fajlagos utazási szükségleteire vonatkozó vizsgálat eredményét és az ezekből levonható következtetéseket ismertette.

Nagy Rudolf ig. h. főmérnök (Főv. Tan. VB Közl. Ig.) az előadás szerzői nevében reflektált a hozzászólásokra. Megítélése szerint a tervezési távlat sarkalatos kérdése az ellátottsági szint, amit különösképpen senki sem vitatott; időpontokat egyáltalán nem szükséges ezzel kapcsolatban említeni. Válasza befejező részében méltatta a hozzászólásokban megnyilvánult egészséges lokálpatriotizmust és szakmai szeretetet.

Ezt követően *Daczó József*, az ülésszak elnöke berekesztette a vitát és felkérte *Sarlós Istvánt*, a Főv. Tan. VB elnökét, hogy tartsa meg záróbeszédét.

Sarlós István VB elnök a konferencia zárószavában arra emlékeztetett, hogy egyetlen alkotás sem létezhet önmagában, anélkül, hogy ne kapcsolódnék más alkotásokhoz, vagy ne teremtse meg saját kapcsolatainak feltételeit a jövőben létrehozandó alkotásokkal. Az egyén életében is érvényesül a hosszú évtizedekre előre való gondolkodás. A távlatokat ellenőrzésként kell felhasználni a mai feladatok megoldására, de a távlatot pontosan megfogalmazni nem lehet. A gépkocsi a jövőben nálunk is munkaeszköz lesz, — olyan értelemben, hogy a munka megfelelő végzéséhez megfelelő üdülés, pihenés is szükséges, s az emberek gyakrabban hagyják el majd lakásukat és városukat. A nyugdíjas emberek is többet fognak mozogni, mint ma.

A városi közlekedésfejlesztési beruházásokkal kapcsolatban Sarlós István hangoztatta: ezek nem mérlegelhetők kizárólag gazdasági szempontból, a befektetett összegek megtérülési ideje szempontjából, mert előnyük, hasznuk sokszor nem forintban térül meg és csak hosszabb idő múlva jelentkezik. A budapesti tömegközlekedés mai állapota kétségtelenül az egyik oka az emberek türelmetlenségének és fáradtságának. Ha emeljük a tömegközlekedés színvonalát, kényelmét, javul a munka, de az otthoni légkör is. Arra kell törekednünk, hogy az embereket a városi közlekedés a lehető legkevésbé vegye igénybe. A külföldi példákról szólva Sarlós István megjegyezte: tanulni mindegyikből lehet, de egyiket sem kell szószerint átvenni, szolgai módon lemásolni. Meggyőződésem, hogy az érintett szakágazatok összefogásával meg tudjuk oldani az előttünk álló feladatokat — mondotta záróbeszédében Sarlós István.

Berczik András

A 14-D-40 típusú Diesel-motor korszerű fordulatszám-szabályozásának szabályozástechnikai vizsgálata

BAKÓ BÉLA

Bevezetés

A korszerű fordulatszám-szabályozó berendezéseknek a Diesel-villamos mozdonyoknál biztosítaniuk kell a hajtómotor fordulatszámának állandóságát és a főgenerátor gerjesztés-szabályozásán keresztül a teljesítmény állandóságát is. E kettős feladatra szerkesztett fordulatszámszabályozók általában bonyolult kivitelűek, és nagyobb javítások után beállításuk (beszabályozásuk) akkor sikerülhet, ha ismerjük a szabályozó berendezés átviteli tagjaira vonatkozó összefüggéseket, amellyel felépíthető a fordulatszám-szabályozó hatásvázlata.

Azok az összefüggések, amelyek megmutatják az átviteli tag kimenő jellemzőjének változását a bemenő jellemző megváltozásának hatására, differenciálegyenletek, amelyekben a be- és kimenő jellemzők, valamint időszerinti differenciálhányadosaik, esetleg integráljaik szerepelnek.

Első lépésben tehát elméleti megfontolásokból kiindulva — a működési vázlat alapján — fel kell írni az átvivő tagok differenciálegyenletét. Minden esetben kifogástalan, egzakt matematikai módszerekre támaszkodni nem lehetséges, de nem is szükséges, mivel a szabályozáselméletben használt egyszerűsítő feltételek kielégítő pontosságot nyújtanak.

Az állandó együtthatójú lineáris differenciálegyenletekkel jellemezhető szabályozási rendszerek vizsgálatát egyszerűbbé lehet tenni, ha az időbeli viselkedést leíró egyenletek jellemzőit a Laplace-transzformáció alkalmazásával komplex számaikba ültetjük át. A differenciálegyenletek a komplex tartományban egyszerű algebrai egyenletként kezelhetők.

A korszerű fordulatszám-szabályozó berendezések differenciálegyenletei nem minden esetben lineárisak. A nem lineáris differenciálegyenleteket linearizálni kell, ami azt jelenti, hogy a vizsgálat csak egy-egy munkapontra korlátozódik.

A fordulatszám-szabályozó szerkezeti elemei

A fordulatszám-szabályozó hatásvázlatának felépítése előtt tekintsük át röviden a szabályozó működését, az *1. ábra* alapján.

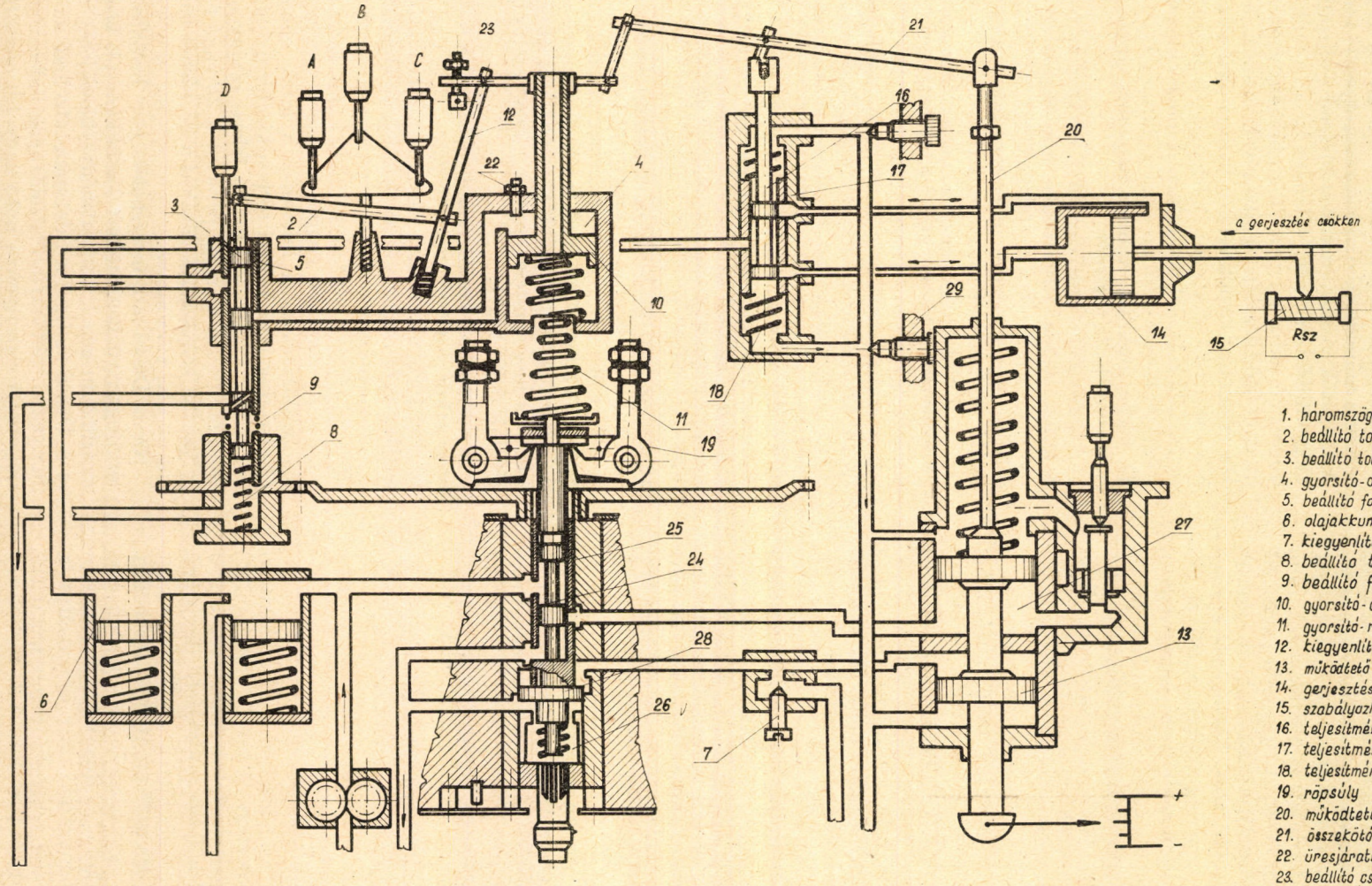
A Diesel-motor egy egységet képező befecskendező szivattyújának fogasléceivel a *13* működtető dugattyú van kapcsolatban. A kettős dugattyúból álló működtető dugattyú felső részén rugó van elhelyezve, amellyel a felső működtető dugattyú alatt levő — beállított nyomású — *27* térbe zárt olaj tart egyensúlyt. Ha a *27* működtető térbe zárt olaj nyomása nő — egy adagolt mennyiségű olaj bejutása miatt — akkor a *13* dugattyú megemelkedik és magasabb helyzetben tart egyensúlyt a terhelő rugóval, amihez nagyobb mennyiségű tüzelőanyag-befecskendezés tartozik. A *27* térből egy olajadag távozásakor pedig a *13* dugattyú alacsonyabb helyzetében jön létre az előbbi egyensúly, amihez kevesebb tüzelőanyag-befecskendezés tartozik.

A szabályozáskor kialakuló túllengések megszüntetése a működtető olaj visszavezetésével történik. A lengések visszavezetéssel történő csillapítását a kiegyenlítő szerkezet, valamint az alsó működtető dugattyú oldja meg, a *16* stabilizáló rugó és a *7* kiegyenlítő-tűszelep segítségével. Ahhoz, hogy a Diesel-motor tüzelőanyag-befecskendezését növelni lehessen, a *24* tolattyúnak lefelé, a *13* dugattyúnak pedig felfelé kell elmozdulnia. A lefelé elmozdult *24* tolattyú következtében az olajakkumulátor olaja a *27* térbe áramlik, amihez nagyobb tüzelőanyag-befecskendezés tartozik.

Az alsó működtető dugattyú feletti olaj nyomása a felfelé történő elmozdulás következtében nő és nyomást gyakorol a *25* adagoló tolattyú forgóperselyére, amely viszont lefelé mozdul el, a *26* stabilizáló rugó ellenében, és ezáltal azonnal megszünteti a *6* olajakkumulátor olajának beáramlását a *27* működtető térbe, mivel a *24* tolattyú és a *25* persely egymáshoz viszonyított helyzete megegyezik a szabályozási folyamat előtti alaphelyzettel. A szabályozáskor kialakulható lengés növekvő hulláma tehát vissza van vezetve azáltal, hogy a *13* dugattyú — és ezáltal a befecskendező szivattyú — túllengése előtt a *24* tolattyú megszünteti a *6* olajakkumulátor olajának beáramlását, a kiegyenlítő szerkezet, az alsó működtető dugattyú és a *7* kiegyenlítő-tűszelep segítségével. A *26* rugóval a *28* dugattyú feletti tér olajnyomása tart egyensúlyt, amely az alsó működtető dugattyú feletti térrel van kapcsolatban. A *7* kiegyenlítő-tűszelepen keresztül a két tér nyomása kiegyenlítődik és a *26* rugó a *25* perselyt az eredeti állásába engedi vissza. A *7* tűszelep beállításának olyannak kell lenni, hogy a két tér kiegyenlítése éppen a visszavezetés befejezésekor érjen véget.

A kevesebb tüzelőanyag-befecskendez és szabályozásakor történő visszavezetés is hasonló elv szerint történik. Ehhez ugyanis a *24* tolattyúnak felfelé, a *13* dugattyúnak lefelé kell elmozdulnia. A felfelé elmozduló *24* tolattyú összeköttetést létesít a *27* tér és a szabályzó olajteknője között. Ezáltal a *13* dugattyú rugója kevesebb befecskendezés beállítását teszi lehetővé. A lefelé elmozduló *13* alsó dugattyú feletti térben kisebb nyomás keletkezik, miáltal a *28* gyűrű feletti olajnyomás is csökkenni kezd és a *25* perselyt a *26* rugó felsőbb helyzetbe kényszeríti. Ezáltal a *27* térből megszűnik az olaj kiáramlása.

Ha a Diesel-motor terhelése egy beállított vezérlőfogantyúállás mellett lecsökken (pl. kisebb a segédüzemi gépek teljesítményszükséglete), akkor ez a Diesel-motor fordulatszám-növekedését eredményezné, változatlan tüzelőanyag-befecskendezés mellett. A röpsúlyokra ható nagyobb centrifugális erő a *24* tolattyút felfelé mozdítja, így a *27* térből



1. háromszögletű lemez
2. beállító tolattyú emeltyűje
3. beállító tolattyú
4. gyorsító-dugattyú feletti tér
5. beállító forgó-perselye
6. olajakkumulátor
7. kiegyenlítő tűszelep
8. beállító tolattyú rugója
9. beállító forgó-persely rugója
10. gyorsító-dugattyú
11. gyorsító-rugó
12. kiegyenlítő emeltyű
13. működtető dugattyú
14. gerjesztés-szabályozó
15. szabályozható ellenállás
16. teljesítményszabályozó tolattyú
17. teljesítményszabályozó persely
18. teljesítményszabályozó rugó
19. rópsúly
20. működtető dugattyúrúd
21. összekötő emeltyű
22. üresjárati fordulatszámot beállító csavar
23. beállító csavar
24. adagoló tolattyú
25. adagoló forgópersely
26. stabilizáló rugó
27. működtető tér
28. kiegyenlítő dugattyú
29. teljesítményszabályozó tűszelep

1. ábra. A 14-D40 típusú Diesel-motor fordulatszám-szabályozója

olajadag távozik az olajteknőbe. A lefelé elmozduló *13* dugattyú viszont annyival kisebb tüzelőanyag-befecskendezést fog beállítani, hogy a Diesel-motor fordulatszáma a lecsökkent terhelés ellenére is állandó értéken marad.

A Diesel-motor terhelés növekedésekor előálló fordulatszámcsökkenés a *24* tolattyú lefelé történő elmozdulását jelenti, amely viszont olyan olajnyomás-szintet állít be a *27* térben, hogy a befecskendezett tüzelőanyag növekedése biztosítani tudja a fordulatszám állandóságát.

A fordulatszám-fokozatok beállítása

A különböző fordulatszám-fokozatokat a *10* dugattyúra ható olajnyomás nagysága — vagyis a *10* dugattyú helyzete — határozza meg, amelyet a *3* fordulatbeállító tolattyú és az *5* fordulatbeállító persely elmozdításával lehet szabályozni. A *3* tolattyú, illetőleg az *5* persely elmozdulásakor a szabályozónyílás biztosítja a *6* olajakkumulátor és a *10* dugattyú feletti tér közötti kapcsolatot. A *3* tolattyút lefelé egy háromszögletű lemezzel kombinált csuklós mechanizmus mozdítja el a megfelelő mágnestekercsek működtetése útján. Felfelé pedig a *8* rugó segítségével foglalja el alaphelyzetét. A szabályozónyílás nyitását az *5* persely tengelyirányú elmozdításával is szabályozni lehet egy külön mágnestekercs működtetésével, amit alaphelyzetbe a *9* rugó nyom vissza. A *3* tolattyút a szabályozónyílást záró középhelyzetébe az elmozdult *10* dugattyú vezeti vissza mechanikus rudazat segítségével. A *3* tolattyú elmozdulásának mértékét 3 db mágnestekercs kombinációjával lehet elérni (7 fokozat), amelyet az *5* persely „megfelez" és így 14 fordulatszám-fokozat valósítható meg. Az üresjárati fordulatszámot pedig a *10* dugattyú és a *22* csavar ütközése szabja meg.

A vezérlő fogantyúnak a kívánt fordulatszám-fokozatba történő helyezésével gerjesztést kap a kombinációban részt vevő mágnesek gerjesztőtekercse, amely nyomást gyakorol a háromszögletű lemezre és a *3* tolattyút lefelé mozdítja. Ennek következtében a szabályozónyíláson át a *6* akkumulátor nagynyomású olaja a *10* dugattyú fölé áramlik. Ennek hatására a *10* dugattyú a vezérlő-fogantyú-állásának megfelelő fordulatszámot állítja be a *24* tolattyú, majd a *13* dugattyú szükség szerinti elmozdításával. A *4* térben levő nagyobb nyomás hatására a lefelé mozduló *10* dugattyú azonnal megkezdi a *3* tolattyú mechanikus visszavezetését is a *12* emeltyűn keresztül.

A kisebb fordulatra történő szabályozáskor a *3* tolattyú felfelé mozdul és a *4* térből olaj távozik az olajteknőbe. Ezáltal a felfelé elmozduló *10* dugattyú egy alacsonyabb fordulatfokozaton tart egyensúlyt a *4* térben levő nyomással és az ugyancsak felfelé elmozduló *24* tolattyú hatására a *13* dugattyú is egyensúlyi helyzetbe kerül.

A fordulatszám-szabályozó gerjesztést szabályozó szerepe

A fordulatszám-szabályozó berendezés terhelésszabályzó (teljesítményszabályzó) szervmotorral is rendelkezik. Lehetőség van tehát — adott fordulatszám mellett — a Diesel-motor és a főgenerátor teljesítményének összehangolására. A teljesítményszabályozás a főgenerátor gerjesztésének változtatásával történik azáltal, hogy a gerjesztési körben levő szabályozó tekercs gerjesztését egy változtatható ellenállás *(15)* a kívánt értékre állítja, amelyet a *14* gerjesztésszabályozó szervmotor működtet. A teljesítményszabályozó szervmotor egy mindkét oldalról azonos rugóállandójú *18* rugóval terhelt *17* perselyben mozgó *16* tolattyúból és 2 db tűszelepből *(29)* áll. A *14* dugattyújának a megfelelő irányban történő elmozdulását a *16* tolattyú vezérli, amelynek rúdja a *10* és *13* dugattyúkat összekötő emeltyűre *(21)* kulisszaszerűen van felfüggesztve. Ezáltal egyrészt a *10*, másrészt a *13* dugattyú mozgását követi. A *16* tolattyú emelkedésekor a felső szabályozónyíláson a *6*-ból a *14*-be áramló olaj és a *14* bal oldali teréből — az alsó tűszelepen át — az olajteknőbe áramló olaj a *14* dugattyút gerjesztést csökkentő irányba mozgatja. A középhelyzetből lefelé mozduló *16* tolattyú pedig növeli a gerjesztő körben levő szabályozó tekercs gerjesztését.

Ha a főgenerátor nyomatéka a vontatási ellenállások változása miatt megváltozik — pl. növekszik — akkor a Diesel-motor fordulatszáma csökkenni kénytelen, amit a *19* röpsúly érzékel és az előzőekben leírtak szerint a *13* dugattyú úgy növeli a Diesel-motor tüzelőanyag-befecskendezését, hogy a vezérlőfogantyúval kijelölt fordulatszám az előírt értéken marad. A felfelé mozduló *13* dugattyú ugyancsak felfelé mozdítja a *16* tolattyút is a *21* emeltyű útján, amely a szabályozó tekercs gerjesztésének csökkenését eredményezi. A szabályozó tekercs gerjesztéscsökkenése végső soron a főgenerátor feszültségének csökkenését jelenti. A főgenerátor feszültségcsökkenésének olyan mérvűnek kell lenni, hogy az a megnövekedett áramértékkel szorozva — a megnövekedett vontatási nyomatékigény kielégítése mellett is — az állandó teljesítményt szolgáltassa.

A teljesítményszabályozás másik általános esete a vezérlő fogantyú új helyzetében alakul ki. Az új helyzetben a *13* dugattyú egy másik, pl. magasabb fordulatfokozatnak megfelelő helyzetet foglal el, azaz a *10* dugattyú a nagyobb közbezárt olajnyomás hatására lesüllyed. Lesüllyedésével a *21* emeltyűn keresztül lefelé mozdítja el középhelyzetéből a *16* tolattyút is, amely a *14* dugattyúját, illetőleg a változó ellenállást *(15)* a nagyobb gerjesztés irányába módosítja. A magasabb fordulatfokozat tartásához a *24* tolattyú a *27* térbe bocsát olajadagot. A *13* dugattyú tehát megemelkedik. Emelkedésével a *21* emeltyűn keresztül visszavezeti a *16* tolattyút a nyílásokat záró középhelyzetébe. A párhuzamosan lejátszódó folyamatok végén tehát a Diesel-motor egy magasabb fordulatfokozaton jár és nagyobb teljesítményfokozatot „vehet le" a főgenerátor. Alacsonyabb fordulatfokozatok beállításakor a mozgások ellentétesek.

Ezek után a szabályozó szabályozástechnikai vizsgálatával foglalkozunk.

A szabályozási kör felépítése

A centrifugálsúlyos fordulatszám-szabályozó berendezés — szabályozástechnikai szempontból — hat egymástól elkülönített részre bontható:

1. A centrifugálsúly-rugó rendszer, amely a fordulatszám hibajellel arányos kimenőjelet szolgáltat.

2. A töltést szabályozó szervomotor.

3. A teljesítményt és gerjesztést szabályozó szervomotorok.

4. A hidraulikus rugóelőfeszítő, amellyel az alapjelet jelentő fordulatszámérték beállítható.

5. A hidraulikus rugóelőfeszítést vezérlő mechanizmus.

6. Az állandó vezérlőolajnyomást biztosító akkumulátor és az olajszivattyú.

A centrifugálsúly-rugó rendszer átviteli függvénye

A centrifugálsúly-rugó rendszer a szögsebességgel, illetve fordulatszámmal, mint bemenő jellel négyzetesen arányos centrifugális erőt összehasonlítja a rugóerő valamely előre beállított értékével és kimenőjelként az eltéréssel arányos értékű elmozdulás-jelet szolgáltat.

Az érzékelő kimenőrúdjának (adagolótolattyú) elmozdulása a töltésszabályozó szervomotor dugattyújának (működtető dugattyú) elmozdulását eredményezi. A töltéstszabályozó szervomotor erősítőként szolgál. Feladata, hogy a röpsúlyos szabályozó kis energiaszintű jelét a befecskendező szivattyú fogaslécének mozgatásához szükséges energia-szintre emelje.

A működési vázlat jelöléseinek figyelembevételével *(2. ábra)* a magára hagyott szabályozási kör centrifugálsúly-rugó rendszer adagoló tolattyújára — az adagoló tolattyú tehetetlenségi erejének elhanyagolásával — az alábbi tranziens állapotra vonatkozó egyensúlyi egyenlet írható fel:

$$\frac{a}{b} m \cdot R \cdot \omega^2 + c_1 \cdot x_t + M \frac{d^2 x_t}{dt^2} + k \frac{dx_t}{dt} = 0 \qquad (1)$$

ahol $\frac{a}{b} m \cdot R \cdot \omega^2 = F_{c0}$,

a fordulatszám-érzékelő tengelyközepére vonatkoztatott eredő centrifugális erő, amelynek nagysága a *3. ábra* alapján:

$$F_c = 2 \cdot m_1 \cdot R \cdot \omega^2$$

és

$$m = 2m_1,$$

valamint

$$F_{c0} \cdot b = F_c \cdot a$$

összefüggés felhasználásával

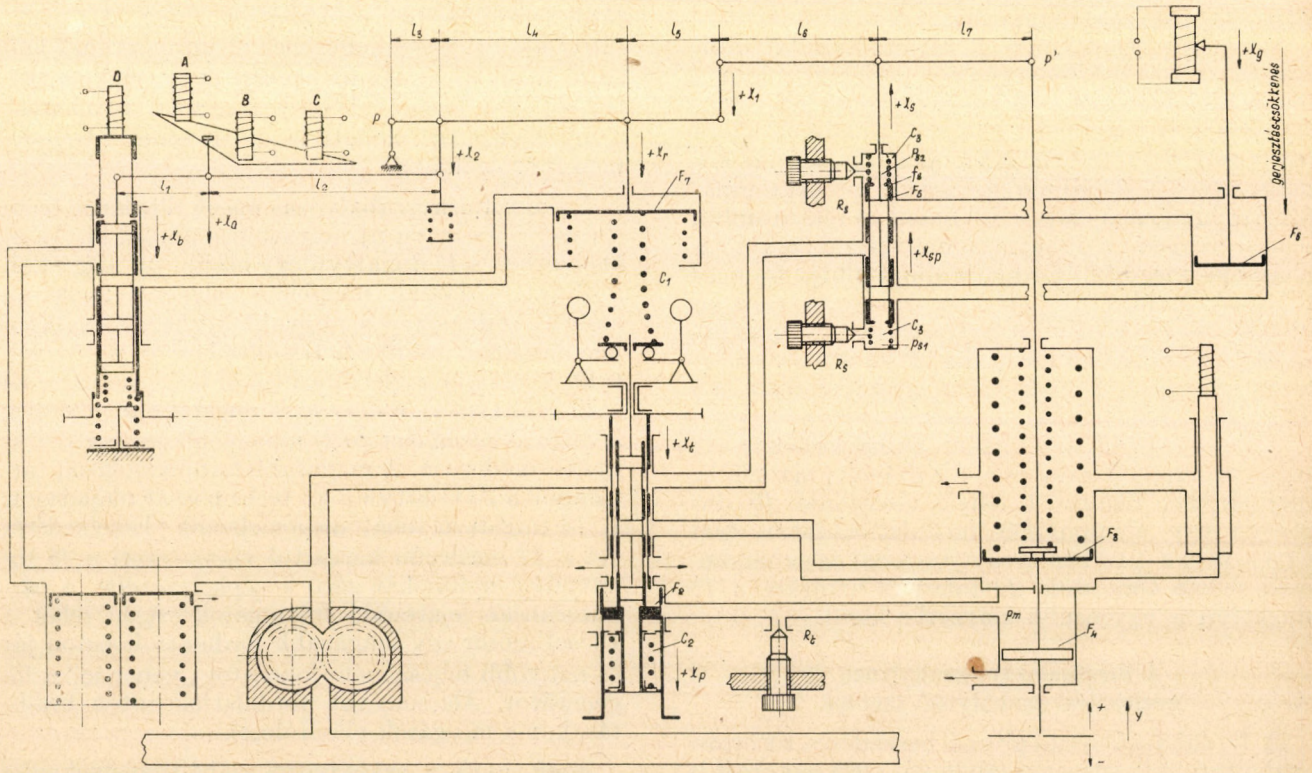
$$F_{c0} = \frac{a}{b} \cdot F_c = \frac{a}{b} m \cdot R \cdot \omega^2$$

$M \frac{d^2 x_t}{dt^2}$ = a fordulatszám-érzékelő tengelyközepére redukált tehetetlenségi erő

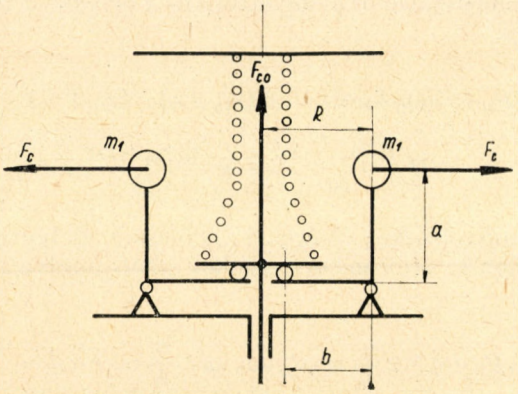
M = a tengelyközépre redukált lengő tömegek összege,

$c_1 \cdot x_t = F_r$ = rugóerő, a bemenő jellemző függvényében,

c_1 = a centrifugálsúly rugó-rendszer rugójának merevsége,



2. ábra. A fordulatszám-szabályozó berendezés működési vázlata



3. ábra. A centrifugálsúly-rugó rendszer erőviszonyai

$x_r=0$, mivel a szabályozási kör vizsgálata első lépésben magára hagyott szabályozási körre korlátozódik, amikor is a gyorsító dugattyú fix helyzetét a fölötte levő olajmennyiség egyértelműen meghatározza. Ez a helyzet áll fenn akkor, amikor a vontatójármű vezetője a vezérlő fogantyút egy általa kiválasztott állásba helyezi és azon nem változtat,

$k\frac{dx_t}{dt}=F_{cs}$=csillapító erő, amely arányos és ellentétes értelmű a sebességgel,

k=a csillapítási tényező.

Ilyen kapcsolat jön létre akkor, ha szilárd test folyadékban mozog, vagy nedves felületen csúszik. A nedves csillapítás figyelembevétele, illetve az adagoló tolattyú elmozdulásánál a nedves csillapítás törvényszerűségének feltételezése indokolt, mert az adagoló tolattyú egy forgó perselyben mozog, amely éppen azt hivatott biztosítani, hogy a persely és a tolattyú között folytonos olajfilm alakuljon ki.

A tranziens állapotra vonatkozó egyensúlyi egyenlet nem lineáris differenciálegyenlet, amelyet linearizálni kell.

A differenciálegyenletben ω (bemenő jel), x_t (kimenő jel) és R változóak.

Linearizálás céljából felírható a változóknak egy rögzített érték körüli ingadozása:

$$\omega_1=\omega_0+\omega$$
$$x_{t1}=x_{t0}+x_t$$
$$R_1=R_0+r$$

A helyettesítéseket elvégezve az

$$\frac{a}{b}m(R_0+r)(\omega_0+\omega)^2=$$
$$=-c_1(x_{t0}+x_t)-M\frac{d^2(x_{t0}-x_t)}{dt^2}-k\frac{d(x_{t0}+x_t)}{dt}$$

egyenlet adódik.

A műveleteket elvégezve kapjuk:

$$\frac{a}{b}m(R_0\omega_0^2+2R_0\omega_0\cdot\omega+R_0\omega^2+r\omega_0^2+2r\omega_0\cdot\omega+r\omega^2)=$$
$$=-c_1\cdot x_{t0}-c_1\cdot x_t-M\frac{d^2(x_{t0}+x_t)}{dt^2}-k\frac{d(x_{t0}+x_t)}{dt}$$

Az $R_0\cdot\omega^2$, mint másodrendű kicsiny mennyiség elhanyagolható.

A $2r\cdot\omega_0\cdot\omega$, mint másodrendűen kicsiny mennyiség szintén elhanyagolható.

Az $r\omega^2$, mint harmadrendűen kicsiny mennyiség ugyancsak elhanyagolható, és a $\frac{d^2x_{t0}}{dt^2}$, valamint a $\frac{dx_{t0}}{dt}$ differenciálhányadosok értéke nulla.

Ezek figyelembevételével a differenciálegyenlet:

$$\frac{a}{b}m\cdot R_0\cdot\omega_0^2+2\frac{a}{b}m\cdot R_0\cdot\omega_0\cdot\omega+\frac{a}{b}m\cdot r\cdot\omega_0^2=$$
$$=-c_1\cdot x_{t0}-c_1\cdot x_t-M\frac{d^2x_t}{dt^2}-k\frac{cx_t}{dt}$$

A *4. ábra* jelöléseivel kis elmozdulásokra írható, hogy

$$\beta=\frac{r}{a}\quad\text{és}\quad\beta=-\frac{x_t}{b},\quad\text{amiből}\quad r=-\frac{a}{b}x_t.$$

A választott munkapontnak az állandósult állapotra vonatkozó egyensúlyi egyenlete — figyelembe véve, hogy az állandósult állapotra vonatkozó differenciálhányadosok nulla értékűek — az alábbiak szerint alakul:

$$\frac{a}{b}m\cdot R_0\cdot\omega_0^2+c_1\cdot x_{t0}=0 \qquad (2)$$

A munkapont körüli változásokra vonatkozó egyenletből kivonva a munkapontra felírt egyensúlyi egyenletet, figyelembe véve még r és x_t összefüggését is, írható:

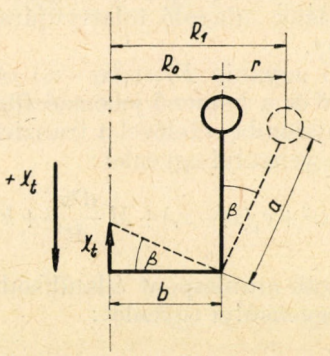
$$\frac{a}{b}m\cdot R_0\cdot\omega_0^2+2\frac{a}{b}m\cdot R_0\cdot\omega_0\cdot\omega-\frac{a^2}{b^2}m\cdot x_t\cdot\omega_0^2-$$
$$-\frac{a}{b}m\cdot R_0\omega_0^2=$$
$$=-c_1\cdot x_{t0}-c_1\cdot x_1+c_1\cdot x_{t0}-M\frac{d^2x_t}{dt^2}-k\frac{dx_t}{dt},$$

és az összevonás után

$$2\frac{a}{b}m\cdot R_0\cdot\omega_0\cdot\omega-\frac{a^2}{b^2}m\cdot x_t\cdot\omega_0^2=$$
$$=-c_1\cdot x_t-M\frac{d^2x_t}{dt^2}-k\frac{dx_t}{dt}.$$

A kimenő és bemenő jellemzők szerint rendezve az egyenletet és áttérve a Laplace-transzformáció alkalmazásával a komplex számsíkba, kapjuk:

$$s^2\cdot M\cdot x_t+s\cdot k\cdot x_t+c_1\cdot x_t-\frac{a^2}{b^2}m\cdot\omega_0^2\cdot x_t=$$



4. ábra. A centrifugálsúly és az adagoló tolattyú elmozdulása

$$= -2\frac{a}{b} m \cdot R_0 \cdot \omega_0 \cdot \omega,$$

amelyből

$$x_t\left(s^2 \frac{M}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2} + s \frac{k}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2} + 1\right) =$$

$$= -\frac{2\frac{a}{b} m \cdot R_0 \omega_0}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2} \omega.$$

A fordulatszám átviteli tényező és az időállandók kifejezéseinek bevezetése után az átviteli függvény az alábbi alakot kapja:

$$x_t = \frac{K_\omega}{s^2 \cdot T_1^2 + s \cdot T_2 + 1} \omega, \qquad (3)$$

ahol:

$$K_\omega = \frac{2\frac{a}{b} m \cdot R_0 \cdot \omega_0}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2},$$

a fordulatszám átviteli tényező, amelynek nagysága a röpsúly-rendszer méretarányától, tömegétől és a rugó merevségétől függ. Az R_0 és ω_0 előfordulása arra utal, hogy a fordulatszámátviteli tényező munkapont függő. Az átviteli függvény időállandói pedig:

$$T_1 = \sqrt{\frac{M}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2}}$$

és

$$T_2 = \frac{k}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2}$$

amelyek szintén munkapont függőek.

A (3) egyenlet meghatározásánál az x_r bemenőjel értéke zérus értékű, amelyből a szabályozó izokron jellege volt látható.

Más a helyzet azonban akkor, amikor a vontatójármű vezetője a töltést szabályozó vezérlő fogantyút egy másik állásba helyezi, mert ebben az esetben új alapjelet (fordulatszámértéket) parancsol, amelyhez az x_r elmozdulása is szükséges.

Az x_r elmozdulása megváltoztatja a centrifugálsúlyrugórendszer adagoló tolattyújára vonatkozó (1) egyenletet.

A rugóerő ugyanis $F'_r = c_1(x_t - x_r)$ értéket veszi fel, a kimenő és a bemenő jellemző függvényében.

Ennek figyelembevételével a tranziens állapotra vonatkozó egyensúlyi egyenlet:

$$\frac{a}{b} m \cdot R \cdot \omega^2 + c_1(x_t - x_r) + M\frac{d^2x_t}{dt^2} + k\frac{dx_t}{dt} = 0 \qquad (4)$$

és a választott munkapont állandósult állapotára vonatkozó egyensúlyi egyenlet:

$$\frac{a}{b} m \cdot R_0 \cdot \omega_0^2 + c_1(x_{t0} - x_{r0}) = 0 \qquad (5)$$

A linearizálás és a helyettesítések elvégzése után írható:

$$\frac{a}{b} m(R_0 + r)(\omega_0 + \omega)^2 = -c_1(x_{t0} + x_t) - (x_{r0} + x_r) -$$

$$- M\frac{d^2(x_{t0} - x_t)}{dt^2} - k\frac{d(x_{t0} + x_t)}{dt}.$$

A műveleteket elvégezve, a másod- és harmadrendűen kicsiny mennyiségeket elhanyagolva adódik:

$$\frac{a}{b} m \cdot R_0 \cdot \omega_0^2 + 2\frac{a}{b} m \cdot R_0 \cdot \omega_0 \cdot \omega + \frac{a}{b} m \cdot r \cdot \omega_0^2 =$$

$$= -c_1 \cdot x_{t0} - c_1 \cdot x_t + c_1 \cdot x_{r0} + c_1 \cdot x_r - M\frac{d^2x_t}{dt^2} - k\frac{dx_t}{dt}.$$

A munkapont körüli változásokra vonatkozó egyenletből kivonva a munkapontra vonatkozó egyenletet és felhasználva az

$$r = -\frac{a}{b} \cdot x_t$$

összefüggést is, az alábbi egyenlet adódik:

$$\frac{a}{b} m \cdot R_0 \cdot \omega_0^2 + 2\frac{a}{b} m \cdot R_0 \cdot \omega_0 \omega - \frac{a^2}{b^2} m \cdot x_t \cdot \omega_0^2 -$$

$$- \frac{a}{b} m \cdot R_0 \omega_0^2 = -c_1 \cdot x_{t0} - c_1 \cdot x_t + c_1 \cdot x_{r0} + c_1 x_r +$$

$$+ c_1 \cdot x_{t0} - c_1 \cdot x_{r0} - M\frac{d^2x_t}{dt^2} - k\frac{dx_t}{dt}$$

Összevonás, rendezés és a Laplace-transzformáció alkalmazásával áttérve a komplex számsíkba, kapjuk:

$$s^2 \cdot M \cdot x_t + s \cdot k \cdot x_t + c_1 \cdot x_t - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2 \cdot x_t =$$

$$= -2\frac{a}{b} m \cdot R_0 \cdot \omega_0 \cdot \omega + c_1 \cdot x_r$$

A kiemelések elvégzése és az egyenlet rendezése után:

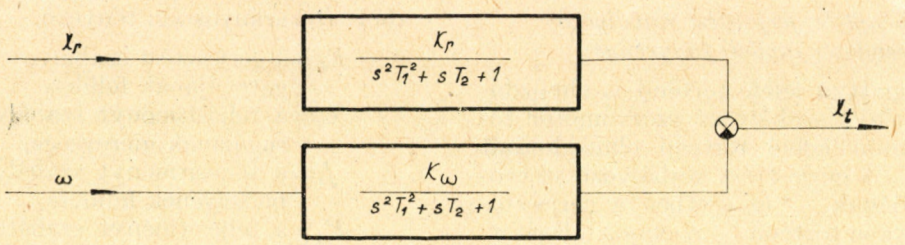
$$x_t\left(s^2 \frac{M}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2} + s \frac{k}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2} + 1\right) =$$

$$= -\frac{2\frac{a}{b} m \cdot R_0 \cdot \omega_0}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2} \omega + \frac{c_1}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2} x_r$$

és az átviteli tényezők:

$$K_\omega = \frac{2\frac{a}{b} m \cdot R_0 \cdot \omega_0}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2}$$

$$K_r = \frac{c_1}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2}$$



5. ábra. A centrifugálsúly-rugórendszer hatásvázlata $X_r > 0$ esetén

valamint az időállandók figyelembevételével:

$$T_1 = \sqrt{\frac{M}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2}}$$

$$T_2 = \frac{k}{c_1 - \frac{a^2}{b^2} m \cdot \omega_0^2}$$

az átviteli függvény az alábbi alakot kapja:

$$x_t = -\frac{K_\omega}{s^2T_1^2 + s \cdot T_2 + 1}\omega + \frac{K_r}{s^2 \cdot T_1^2 + s \cdot T_2 + 1} x_r \qquad (6)$$

Az átviteli függvényből és az ebből megszerkesztett hatásvázlatból *(5. ábra)* jól kiolvasható, hogy a fordulatszám (szögsebesség) növekedése negatív, a rugó-előfeszítés növekedése pedig pozitív irányú elmozdulását eredményezi az adagoló tolattyúnak, amit a működési vázlat is szemléltet.

A fordulatszám-szabályozó alapjelének beállítása

A vezérlőfogantyúnak a kívánt fordulatszám fokozatba történő helyezésével gerjesztést kap a kombinációban résztvevő mágnes gerjesztőtekercse, amely nyomást gyakorol a háromszögletű lemezre. Ennek eredményeként x_a és x_b lefelé mozdul a

$$D \cdot x_b = F_7 \cdot \frac{dx_r}{dt} \qquad (7)$$

egyenlet szerint. Ennek hatására a *2. ábra* alapján a fordulatbeállító tolattyú és a gyorsító dugattyú is lefelé mozdul el.

A *2. ábrán* látható és a (7) egyenletben szereplő
x_a a háromszögletű lemez támadási pontjának elmozdulását,
x_b a beállító tolattyú elmozdulását jelenti,
D pedig arányossági tényező.

Az egyenletet rendezve és alkalmazva a Laplace-transzformációt, az előrevezető ág átviteli függvényére az

$$x_r = \frac{1}{s} \cdot \frac{D}{F_7} x_b \qquad (8)$$

integráló jellegű összefüggés adódik.

A merev visszavezetésre — a *2. ábra* jelöléseinek figyelembevételével — felírható, hogy:

ha $x_2 = 0$,

$$x_a = \frac{l_2}{l_1 + l_2} x_b$$

és ha $x_b = 0$

$$x_a = \frac{l_1}{l_1 + l_2} x_2$$

vagyis a szuperpozíció alkalmazásával:

$$x_a = \frac{l_1}{l_1 + l_2} x_2 + \frac{l_2}{l_1 + l_2} x_b \qquad (9)$$

Az x_r és az x_2 közötti kapcsolat pedig:

$$x_r = \frac{l_3 + l_4}{l_3} x_2 \qquad (10)$$

A (10) egyenletből x_2 értékének a (9) egyenletbe történő helyettesítésével kapjuk az

$$x_a = \frac{l_1}{l_1 + l_2} \cdot \frac{l_3}{l_3 + l_4} x_r + \frac{l_2}{l_1 + l_2} x_b$$

egyenletet, amelyet x_b-re rendezve és a szükséges kiemelést elvégezve, a merev visszavezetésre az

$$x_b = \frac{l_1 + l_2}{l_2} \left(x_a - \frac{l_1}{l_1 + l_2} \cdot \frac{l_3}{l_3 + l_4} x_r \right) \qquad (11)$$

egyenlet adódik.

Az előrevezető és a visszavezető ágak egyberajzolásánál látható a gyorsító dugattyú integráló jellege és a fordulatbeállító merev visszavezetése *(6. ábra)*.

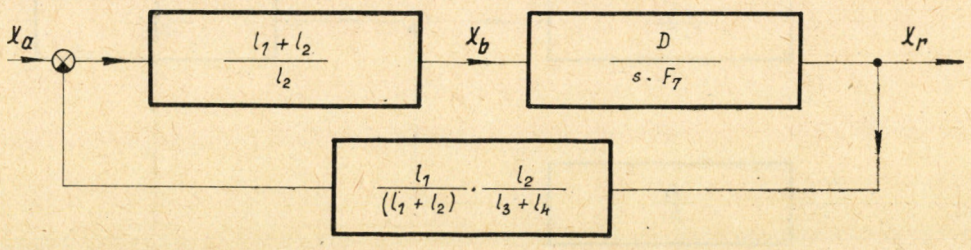
Az x_r elmozdulására

$$x_1 = \frac{l_3 + l_4 + l_5}{l_3 + l_4} x_r \qquad (12)$$

összefüggés; az x_1, x_s és y között — a működés és az elmozdulási irányok figyelembevételével — pedig az

$$x_s = \frac{l_6}{l_6 + l_7} y - \frac{l_7}{l_6 + l_7} x_1 \qquad (13)$$

lineáris egyenlet írható fel.



6. ábra. A fordulatbeállító hatásvázlata

A teljesítményt és gerjesztést szabályozó szervo-rendszer átviteli függvénye

A gyorsító dugattyú lefelé történő x_r elmozdulása, a teljesítményt szabályozó szervomotor tolattyújának szintén lefelé történő elmozdulását (x_s) eredményezi. A gerjesztést szabályozó szervomotor dugattyújának — ez esetben a gerjesztés növekedése irányába történő — x_g elmozdulását az x_s és x_{sp} által meghatározott átömlési keresztmetszeten átáramló olajmennyiség határozza meg, amelyre a súrlódási és a tehetetlenségi erő elhanyagolásával felírható a

$$B(x_s - x_{sp}) = F_6 \frac{dx_g}{dt} \tag{14}$$

egyenlet.

Az egyenletet rendezve és képezve a Laplace-transzformáltját, az előrevezető ág átviteli függvényére az

$$x_g = \frac{1}{s} \cdot \frac{B}{F_6} (x_s - x_{sp}) \tag{15}$$

integráló jellegű összefüggés adódik.

A visszavezető ágra — az x_s lefelé történő elmozdulását szem előtt tartva — felírhatók a

$$c_3 \cdot x_{sp} = f_s (p_{s2} = p_{s1}), \tag{16}$$

$$F_6 \frac{dx_g}{dt} = f_s \frac{dx_{sp}}{dt} + F_5 \frac{dx_s}{dt} + \frac{p_{s2}}{R_s \cdot \gamma} \tag{17}$$

és az

$$f_s \frac{dx_{sp}}{dt} + F_5 \frac{dx_s}{dt} = \frac{p_{s1}}{R_s \cdot \gamma} \tag{18}$$

egyenletek

ahol B=arányossági tényező,

F_6=a gerjesztést szabályozó szervomotor dugattyújának felülete,

c_3=a teljesítményt szabályozó szervomotor rugójának merevsége,

f_s=a teljesítményt szabályozó szervomotor perselyének felülete,

F_5=a teljesítményt szabályozó szervomotor tolattyújának felülete,

R_s=a tűszelepek fojtásának hidraulikus ellenállása.

Laplace-transzformálás után:

$$sF_6 \cdot x_g = s \cdot f_s \cdot x_{sp} + s \cdot F_5 \cdot x_s + \frac{p_{s2}}{R_s \cdot \gamma} \tag{19}$$

és

$$s \cdot f_s \cdot x_{sp} + s \cdot F_5 \cdot x_s = \frac{p_{s1}}{R_s \cdot \gamma} \tag{20}$$

A (19)-ből p_{s2}-t, a (20)-ból p_{s1}-et kifejezve és a (16)-ba helyettesítve kapjuk, hogy

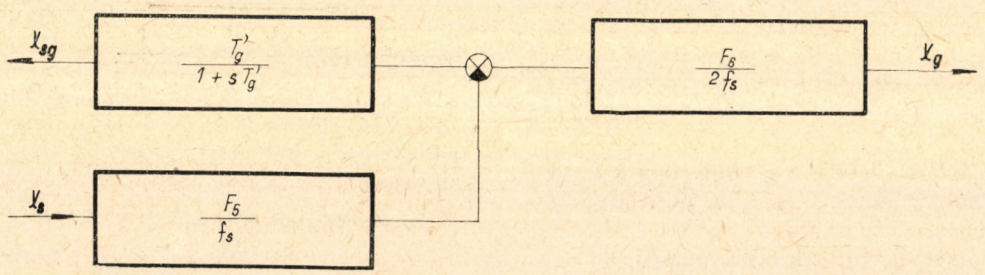
$$c_3 \cdot x_{sp} = s \cdot F_6 \cdot f_s \cdot R_s \cdot \gamma \cdot x_g - sf_s^2 \cdot R_s \cdot \gamma \cdot x_{sp} -$$

$$- sF_5 \cdot f_s \cdot R_s \cdot \gamma \cdot x_s - sf_s^2 R_s \cdot \gamma \cdot x_{sp} - sF_5 \cdot f_s \cdot R_s \cdot \gamma \cdot x_s$$

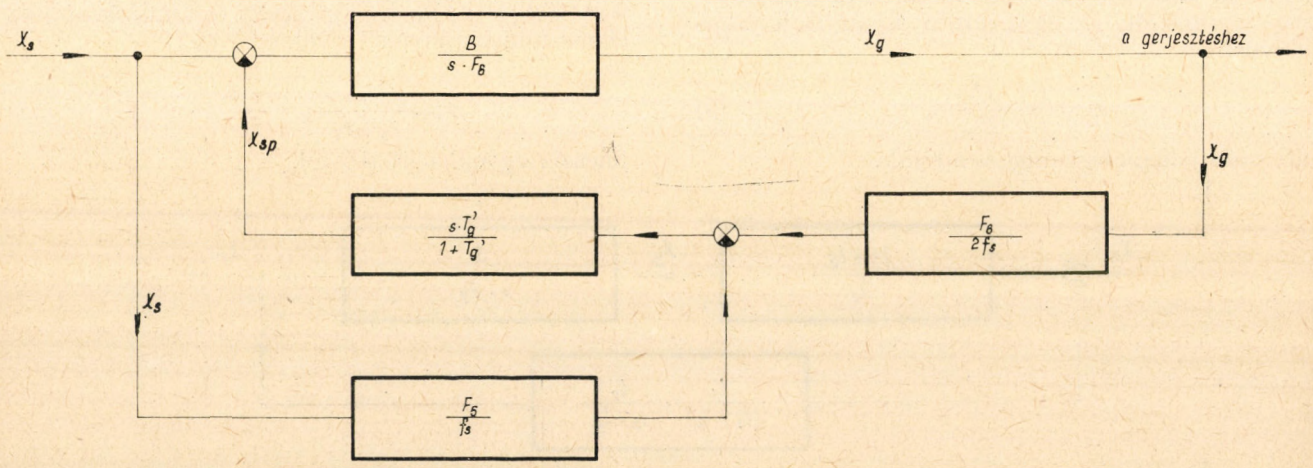
Összevonás, rendezés és a szükséges kiemelések után:

$$x_{sp} = \frac{s \frac{F_6 \cdot f_s \cdot R_s \cdot \gamma}{c_3}}{1 + s \frac{2f_s^2 R_s \cdot \gamma}{c_3}} x_g - \frac{s \frac{2F_5 \cdot f_s \cdot R_s \cdot \gamma}{c_3}}{1 + s \frac{2f_s^2 \cdot R_s \cdot \gamma}{c_3}} x_s$$

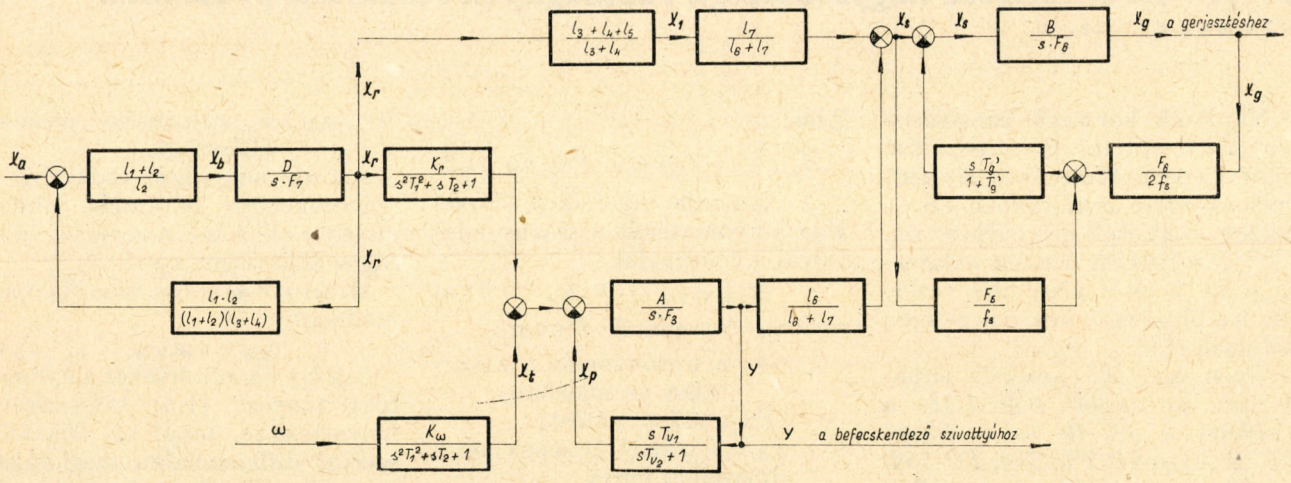
$$T'_g = \frac{2f_s^2 \cdot R_s \cdot \gamma}{c_3}$$



7. ábra. A teljesítmény-szabályozó visszavezető ágának hatásvázlata



8. ábra. A teljesítmény-szabályozó hatásvázlata



9. ábra. A fordulatszabályozó teljes hatásvázlata

jelölés bevezetése után a visszavezető ág átviteli függvénye:

$$x_{sp} = \frac{s \cdot T'_g}{1 + sT'_g} \left(\frac{F_6}{2f_s} x_g - \frac{F_5}{f_s} x_s \right) \qquad (21)$$

amelynek hatásvázlatát a *7. ábra*, az előrevezető és a visszavezető ág összekapcsolását pedig a *8. ábra* mutatja. A hatásvázlatból leolvasható az integráló tag ernyedő visszavezetése.

Az *5.*, *6.* és *7. ábrákból** felépíthető a fordulatszabályozó szabályozási köre alapjelváltoztatás esetére, amelyet a *9. ábra* mutat.

A *9. ábrán* látható a *fordulatszám-szabályozó matematikai modellje*, amely felhasználható nagyobb javítás esetén — vagy egyéb okból szükségessé váló alkatrészcseréknél — a fordulatszám-szabályozó részeinek és a teljes szabályozónak beállításához. A fordulatszám-szabályozó adagoló tolattyúja és forgóperselye, beállító tolattyúja és forgóperselye, a működtető dugattyú és rugója, a röpsúlyrugó rendszer, a teljesítményt és a gerjesztést szabályozó szervomotorok átviteli tényezői és időállandói, a konkrét értékek behelyettesítésével kiszámíthatók. Javítás vagy alkatrészcsere után az így kiszámított értékek összehasonlíthatók a beállítási értékekkel — amelyet vagy a gyárnak kell megadnia, vagy a vasútnak kell a számítási eljárás alapján kikísérleteznie — és az eltérések alapján a szükséges korrigálást (a működtető olaj nyomása, fajsúlya, viszkozitása, illesztések pontossága, méretellenőrzés, rugóállandó stb.) el lehet végezni.

A korszerű fordulatszám-szabályozó berendezések megkívánják a fenti elv szerint történő *javítás utáni beszabályozást*, mert csak így tudják biztosítani lengés nélkül a bevezetésben ismertetett feladatukat.

A fordulatszám-szabályozó matematikai modellje alapján olyan *próbapad* is készíthető, amely meggyorsítja a javítások után szükségessé váló beszabályozásokat.

Tájékoztatást adnak az AKÖV-ök fuvarvállaló kereskedelmi irodái.

A „T" farokfelületű nagysebességű repülőgépek stabilitási problémái

MIKECZ JÁNOS

Napjaink korszerű hangsebesség alatti szállító és utasszállító repülőgépein (M=0,8—0,95) kedvelt és egyre gyakrabban alkalmazott szerkezeti megoldás az ún. *„T" farokfelület*. Ennek sajátossága az, hogy a vízszintes vezérsíkot a függőleges vezérsík tetején helyezik el.

Ilyen ún. „T" vezérsík elrendezésű az angol *BAC-1-11*, a *Trident*, a *VC-10* és a *Super VC-10*, a szovjet *TU-134*, *TU-154*, *IL-62* és *JAK-40*, az amerikai *DC-9*, a *Boeing 727* utasszállító repülőgép, valamint a *C-141 Starlifter* katonai szállítórepülőgép —, hogy csak a legjelentősebbeket említsük.

Vizsgáljuk meg, hogy milyen megfontolások alapján választották a konstruktőrök ezt a hagyományostól eltérő szerkezeti formát, s melyek azok a hátrányok és előnyök, amelyekkel alkalmazása esetén számolni kell.

A könnyebb érthetőség kedvéért előbb tekintsük át röviden a repülőgép hosszstabilitását meghatározó tényezőket, majd ezek ismeretében megvizsgáljuk a vízszintes vezérsík elhelyezésének hatását a repülőgép hosszstabilitására.

A VÍZSZINTES VEZÉRSÍK STATIKUS HOSSZNYOMATÉKA

Az állásszögnövelő nyomatékot pozitívnak, az állásszög csökkentő nyomatékot pedig negatívnak véve, a vízszintes vezérsíkon ébredő légerő nyomatéka a repülőgép súlypontjára

$$M_{zM} = -Y_M \cdot r_M \qquad (1.1)$$

ahol Y_M = vezérsíkon keletkező légerő,

r_M = a légerő súlyponttávolsága.

A vezérsíkon ébredő légerőt kifejtve:

$$Y_M = c_{yM} \cdot q_M \cdot F_M \qquad (1.2)$$

itt c_{yM} = a vízszintes vezérsík felhajtóerő-tényezője,

q_M = a torlónyomás a vezérsíkon,

F_M = a vízszintes vezérsík felülete.

Ezzel

$$M_{zM} = -c_{yM} \cdot q_M \cdot F_M \cdot r_M \qquad (1.3)$$

A vízszintes vezérsíkon ébredő légerő nyomatékát a szárny adataival is felírhatjuk:

$$M_{zM} = c_M \cdot q \cdot F \cdot h_A \qquad (1.4)$$

ahol c_M = nyomatéki tényező,

q = a torlónyomás a zavartalan áramlásban,

F = a szárnyfelület,

h_A = a szárny közepes aerodinamikai húrja.

A nyomatékok egyenlőségéből

$$c_M = -c_{yM} \cdot \left[\frac{q_M}{q}\right] \cdot \left[\frac{F_M}{F}\,\frac{F_M}{h_A}\right] \qquad (1.5)$$

A c_{yM} az állásszög eléggé nagy intervallumában lineárisan változik, tehát

$$c_{yM} = a_M \cdot \alpha_M$$

ahol $a_M = \dfrac{\partial c_{yM}}{\partial \alpha_M}$,

α_M = a vízszintes vezérsík állásszöge.

Az α_M nagyságát csökkenti a szárnymögötti leáramlás. Ennek szögét ε-al jelölve, a vezérsík valóságos állásszöge: $\alpha_M - \varepsilon$.

Ezzel a c_{yM} a következőképpen módosul:

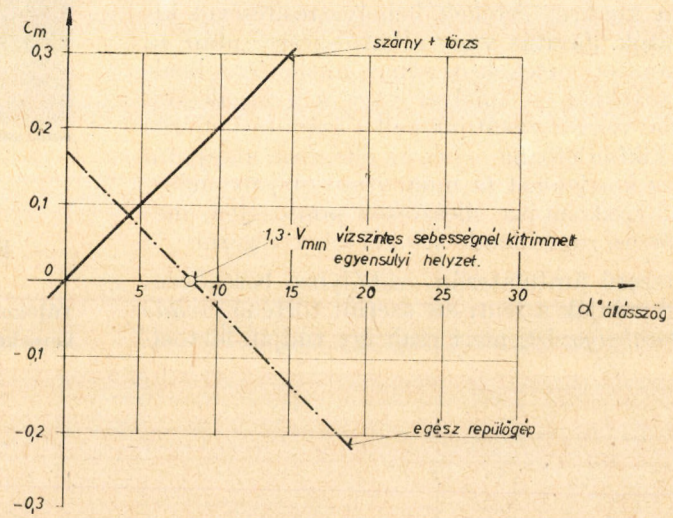
$$c_{yM} = a_M[\alpha_M - \varepsilon] \qquad (1.6)$$

c_{yM} így kapott értékét a nyomatéki tényező (1.5) kifejezésébe helyettesítve, majd az állásszög szerint differenciálva megkapjuk a nyomatéki tényező gradiensét az állásszög függvényében, amely a stabilitás mértékére jellemző (szokásos még $\dfrac{\partial c_M}{\partial c_y}$, vagyis a c_M nyomatéki tényező c_y felhajtóerő-tényező függvényében történő változása; ezzel azonban csak az α_{krit} állásszögig követhetők a stabilitási viszonyok, mert a $c_y = f(\alpha)$ függvény csak eddig a pontig lineáris):

$$\frac{\partial c_M}{\partial \alpha} = -a_M\left[1 - \frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha}\right]\left[\frac{q_M}{q}\right]\left[\frac{F_M}{F} \cdot \frac{r_M}{h_A}\right] \qquad (1.7)$$

A statikus stabilitás feltétele — mint tudjuk — akkor teljesül, ha a c_M nyomatéki tényező az állásszög növekedésével csökken. Másszóval a repülőgépet nyugalmi helyzetéből kitérítve ekkor mindig olyan értelmű nyomaték ébred, amely azt az eredeti helyzetébe igyekszik visszatéríteni.

A statikusan stabil repülőgép nyomatéki tényezőjének változását az állásszög függvényében az *1. ábra* mutatja. Látható, hogy az egyenes irányténye zője negatív, az (1.7) összefüggésnek megfelelően. A repülőgép vezérsík nélkül instabil, nyomatéki tényezője az állásszög növekedésével növekszik, az egyenes irányténye zője pozitív. A repülőgép sta-



1. ábra. A keresztirányú tengely (z tengely) körül statikusan stabil repülőgép nyomatéki tényezőjének változása az állásszög függvényében

tikus hosszstabilitását tehát általában a vízszintes vezérsík biztosítja.

Ezek után az (1.7) összefüggésből vizsgáljuk meg az egyes tényezők hatását a stabilitásra.

A SZÁRNY ÁRAMLÁSELTÉRÍTŐ HATÁSÁNAK JELLEMZŐI

A szárny mögötti leáramlás következtében létrejövő áramláseltérítés mértéke a $\frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha}$. Az (1.7 összefüggésből következik, hogy $\frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha} < 1$ esetén $\frac{\partial c_M}{\partial \alpha}$ negatív, vagyis a vízszintes vezérsík stabilizáló jellegű, biztosítja a repülőgép stabilitását az állásszög növekedésekor. Amennyiben $\frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha} > 1$, akkor $\frac{\partial c_M}{\partial \alpha}$ pozitív lesz, s a vízszintes vezérsík ebben az esetben már nem stabilizál, a repülőgép instabillá válik.

A vízszintes vezérsík elhelyezésénél alapvető tehát a $\frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha} < 1$ követelmény kielégítése.

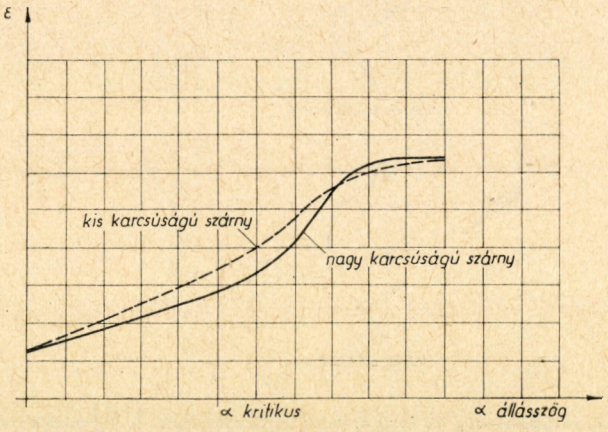
A szárny áramláselterelő hatását, vagyis a szárny mögötti leáramlást alapvetően alaprajzi formája határozza meg, de függ még ezen kívül a profil terjedtségmenti változásától, a szárnymechanizációtól, a szárny semleges vonalától stb.

Egyenes szárnyaknál az áramláseltérítés mértéke $\left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha}\right)$ az áramlás leválásáig arányos az állásszöggel, ez után csökken, tehát növekszik a vízszintes vezérsík stabilizáló hatása a kritikus állásszög feletti tartományban.

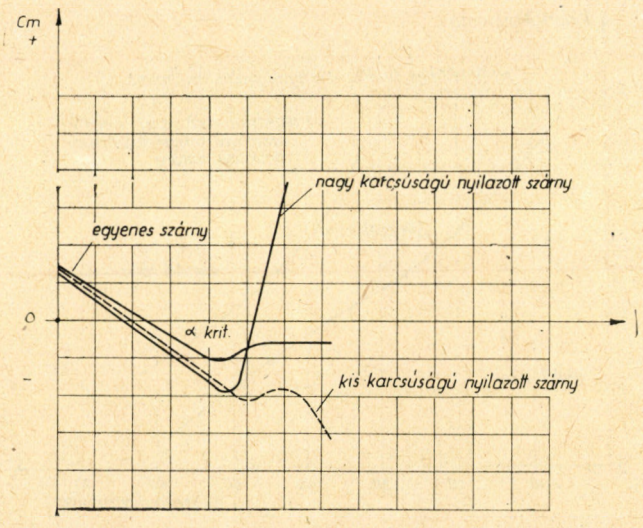
Nyilazott szárnyaknál a helyzet kedvezőtlen, ugyanis a szárnyközéprész mögött a leáramlás jóval nagyobb mértékű, mint egyenes szárnyaknál.

A *2. ábrán* látható a nyilazott szárnyak mögötti áramláseltérítési szög (ε) változása az állásszög függvényében, a NASA kísérletei alapján. Látható, hogy nagy karcsúságú szárnyaknál nagyobb mértékű az ε növekedése az állásszög növekedésével az α_{krit} közelében, ezért az ilyen szárnyak hajlamosak a repülőgép felrántására az áramlás leválásakor.

A másik kedvezőtlen jelenség a nyilazott szárnyaknál az, hogy a szárnyvégnek instabilizáló hatása van, mivel a szárny aerodinamikai középpontja mögött helyezkedik el.



2.ábra. A szárnymögötti leáramlási szög változása az állásszög függvényében

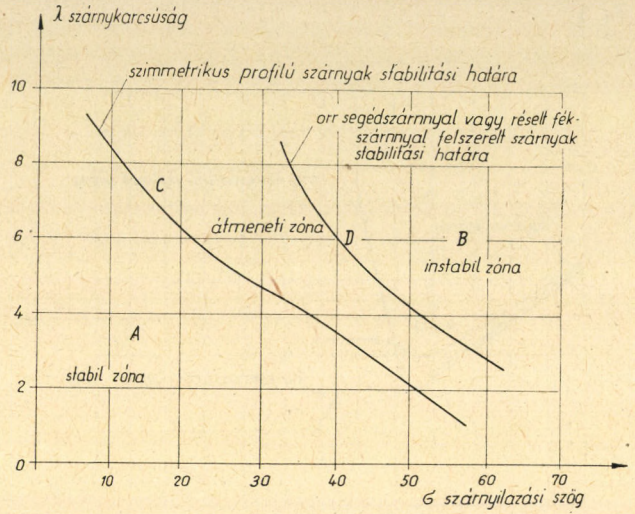


3. ábra. Különböző alaprajzú szárnyak statikus hossznyomatéka

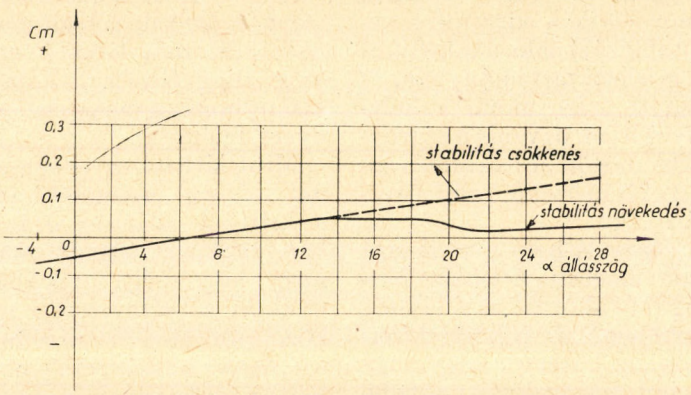
A *3. ábrán* különböző alaprajzú szárnyak hossznyomatékának változása látható az állásszög függvényében. Valamennyi szárnyhoz ugyanaz a vezérsík nyert felépítést.

Mint látható, egyenes szárnyaknál a c_M nyomatéki tényező a kritikus állásszög utáni zónában csaknem állandó marad. A nagy karcsúságú nyilazott szárnyakon a szárny eredő nyomásközéppontjának előre vándorlása — mely a szárnyvégen ébredő felhajtóerő-csökkenés következménye — ahhoz vezet, hogy a kritikus állásszög utáni tartományban a c_M nyomatéki tényező görbéje instabil jellegűvé válik.

A NASA különböző karcsúságú és nyilazási szögű szárnykombinációkkal méréseket folytatott annak megállapítása céljából, hogy milyen kialakítású szárnyakra jellemző nagy állásszögeknél a *3. ábrán* látható instabil jellegű hossznyomaték-változás. A kísérletsorozat eredményei a *4. ábrán* láthatók. Az *A*-val jelölt területen elhelyezkedő szárnykombinációk stabil jellegű hossznyomatékúak, míg a *B*-vel jelölt terület az instabil szárnyak zónája. A *C*-vel jelölt vonal a szimmetrikus profilú szárnyak stabilitási határa, míg a *D* vonal az orrsegédszárnnyal és réselt fékszárnnyál felszerelt szárnyak stabilitási határa. Látható, hogy a szárnymechanizációval és egyéb módosítással jelentősen megnövelhető a karcsúság intervalluma, adott nyilazási szög mellett. Az



4. ábra. A szárny nyilazási szög (δ) és a szárnykarcsúság (λ) hatása a szárny stabilitására

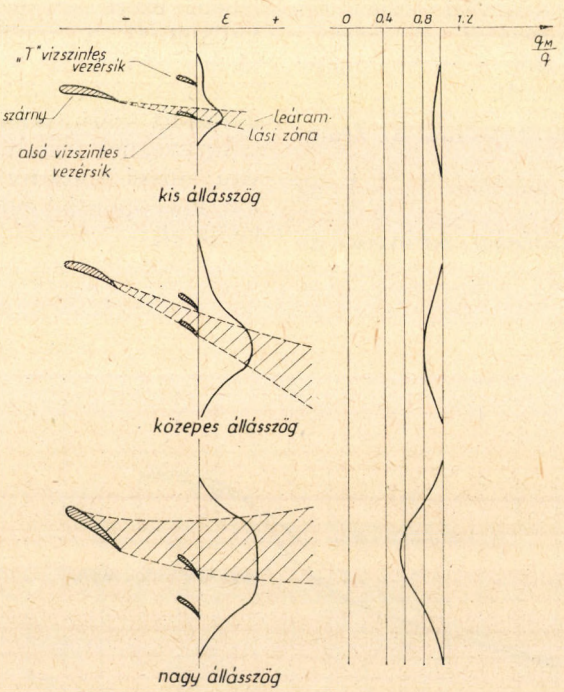


5. ábra. A C-141 Stalifter típusú repülőgép vezérsík nélküli modellje statikus hossznyomatékának változása az állásszög függvényében (34 % KAH súlyponthelyzetnél)

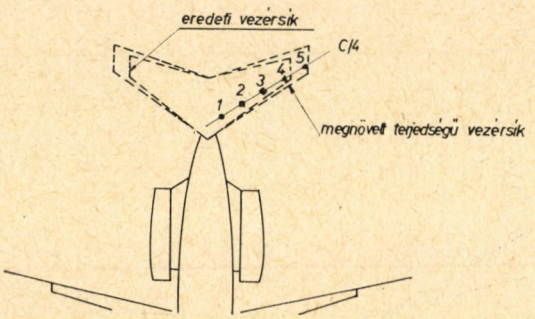
elmondottak illusztrálására tekintsük meg az *5. ábrát*, amely a *C-141* típusú nagysebességű szállító-repülőgép vezérsík nélküli modelljének statikus hossznyomatéki görbéjét mutatja. A nyomatéki tényező értékét az α_{krit} fölötti állásszögtartományban sikerült állandó értéken tartani, sőt 20° és 24° közötti állásszögeknél kis mértékben csökkenteni, annak ellenére, hogy a repülőgép szárnya 25°-os nyilazású és viszonylag nagy, $\lambda=7{,}8$-as karcsúságú. Ezt azáltal érték el, hogy 5,5°-os geometriai elcsavarást alkalmaztak és a szárny-belépőél viszonylagos görbületi sugarát k_1-től 2,2-re változtatták a szárnyterjedtség mentén, a szárnyvég felé haladva. A szárny viszonylagos vastagsága $\left(\frac{d}{t}\right)$ a szárnytőben 13%, a szárnyvégen 10%, s a legnagyobb vastagság helye a szárnyhúr 40%-ában van.

A SZÁRNYLEÁRAMLÁSI SZÖG (ε) ÉS AZ ÁRAMLÁSLEFÉKEZŐDÉS $\left(\frac{q_M}{q}\right)$ MÉRTÉKÉNEK VÁLTOZÁSA A VÍZSZINTES VEZÉRSÍK KÖZELÉBEN

A *6. ábrán* egy jellegzetes szárny mögötti leáramlási zóna látható. Az ε szárnyleáramlási szög és az áramláslefékeződés $\left(\frac{q_M}{q}\right)$ mértékét is ábrázolja a *6.* ábra, alsó vízszintes vezérsík és felső („T") vízszintes vezérsík elrendezésű változatokra, kis, közepes és nagy-állásszögeknél. A kétféle elrendezést összehasonlítva látható, hogy kis és közepes állásszögeknél az alsó elhelyezésű vízszintes vezérsík közvetlenül a szárnyleáramlási zónában van, ahol nagy az áramláselterelési szög és viszonylag nagy az áramlás lefékeződésének $\left(\frac{q_M}{q}\right)$ mértéke is. A „T" elrendezésű vízszintes vezérsík a szárnyleáramlási zóna felett helyezkedik el. Következésképpen egy adott mértékű stabilitás biztosításához szükséges vízszintes vezérsík felületének nagysága a „T" elredezésű farokfelület ese-



6. ábra. A szárnyleáramlási szög (ε) és az áramlás lefékeződésének $\left(\frac{q_M}{q}\right)$ mértéke a tipikus szárnyleáramlási zónákban



7. ábra. A mérési helyek elhelyezkedési vázlata a DC-9 típusú repülőgép vízszintes vezérsíkján

tén kisebb lesz, s ez egyúttal kisebb szerkezeti súlyt is jelent.

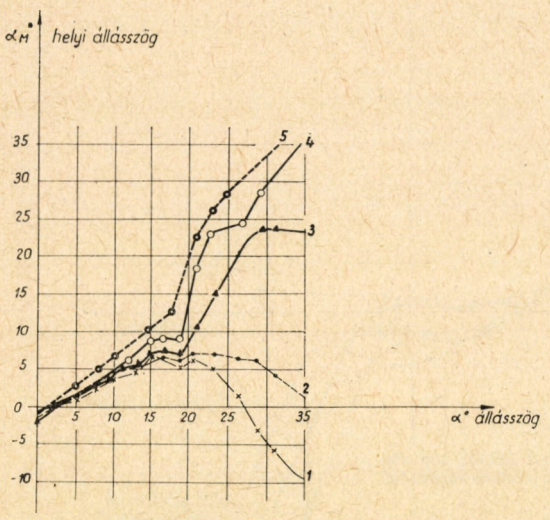
Nagy állásszögeknél — főleg az α_{krit} fölött — a szárnymögötti leáramlási zóna kiszélesedik és felfelé terjeszkedik. Ekkor az alsó elhelyezésű vízszintes vezérsík kikerül a szárnymögötti leáramlás zónájából a zavartalan, nem lefékezett áramlásba és a „T" farokelrendezésű vízszintes vezérsík a leáramlási zónába kerül, s ezáltal hatékonysága lecsökken.

A *DC-9* típusú kéthajtóműves „T" farokfelületű repülőgép szélcsatorna vizsgálatai is a fentebb elmondottakat igazolják. E géptípusnál a vízszintes vezérsík terjedtsége mentén 5 mérési helyen vizsgálták a leáramlási szög és az áramlásleféke ződés változását az állásszög függvényében. A *7. ábrán* látható az 5 mérési hely elhelyezkedése a vezérsík mentén. A *8. ábra* a vezérsík mérési helyein mért állásszög változását mutatja a repülőgép állásszögének függvényében, míg a *9. ábrán* az áramlásleféke ződés $\left(\frac{q_M}{q}\right)$ változása látható az 5 mérési helyen az állásszög függvényében.

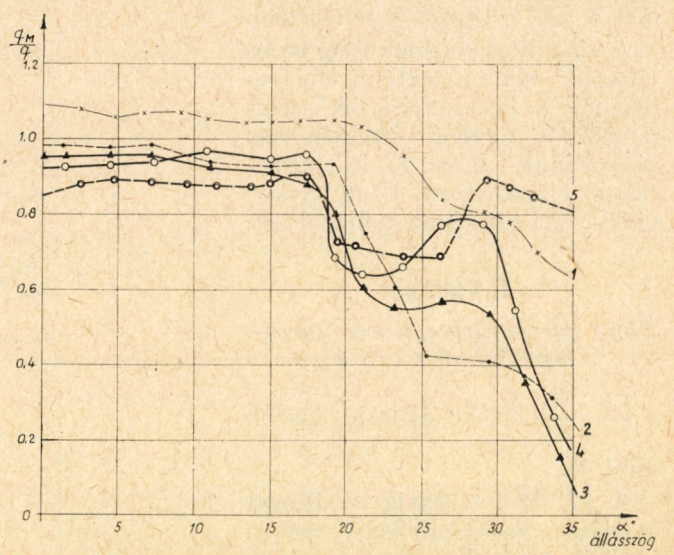
A *9. ábrát* vizsgálva megállapítható, hogy a kritikus állásszögig (16—18°-ig) a torlónyomásviszony 0,9 és 1,1 között viszonylag állandó. A kritikus állásszög feletti tartományban hirtelen lecsökken és 20—25° közötti állásszögeknél átlag 0,6—0,7 közötti értékű. 25° feletti állásszögeknél a vezérsík végén levő 5. sz. mérőhelyen növekszik a torlónyomás, míg a fél vezérsík középső, nagyobb szakaszán (2-től a 4. sz. méréshelyig) jelentősen lecsökken, a 35°-os állásszögnél a zavartalan áramlásban mért torlónyomásnak csupán 0,1—0,2-ed része. A stabilitás szempontjából jelentős a vezérsík külső részén látható nagymértékű torlónyomás növekedés.

A *9. ábrán* látható torlónyomásváltozás a hátsó hajtóműelrendezésű, „T" farokfelületű repülőgépekre jellemző általában. Ugyanis azokon a repülőgépeken, amelyeken a hajtómű nem a törzs hátsó részén nyert elhelyezést, hanem a szárnyon (mint pl. a *C-141*-en), a vezérsíkon mért torlónyomás értéke ritkán esik a szabad áramlásban mért torlónyomás értékének 0,5 része alá. Az ábrán a 30°-nál nagyobb állásszögeknél megfigyelhető második nagymértékű torlónyomáscsökkenés a hátul elhelyezett hajtómű következménye, ugyanis az ilyen állásszögeknél a vezérsík környezetében az áramlás lefékeződését a hajtóműgondola leárnyékolása okozza.

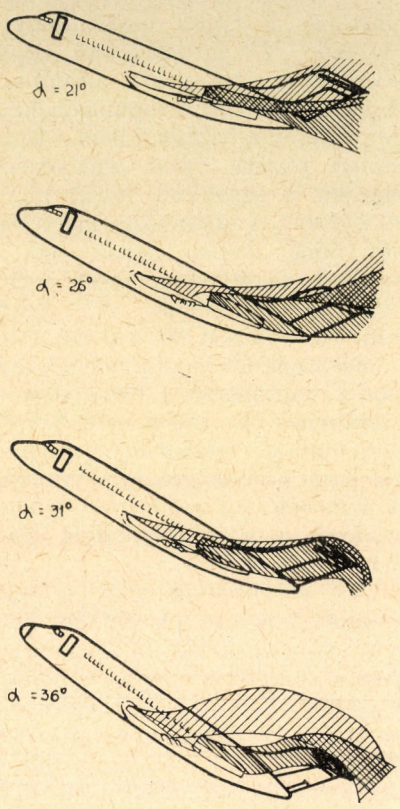
A *8. ábrát* szemlélve megállapíthatjuk, hogy az ε leáramlási szög változása az állásszög függvényében a vezérsík terjedtsége mentén korántsem mutat egységes tendenciát. A függőleges tengelyen ábrázolt α_M helyi állásszög már az ε leáramlási szög által módosított állásszög, vagyis az $\alpha_M - \alpha = \varepsilon$. Míg az α_{krit} állásszögig a helyi állásszög valamennyi mérési helyen arányosan növekszik, addig az α_{krit} feletti szögtartományban a vezérsík törzshöz közeli 1. és 2. sz. mérőhelyén nagymértékű leáramlás, a vezérsík külső részén pedig jelentős feláramlás figyelhető meg. Különböző mérésekkel megállapították, hogy ez a jelentős leáramlás a törzs végéről



8. ábra. A vízszintes vezérsíkon mért helyi állásszögek változása a repülőgép állásszögének függvényében a DC-9 típusú repülőgépen (az 1., 2., 3., 4. és 5. mérési helyeken mérve)



9. ábra. Az áramlásleféke ződés $\left\{\frac{q_M}{q}\right\}$ változása a vízszintes vezérsíkon az állásszög függvényében a DC-9 típusú repülőgépen (az 1., 2., 3., 4. és 5. mérési helyen)



10. ábra. A vízszintes vezérsík szárny és hajtóműgondola okozta leárnyékolási zónája különböző állásszögeknél, a DC-9 típusú repülőgépen

kiinduló ún. emelőörvénytől származik.

Ez azt jelenti egyúttal, hogy az ε szárny-leáramlási szöget ez az örvény jelentős mértékben módosítja.

A *10. ábrán* látható a szárny és a hajtómű leáramlási zónájának változása különböző állásszögeknél, a *DC-9* típusú repülőgépen.

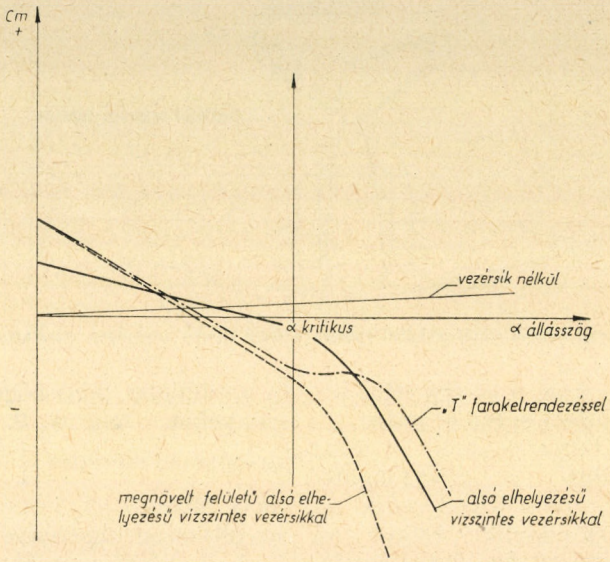
A vízszintes vezérsík függőleges vezérsík mentén történő elhelyezésének a hossznyomaték szempontjából történő értékeléséhez vizsgáljunk meg 3 különböző szárny-elrendezését. Ezek tipikus kialakítási formának tekinthetők.

I. Változat

Nagy karcsúságú egyenes szárnyú repülőgépek ($\lambda > 5$)

$\left(\text{A } \frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha} \text{ értéke állandó, kisebb mint 1}\right)$.

A *11. ábra* mutatja e változat statikus hosszstabilitási jelleggörbéit vezérsík nélküli, alsó elhelyezésű és felső elhelyezésű („T") vízszintes vezérsíkú modell esetében. A kétféle (alsó és felső



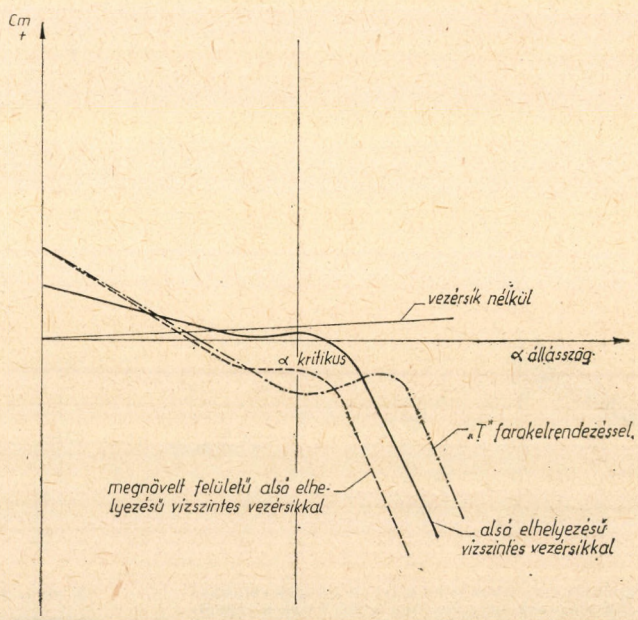
11. ábra. Nagy karcsúságú egyenes szárnyú repülőgépek statikus hossznyomatéki jelleggörbéi különböző vízszintes vezérsíkkal

elrendezésű) vízszintes vezérsík geometriai jellemzői

– az $\left[\frac{F_M}{F} \cdot \frac{r_M}{h_A}\right]$ viszony – az objektív összehasonlítás érdekében egyenlőek.

A vezérsíkok statikus nyomatéki jelleggörbéinek összehasonlítása azt mutatja, hogy a szokásos repülési állásszögtartományban a felső elhelyezésű („T") vízszintes vezérsík nagyobb stabilitást nyújt, míg az α_{krit} feletti állásszögeknél az alsó elhelyezésű vízszintes vezérsík a hatásosabb. Ha megnöveljük az alsó vízszintes vezérsíknál az $\left[\frac{F_M}{F} \cdot \frac{r_M}{h_A}\right]$ viszonyt olyan mértékben, hogy az a szokásos állásszögtartományban a felső vízszintes vezérsíkkal megegyező stabilitást nyújtson, akkor ebben az esetben az alsó elhelyezésű vízszintes vezérsík az α_{krit} feletti állásszögtartományban még nagyobb stabilitást biztosít.

Megjegyezhetjük, hogy a felső elhelyezésű vízszintes vezérsík ezen jelleggörbéi megfelelőek, miután a repülőgép állásszögnöveléséhez a magassági kormány kitérítése szükséges.



12. ábra. α kritikus után statikus stabil nyilazott szárnyú repülőgépek statikus hossznyomatéki jelleggörbéi különböző vízszintes vezérsíkkal

II. Változat

Nyilazott szárnyú repülőgépek

(A nyomatékváltozás az α_{krit}-nál nagyobb állásszög mellett stabil jellegű, s a $\frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha}$ értéke az állásszög függvényében nő, maximális értéke az 1-hez közeli).

A *12. ábrán* láthatók e változat statikus hosszstabilitási jelleggörbéi az állásszög függvényében. Mint látható $\frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha}$ növekedése az állásszög növekedésével közepes állásszögeknél csökkenti az alsó elhelyezésű vízszintes vezérsík hatásosságát. Ez jellemző igen sok nyilazott szárnyú és eléggé alacsony elhelyezésű vízszintes vezérsíkú vadászrepülőgépre, főleg olyanokra, melyeknél a vízszintes vezérsík valamivel a szárnyhúr síkja felett van elhelyezve. Az ilyen repülőgépek stabilitása kisebb, mint a szokásos.

A „T" farokfelület vízszintes vezérsíkja az α_{krit} állásszögig megfelelő stabilitást biztosít. Az α_{krit}-nél nagyobb állásszögeknél a nyomatéki görbe instabil jellegűvé válik, a vezérsíknak a szárnyleáramlási zónába történő merülése miatt. Az állásszög további növelésekor a vezérsík újból a zavartalan áramlásba kerül, s a nyomatéki görbe ismét stabil jellegű lesz. A rövid instabilitási intervallumban a repülőgépen orrfelemelő tendencia mutatkozik, a kormányok azonban még hatásosak maradnak. Ilyen repülési helyzet még megengedhető, azonban nem kívánatos, A szokásos állásszögtartományban a „T" farokfelületű vezérsíkkal egyenértékű stabilitást biztosító alsó elhelyezésű vízszintes vezérsík az α_{kri} utáni tartományban nagyobb stabilitást nyújt. Ennek az ára azonban a nagyobb értékű

$$\left[\frac{F_M}{F}\,\frac{r_M}{h_A}\right]$$

tényező, vagyis a nagyobb vezérsík felület, tehát a nagyobb szerkezeti súly.

III. Változat

Nyilazott szárnyú repülőgépek

(A nyomatékváltozás α_{krit}-nál nagyobb állásszög mellett instabil jellegű, $\frac{\partial \varepsilon}{\partial \alpha}$ értéke az állásszög függvényében növekszik, maximális értéke nagyobb, mint 1.)

A *13. ábra* tünteti fel e változat nyomatéki jelleggörbéit. Mint látható, a vezérsík nélküli szárny nyomatéka az α_{krit} utáni állásszögeknél igen erősen instabil jellegű. Ezt az erős instabilitást az alsó elhelyezésű vízszintes vezérsík egy aránylag kis instabil zóna után stabillá változtatja. A vezérsík méreteinek megnövelésével

$$\left[\frac{F_M}{F}\,\frac{r_M}{h_A}\right]$$

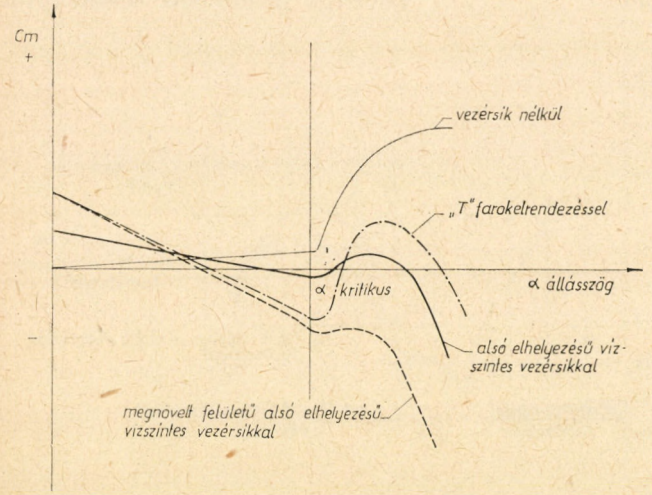
ez az instabil zóna is kiküszöbölhető, az orrfelemelő tendencia megszüntethető.

A „T" elrendezésű változatnál, az α_{krit}-nál nagyobb állásszögeknél olyan nagymértékű instabil jellegű orrfelemelő (pozitív) nyomaték keletkezik, amelyet a szokásos módon, vagyis a magassági kormány lefelé térítésével bizonyos esetekben már nem lehet megszüntetni.

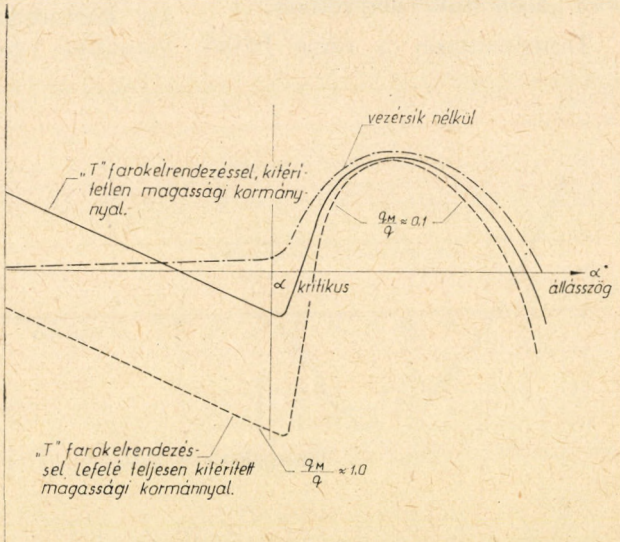
NYILAZOTT SZÁRNYÚ REPÜLŐGÉPEK A TÖRZS HÁTSÓ RÉSZÉN ELHELYEZETT HAJTÓMŰVEKKEL

Az instabilitásra a törzs hátsó részén elhelyezett hajtómű növelő hatással van. A *10. ábrán* jól látható, hogy kb 30°-os állásszögnél a vízszintes vezérsík a szárnyleáramlás zónája alatt helyezkedik el, de ekkor már teljes mértékben bemerült a hajtómű által keltett leárnyékolás zónájába.

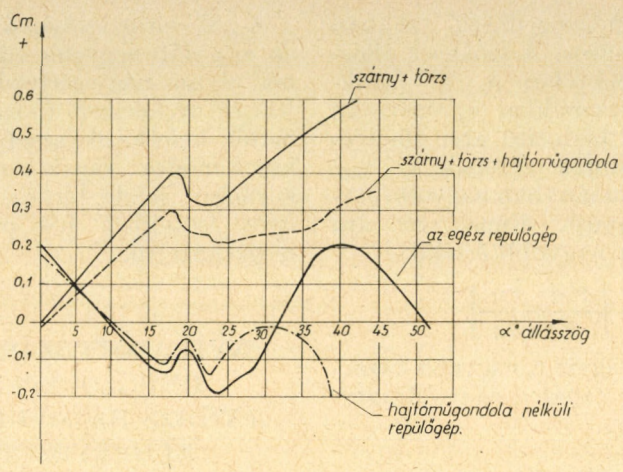
A *14. ábrán* ábrázoltuk az ilyen elrendezésű repülőgép hosszstabilitási jelleggörbéjét. Az ábrán a vezérsík nélküli, a kitérítetlen magassági kormányú, valamint a lefelé teljesen kitérített magassági krományú változat látható. Megfigyelhető, hogy lefelé teljesen kitéritett magassági kormánnyal sem szüntethető meg a repülőgép instabilitása. Az α_{krit} állásszögig a nyomatéki görbe stabil, ennél nagyobb állásszögeknél erőteljes instabilitást mutat. Ez után



13. ábra. *a* **kritikus után statikusan instabil nyilazott szárnyú repülőgépek statikus hossznyomatéki jelleggörbéi különböző vízszintes vezérsíkkal**



14. ábra. Hátsó hajtóműves, nyilazott szárnyú, „T" farokfelületű repülőgép statikus hossznyomatéki jelleggörbéi



15. ábra. „T" farokfelületű, nyilazott szárnyú hátsó hajtóműelhelyezésű repülőgép szerkezeti részeinek hatása a statikus hosszstabilitásra

a jelleggörbe ismét stabillá válik, s ebben a zónában kerül a repülőgép a nagyállásszögű stabil helyzetébe. Ilyen nagy állásszögeknél azonban — mint a *9. ábrán* látható — a vezérsíkon mérhető torlónyomás a zavartalan áramlás torlónyomásának 0,1—0,2 részére csökken, s ez már nem biztosít elegendő kormányerőt a repülőgépnek ebből a helyzetből történő kivételéhez. A szárnyon ébredő felhajtóerő már nem elegendő a repülőgép vízszintes repüléséhez, s az ilyen túlhúzott, stabil helyzetben szinte „rögzítve", rendkívül erős zuhanásba kerül. Példa erre az esetre az angol *BAC-1-11*, a *Trident* és az amerikai *Boeing 727* repülőgépek hasonló okokból bekövetkezett katasztrófája.

Ezt a „túlhúzott átesést" nevezi az angol nyelvű szakirodalom „deep stall" helyzetnek.

Természetesen a törzs hátsó részén elhelyezett hajtóművek hatása a repülőgép stabilitására nem minden esetben ilyen kedvezőtlen. Javítható a stabilitás a hajtóműgondola megfelelő méretezésével, a vezérsíkhoz viszonyított kedvezőbb elhelyezésével.

Az egyes szerkezeti részek hatása a repülőgép hosszstabilitására jól megfigyelhető a *15. ábrán*. Mint látható, az egyedüli szárny + törzs nyomatéka instabil jellegű. Az α_{krit} utáni rövid stabil jellegű zóna annak tulajdonítható, hogy a $\frac{\partial c_y}{\partial \alpha}$ a c_y csökkenése következtében negatívvá válik.

A szárny + törzs + hajtóműgondola nyomatéki görbéje kevésbé instabil jellegű. Ebből levonhatjuk azt a következtetést, hogy a hátul elhelyezett hajtóműgondolák, valamint az azokat tartó konzolok hatása olyan, mint egy kis karcsúságú, kis terjedtségű vízszintes vezérsíké.

A TÚLHÚZOTT ÁTESÉSI HELYZET (DEEP STALL) MEGELŐZÉSÉNEK MÓDJAI

A „T" farokfelületű repülőgépek tervezésénél az átesési probléma vizsgálata elve két részre osztható.

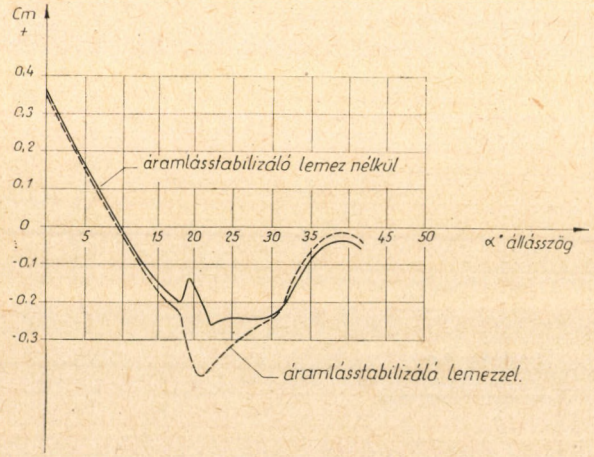
Az első rész a tulajdonképpeni normál átesési helyzet, amely az α_{krit} állásszögtől az α_{krit}-nál 5—6°-kal nagyobb állásszögig terjedő intervallumban van. A második túlhúzott (deep stall) átesési rész, amely 30—35°-tól kb 50°-os állásszögig terjed.

Az első átesési tartománnyal szemben az egyik követelmény, hogy a repülőgépvezető idejében értesüljön a α_{krit} állásszög közeledtéről. Ez az értesítés lehet „természetes" — pl. a repülőgép jellegzetes beremegése — lehet „mesterséges", amikor valamilyen berendezés jelzi a repülőgépvezetőnek az α_{krit} körüli helyzetet. Mindkét jelzés együttes alkalmazása is ismeretes, pl. a *TU-134* típusú repülőgépen.

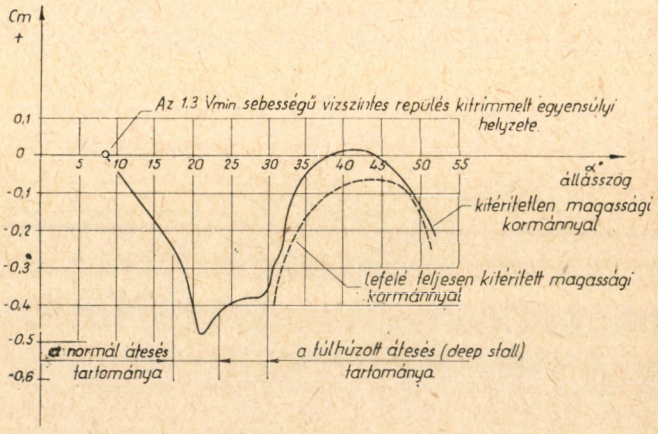
A második követelmény az, hogy jelentős lefelé irányuló bólintónyomaték keletkezzék a magassági kormány kitérítése nélkül, amely biztosítja a repülőgép kisebb állásszögű helyzetbe való kerülését. Tehát a c_M nyomatéki tényezőnek negatívnak, a nyomatéki jelleggörbének pedig stabil jellegűnek $\left(\frac{\partial c_M}{\partial \alpha} \text{ negatív}\right)$ kell maradnia.

A harmadik — de nem utolsó — követelmény, hogy a repülőgép kormányozhatóságának meg kell maradnia.

Ezen követelmények közül a második megoldása a szárnyter-



16. ábra. A DC-9 típusú repülőgép statikus hossznyomatéki jelleggörbéje a szárnyon elhelyezett stabilizáló lemezzel (a vezérsík beállási szöge —5°, a magassági kormány kitérítetlen)



17. ábra. A DC-9 típusú repülőgép statikus hossznyomatéki jelleggörbéi kitérítetlen és lefelé teljesen kitérített magassági kormánnyal

jedtség harmadában elhelyezett ún. áramlásstabilizáló vagy más határrétegstabilizáló lemez elhelyezésével vált lehetővé (l. *TU-134, Caravelle, DC-9)*.

A *16. ábrán* látható a *DC-9* típusú repülőgép nyomatéki jelleggörbéje az áramlásstabilizáló lemezzel és anélkül. Jól megfigyelhető, hogy milyen jelentős mértékben csökken a c_M nyomatéki tényező értéke, s a $\frac{\partial c_M}{\partial \alpha}$ is negatívabbá vált.

A túlhúzott átesési tartományt illetően természetesen már kevésbé szigorúak a követelmények. Az egyetlen követelmény, hogy *a magassági kormány kitérítésével lehetővé váljék a repülőgép kivétele a nagyállásszögű helyzetből*, vagyis teljesen lefelé kitérített magassági kormánnyal a nyomatéki tényező negytív maradjon.

Ezt úgy érték el, hogy a vízszintes vezérsík terjedtségét megnövelték, és így a vezérsík vége kikerül a hajtóműgondola leárnyékolási zónájából.

A *17. ábrán* látható ugyancsak a *DC-9* típusú repülőgép nyomatéki jelleggörbéje kitérítetlen magassági kormánnyal, s a 30°-os állásszögnél nagyobb tartományban pedig lefelé teljesen kitérített magassági kormánnyal. Jól megfigyelhető, hogy a lefelé teljesen kitérített magassági kormány a repülőgép nyomatéki görbéjét a negatív nyomatéki tényező tartományába „tolja".

Nem hagyható figyelmen kívül azonban az, hogy a *DC-9* típusú repülőgép szárnyának nyilazási szöge viszonylag mérsékelt (24°), karcsúsága 7,3, ami a szárny jelentős stablizálására utal *(4. ábra)*; a nagyobb nyilazási szögű repülőgépszárnyak már kevésbé stabilak.

A másik korlátozó tényező a túlhúzott átesési tartománnyal szemben a repülőgépek nagy tömege, a nagytömegű repülőgép korlátozottabb mozgékonysága, késleltetett rakciói. Ennek következtében a repülőgépnek átesésből és újbóli vízszintes repülési helyzetbe történő átmenetének ideje, valamint magasságvesztése igen jelentős, tehát célszerű a repülőgépnek nagy állásszöggel való repülésétől való határozott tartózkodás.

Ezért a gyakorlatban olyan *berendezéseket* szerelnek a repülőgép fedélzetére, melyek a repülőgépvezetőnek jelzik a repülőgép nagy állásszögű helyzetét, majd az állásszög további növelésekor egy szerkezet automatikusan előre nyomja a kormányoszlopot az állásszög csökkentése céljából.

Az utasszállító és teherszállító repülőgépek a gyakorlatban a szokásos útvonalrepülés közben nem kerülnek 8—10°-nál nagyobb állásszögű helyzetbe. Ezért a repülőgépvezető helyzetének megkönnyítése és a repülés biztonságának növelése érdekében olyan állásszöghatárolókat is alkalmaznak a repülőgép fedélzetén, amelyek nem engedik meg, hogy a repülőgép elérje az α_{krit} körüli állásszöget. Ilyen állásszöghatárolót alkalmaztak a szovjet *TU-134*, az angol *Trident 1-E* és az amerikai *C-141 Starlifter* típusú repülőgépeken. E berendezések általában 13—16°-os állásszögeket engednek meg.

ÖSSZEFOGLALÁS

A nyilazott függőleges vezérsík felső részén elhelyezett vízszintes vezérsík („T" farokfelület) alkalmazása az alsó vagy középső (kereszt) elhelyezésű vízszintes vezérsíkkal szemben a következő *előnyökkel* jár:

a) A nyilazott függőleges vezérsík felső részén elhelyezett vízszintes vezérsík *súlyponttávolsága nagyobb*, s ez lehetővé teszi, hogy egy adott stabilitást biztosító hosszirányú nyomaték keletkezéséhez kisebb felületű vezérsíkot alkalmazzanak. Ez csökkenti a szerkezeti súlyt, csökkenti az ellenállást, mivel kisebb lesz a felületi súrlódás.

b) A szokásos állásszögtartományban repülve, a vízszintes vezérsík a szárny mögötti *leáramlástól távolabb kerül* és így csökken a vezérsíkot érő áramlás eltérítése. A felső elhelyezésű vízszintes vezérsík a zavartalan áramlásban van, amely adott szárnyelrendezés mellett növeli a vezérsík hatásosságát, ezáltal lehetővé válik ugyanakkora hosszirányú nyomaték keletkezéséhez kisebb felületű vezérsík alkalmazása, s ez ismét súlymegtakarítással és ellenállás csökkenéssel jár.

Példaként megemlítjük, hogy a *C-141* rípusú repülőgépen a „T" farokfelület vízszintes vezérsíkjának felülete 32%-kal kisebb az ugyanolyan stabilitást nyújtó alsó elhelyezésű vízszintes vezérsík felületénél, s ennek következtében a repülőgép farokfelülete kb. 500 kg-mal kevesebb lett. A kisebb felület a repülőgép ellenállás tényezőjének mintegy 2,5 százalékos csökkentését eredményezte, s ennek révén — a kisebb tüzelőanyagfogyasztás következtében — a repülőgép hatótávolsága megnövekedett.

Végső soron megállapítható, hogy a „T" farokfelület lényegesen megjavítja a szokásos repülési állásszögtartományban (az α_{krit}-ig a repülés jellemzőit, a repülőgép stabilitását, kormányozhatóságát. Az utas- és szállítórepülőgépek tervezésénél, a farokfelület megválasztásánál tehát ezt a megoldást feltétlenül számításba kell venni.

Igen jelentősek az elrendezés megválasztásánál fentiekben vázolt meggondolások mellett a *szélcsatorna kísérletek*, amelyeket a kísérleti repüléseknél jóval nagyobb állásszög és sebességtartományokban lehet végezni. Különösen az α_{krit} körüli jelleggörbék fontosak a „T" farokfelületű repülőgép számára.

Fentiek ismeretében gondosan tanulmányozni kell — a repülőgép rendeltetésének figyelembevételével — a szerkezeti kialakítással együtt járó általános és különös sajátosságokat, hogy elkerülhetővé válják a repülőgép stabilitásának és kormányozhatóságának nagyobb állásszögű repülési helyzetben bekövetkező és jelentős veszélyeztetettséggel járó romlása.

IRODALOM

Byrnes, A. L.—Hensleigh, W. F.—Tolve, L. A.: Effect of horizontal stabiliser vertical location on the design of large transport aircraft, Journal Aircraft, 1966. évi 3. sz.

Cleveland, F. A.—Gilson, R. D.: Development highlights of the C-141 Starlifter, Journal Aircraft, 1965. évi 2. sz.

Hosek: Aerodinamika bolsih szkorosztyej, Moszkva, 1954.

Osztoszlavszkij—Trazseva: Dinamika poljota, Moszkva, 1965.

Rácz Elemér: A repülés mechanikája, Bp. 1953. Tankönyvkiadó.

Schlichting—Truskenbrodt: Aerodynamik des Flugzeuges, Berlin, 1960.

Shevell, R. S.—Schaufele, R. D.: Aerodynamic design Features of the DC-9, Aircraft Design and Technology Meeting, Los Angeles, 1965.

NEMZETKÖZI SZEMLE

A Tauern-út tervezetének magyar vonatkozásai

KORBONITS DEZSŐ

Az „Österreichische Ingenieur-Zeitschrift" 1967. évi szeptemberi számában *dr. Güntner Fornara* okl. mérnök, Karinthia Autópályaigazgatóságának műszaki főtanácsosa *„Das Projekt der Tauernautobahn"* c. cikkében a Salzburg és Villach városok között az Alacsony-Tauern hegységen át elgondolt „Tauernautobahn" tervezetét ismertette. Cikke az 1967. január 17-én Bécsben, az Osztrák Mérnökegyletben „Projektierung und Bau der Autobahn in Kärnten" címmel tartott előadásának kivonata [1].

A „Tauernautobahn" létesítésének kérdése már három évtizeddel ezelőtt felmerült. Akkor a salzburgi Radstadt és a karinthiai Villach közé eső vidéken autópályát terveztek. Részben az építést is megkezdték, amely a második világháború idején abbamaradt.

Utóbb, 1960 körül megalakult a *„Studiengesellschaft Tauernschnellstrasse"*. Ennek kezdeményezésére és közleményei nyomán általánosan megismerték az új kelet-alpesi átjáró gondolatát és azt a közvélemény is helyeselte. 1965 februárjában a szövetségi kormány — Salzburg és Karinthia vezetőségével egyetértve — a „Tauernautobahn" tervezésére megbízást adott. 1967 év elejéig légi fényképfelvételek alapján elkészítették a vonalvezetés előtanulmányát és 1 : 5000 méretarányú általános tervét.

A Tauern-hegység nyugat-keleti irányú főgerince a közlekedésnek már a régi időktől kezdve nagy akadálya. Obertauernnél és a Korn-Tauern átjárón római kori közlekedés nyomait is észlelték. Nyilvánvaló, hogy ezek az átjárók annakidején csak nyáron, rövid ideig voltak használhatók.

Ez idő szerint az Alpok nyugat-keleti fővonulatán át a *közúti átkelési lehetőségek* a következők:

1. A *„Felber-Tauern út"* a salzburgi Mittersill és a kelet-tiroli Matrei között; alagútja 1600 m tengerszint feletti magasságban tetőzik. 1967 év júniusában helyezték forgalomba.

2. A *„Grossglockner-magasalpesi út"*.

3. A *radstadti Tauern-hágón* 1738 m magasan átvezető szövetségi út.

4. A *Tauern-vasút* (a gépkocsikat a kétvágányú Tauern-alagúton vasúti kocsikra rakva viszik át).

5. A nagy „Malta-erőmű"-vel összefüggően tervezett út; (ténylegesen még nem áll rendelkezésre).

A meglevő, *1.* és *3.* alatti utak téli rossz időbetöréseknél elzáródhatnak; A Grossglockner-út csak nyáron használható. A felsorolt utak — erős emelkedőjük miatt — távolsági teherforgalomra nem alkalmasak.

Így a *„Tauernautobahn"*, amelyen — 1340 m-es legnagyobb tengerszint feletti magassága folytán — a forgalom folytonossága normális eljárásokkal még télen is várhatóan fenntartható lesz, a meglevő utakhoz képest figyelemreméltó előnyöket fog biztosítani.

A „Tauernautobahn" az általános terv szerint az ún. „Salzachtal-Autobahn" végétől, Gollingnál kiágazva, a Fritzbachtal, a Flachautal felhasználásával 1340 m tengerszint feletti magasságban, 6,2 km hosszú alagúttal halad át az Alacsony-Tauern főgerince alatt. A Zederhaustal-on végigfutva, a Katschberg-et 5,3 km hosszú alagúttal keresztezi. Ennek déli kapujától a Liesertal-on át éri el a Dráva völgyét, majd Villach közelében a Bécs—Villach autópályához csatlakozik. Építendő hossza Golling és Villach között mintegy 151 km; Salzburg és Villach között a teljes távolság 177 km.

Az *út műszaki jellemzőire* megemlíthető, hogy a legkisebb ívsugár nagyságát 500 m-re, a legnagyobb emelkedőt 4%-ra tervezték, kivéve a Tauern-alagút feljáróit, ahol az emelkedő 4,65%. Keresztmetszete 2×7,50 m széles iránypályákból, 3,50 (2,0) m középső sávból, 3,0 (2,5) m leálló sávokból és 1,0 m belső szélsávokból áll. (A zárójelben levő számok az ún. takarékossági szelvényre vonatkoznak.)

Az útjellemzők alapján megállapítható, hogy ha a „Tauernautobahn" megvalósul, az a személygépkocsi forgalom igényeit kifogástalanul ki fogja elégíteni. A nehéz gépjármű-forgalomra nézve a 3%-nál enyhébb emelkedők nehézséget még nem jelentenek. De a tervezetben előforduló 4%-os és kivételesen 4,65%-os emelkedők közlekedési többletköltségei is háttérbe szorulnak az út egyéb előnyeihez képest.

A tervezett autópálya elsősorban a Német Szövetségi Köztársaság, Salzburg, Felső-Ausztria és Nyugat-Csehország, valamint Karinthia, Jugoszlávia és az Adria északi részén levő területek között biztosítana a meglevőnél jobb közúti összeköttetést. Sőt, Nyugat-Európából a Balkán-félsziget és Törökország felé Klagenfurt, Ljubljana, Zágráb és Belgrád városokon át útrövidülést is eredményezne.

Ilyenformán a „Tauernautobahn" megvalósulása a *Magyarországon* át Belgrádba, illetve Jugoszlávia keleti és délkeleti részeibe, valamint Bulgáriába és Törökországba irányuló átmenő gépjárműforgalmat is érintené.

E hatás vizsgálatánál a távolsági utazások gyorsaságát és kényelmét befolyásoló tényezőket a mai úthelyzet alapján kell mérlegelni, vagyis egyrészről azt, hogy a fontosabb viszonylatok távolságai egymáshoz képest mekkora különbségeket mutatnak, másrészt pedig azt, hogy a különböző irányok út-

vonalai ténylegesen milyen nagy biztonságos átlagos utazási sebességet tesznek lehetővé? Ami az utazás kényelmére vonatkozó igényt illeti, erre nézve az összehasonlítás tárgyát képező útvonalak jellemzőit, biztonságát, az utasok kiszolgálását célzó berendezéseit, az el nem kerülhető városi, községi szakaszokat, ezek számát, körülményeit kell számításba venni.

Azoknak a kelet és délkelet felé vezető nemzetközi útvonalaknak, illetve viszonylatoknak hosszúságairól — távolságairól —, amelyeket az előző bekezdésben foglaltak értelmében hazánk átmenő forgalma érdekében célszerű megvizsgálni, a *térképvázlat (1. ábra)* és az *1—3. táblázatok* adnak áttekintő tájékoztatást.

Az *1., 2.* és *3. táblázatok* áttekintése alapján megállapítható, hogy Bukarestbe Nyugat- és Észak-Európából a legrövidebb út a „Tauernautobahn" megépítése után is a budapesti irányon át vezet.

A Londonból és Párisból Belgrádba számított távolságot azonban a „Tauernautobahn" megrövidíti. E rövidülés a London—Belgrád viszonylatban jelentéktelen, a Páris—Belgrád útiránynál sem számottevő, mintegy 70 km.

Fontosabb körülmény az, hogy a tervezett „Tauernautobahn" irányán át nagyobbrészt autópályák és keresztezésmentes autóutak állnak rendelkezésre, továbbá a városi és községi belső szakaszok száma is kevesebb. Az útjellemzők a csatlakozó útjain kedvezőbbek.

Hazánk kedvező földrajzi fekvése és domborzati viszonyai azonban lehetőséget nyújtanak arra, hogy a Sopron—Keszthely útvonal felhasználásával a Bécs—Keszthely—Eszék—Belgrád útirányon át Európa nyugati és észak-nyugati részeiből Belgrád, valamint a rajta túlfekvő utazási célpontokra a legrövidebb — ugyanakkor a legkedvezőbb — közúti kapcsolat létesüljön; egyelőre, mint keresztezésmentes autóút, később mint autópálya.

A „Tauernautobahn" az Alacsony-Tauern hegységben és a Karawankákban is (Tauern-, Katschberg- és Loibl-alagutak környékén) zord klímájú vidékeken és nagy tengerszint feletti magasságokban haladó szakaszokat is foglal magában. E körülmény a távolsági teherforgalomra kedvezőtlen; őszi, téli, tavaszi rosszidő-betöréseknél pedig forgalomkiesést okozhat. *Ugyanezen hátrányok a Bécs—Keszthely—Eszék—Belgrád iránynál kiesnének.* Ezen utóbbi vonal Wiener-Neustadt és Sopron között 370 m, illetve Bécs és Sopron között 300 m, tovább pedig Sopron és Eszék között 200 m tengerszint feletti magasságok felé nem emelkedik. Másrészt pedig főiránya az uralkodó széllel túlnyomóan párhuzamos. A Dunántúl déli felében az útpálya jegesedése a tapasztalat szerint 260—300 m alatt nem gyakori. a Sopron—Eszék útirány járható állapota a távol-

1. ábra. A Tauern-autópálya révén elérhető távolságrövidülések átnézeti térképvázlata

1. táblázat

Kiindulóhely és útirány	Kilométer távolság					
	Belgrádig	Bukarestig	Szófiáig	Szalonikiig	Istambulig	Athénig
London—Köln—Linz—Bécs—Budapest*	2004	2432	2357	2676	2938	3197
London—Köln—München—Salzburg—Villach—Belgrád*	2001	2609	2354	2673	2935	3194
London—Párizs—Salzburg—Villach—Belgrád**	2212	2820	2565	2884	3146	3405
London—Párizs—Bologna—Ancona—Brindisi—Patras—Athén***	—	—	3233	2914	3698	2429
London—Párizs—Milánó—Trieszt—Ljubljana—Belgrád**	2219	2827	2572	2891	3153	3376

* A Dover-Ostende hajóutat is számításba kell venni. Amsterdam kiinduló hely esetén a távolságokból 199 km-t, Hamburg esetén pedig 123 km-t le kell vonni.
** A Dover-Calais hajóutat is figyelembe kell venni.
*** A Dover-Calais és Brindisi-Patras hajóutakat is figyelembe kell venni.

2. táblázat

Kiindulóhely és útirány	Kilométer távolság					
	Belgrádig	Bukarestig	Szófiáig	Szalonikiig	Istambulig	Athénig
Párizs—Nürnberg—Bécs—Budapest	1882	2310	2235	2554	2816	3075
Párizs—München—Salzburg—Villach—Belgrád	1809	2417	2162	2481	2743	3002
Párizs—Bologna—Ancona—Brindisi—Patras—Athén+	—	—	2830	2511	3295	2026
Párizs—Milánó—Trieszt—Ljubljana—Belgrád ...	1816	2424	2169	2488	2750	3009

\+ a Brindisi-Patras hajóutat is számítani kell.

3. táblázat

Kiindulóhely és útirány	Kilométer távolság					
	Belgrádig	Bukarestig	Szófiáig	Szalonikiig	Istambulig	Athénig
Rostock—Prága—Brno—Bécs—Budapest**	1550	1978	1903	2222	2484	2743
Rostock—Prága—Linz—Salzburg—Villach—Belgrád**	1763	2371	2116	2435	2697	2956

sági személy- és tehergépkocsi forgalom részére télen is sokkal könnyebben biztosítható, mint 800—1000 m-nél nagyobb magasságokban.

A megvalósítás tekintetében pedig az a jó helyzet forog fenn, hogy ennek az útvonalnak a *Sopron* és *Keszthely* közé eső része — mint kétnyomú autóút — már készen is van.

A javasolt Wiener-Neustadt—Sopron—Eszék út megvalósítása a *Balaton* látogatottságát igen lényegesen fokozná; az átutazók egyrészének hosszabb-rövidebb ott-tartózkodása várható lenne.

Ezen útvonal egyes szakaszainak hosszúságai:

Wiener-Neustadt és Sopron között
Ausztriában ..... 22 km
Magyarországon ..... 8 km
Sopron és Keszthely között ..... 120 km

Keszthely és Eszék között
Magyarországon ..... 150 km
Jugoszláviában ..... 35 km

A közvetlen távolság Bécs és Sopron között 67 km; Wiener-Neustadton át 77 km. A Bécs—Keszthely—Belgrád összeköttetés Jugoszlávia, Bulgária és Törökország, a másik oldalról pedig Ausztria, Csehszlovákia és a Német Demokratikus Köztársaság számára igen előnyös lenne. Általa az *1—3. táblázatokban* felsorolt távolságok a *4. táblázat* szerint alakulnának.

A Keszthelyen átvezető irány valamennyi más iránynál rövidebb, továbbá emelkedési és időjárási viszonyai kedvezőek. Ezen az útvonalon a Bécs—Belgrád távolság mintegy 80 km-rel rövidebb lenne, mint Budapesten át.

4. táblázat

Kiindulóhely és útirány	Kilométer távolság					
	Belgrádig	Bukarestig	Szófiáig	Szalonikiig	Istambulig	Athénig
London—Köln—Linz—Bécs—Sopron—Keszthely—Belgrád	1921	2529	2274	2593	2854	3114
Párizs—Nürnberg—Linz—Bécs—Sopron—Keszthely—Belgrád++	1799	2407	2152	2471	2733	2992
Rostock—Prága—Brno—Bécs—Keszthely—Belgrád++	1467	2075	1820	2139	2401	2660

++ Berlin kiindulópont esetén a távolságokból 248 km-t, Prága kiindulóhely esetén pedig 574 km-t kell levonni.

E vázlatos áttekintésben foglalt tájékoztató jellegű adatok alapján felvetett kérdések sikeres eldöntéséhez széleskörű műszaki-közlekedési-gazdasági vizsgálatok szükségesek. Ha azt mérlegeljük, hogy az idegenforgalom érdekét szolgáló nagyösszegű beruházások megtérülése várható-e, akkor — feltételezve, hogy ezek kellő körültekintéssel történnek — több szomszédos ország eredményeire és a hazánkban az e tekintetben még ki nem használt tényezőkre kell utalni.

A „Tauernautobahn" tervezetét nagy költségei és jelentős kiterjedésű munkái mellett is oly elgondolásnak kell tekinteni, amelynek megvalósulása belátható időn belül várható. Erre az Ausztriában 1954—1966 évek között elért figyelemreméltó útépítések eredményei alapján következtetni lehet [2]. Megnyitását 1976-ra számítják.

Mégis van idő arra, hogy az idegenforgalmunk érdekében reálisnak minősülő, kellően átgondolt intézkedéseinket megtegyük.

IRODALOM

[1] *Dr. Fornara, G.:* Das Projekt der Tauernautobahn, Österreichische Ingenieur-Zeitschrift, 1967. szept.

[2] *Kodric, E.:* Der Stand des Ausbaues der Bundesstrassen und Autobahnen in Österreich, Österreichische Ingenieur-Zeitschrift 1967. szept. és okt.

1891 MM 75 1966

MAGYAR KÁBEL MŰVEK

IGAZGATÓSÁG
ÉS KÖZPONTI GYÁR
Budapest XI., Budafoki út 60
Telefon: 466-770, 266-670

ZOMÁNCHUZALGYÁR
Budapest XI., Hunyadi János út 1
Telefon: 268-930

SZEGEDI KÁBELGYÁR
Szeged, Huszár utca 1
Telefon: 15-330

GYÁRTMÁNYOK:

Erősáramú szigetelt vezetékek
Jelző-, mérő-, működtetőkábelek
Erősáramú kábelek 1—35 kV-ig
Alumínium és acél-alumínium szabadvezetékek
Tekercselő huzalok
Switch-kábelek
Gumitömlő-vezetékek
Híradástechnikai vezetékek
Távkábelek
Hírközlő kábelek
Hajókábelek
Zománchuzalok
Zárt acélkötelek
Hullámosított lemezkábeldobok

Ganz Mávag
BUDAPEST

DIESEL-MOTORKOCSIK
DIESEL-MOTORVONATOK

DIESEL-VILLAMOS MOZDONYOK
DIESEL-HIDRAULIKUS MOZDONYOK

GANZ—MÁVAG
MOZDONY-, VAGON- ÉS GÉPGYÁR
BUDAPEST 70 • POSTAFIÓK 136